

La Bombe Atomique : a-t-elle retardé la fin de la Guerre du Pacifique ?

Jean-Pierre Hurni

Independent Scientific Research Institute et Université de Genève

6 août 2021

À la mémoire d'André Gsponer (29 mars 1948–30 mars 2009)

ISRI 2020–1 v3

- (Version 1 ; 6/8/2020) Quelques réflexions élaborées à l'occasion du 75ème anniversaire des bombardements de Hiroshima et Nagasaki des 6 et 9 août 1945.
- (Version 2 ; 25/9/2020) Quelques bévues corrigées.
- (Version 3 ; 6/8/2021) Quelques développements. Ajout des 3 annexes.

Tous mes remerciements à ceux qui m'ont signalé des bévues et autres incongruités dans les versions précédentes, et encouragé à produire cette nouvelle version :

Gilles Falquet
Jacques Falquet
Gauthier Fontaine
Florence Grin Falquet
Gabriel Mamane
Romain Parisod
Jean-Marc Pauli
Thomas Schücker
Claire Widmer

Les citations originales anglaises sont reproduites dans l'article compagnon, *The Atomic Bomb: has it delayed the end of the Pacific War ?* (ISRI 2021–1)

TABLE DES MATIÈRES

PREAMBULE	3
1 POURQUOI PENSAIT-ON QUE LE JAPON NE CAPITULERAIT PAS RAPIDEMENT ?	4
2 QUEL EST LE MOYEN MILITAIRE QUI A VRAIMENT VAINCU LE JAPON ?	10
2.1 LES BOMBARDEMENTS INCENDIAIRES ?	10
<i>Le napalm.....</i>	<i>10</i>
<i>Le raid sur Tokyo du 9 mars.....</i>	<i>12</i>
<i>Les autres raids.....</i>	<i>13</i>
<i>Le bilan du napalm.....</i>	<i>14</i>
2.2 LA BOMBE ATOMIQUE ?	14
<i>Trinity ; ou de « l'inutilité » de procéder à des essais nucléaires.....</i>	<i>14</i>
<i>Hiroshima et Nagasaki</i>	<i>19</i>
3 POUR QUELLE RAISON LE JAPON S'EST-IL DONC FINALEMENT RENDU ?	21
3.1 SUPPOSITIONS	21
3.2 ... ET DENOUEMENT	26
4 LA BOMBE DE NAGASAKI A-T-ELLE ETE INUTILE ?	29
4.1 NAGASAKI : UNE ERREUR HEUREUSE POUR LA PAIX ?.....	29
4.2 À QUELLE DATE LE JAPON AURAIT-IL PU RECEVOIR AU PLUS TOT UNE PREMIERE BOMBE AU PLUTONIUM ?	31
5 LE JAPON AURAIT-IL PU RECEVOIR PLUS TOT UNE PREMIERE BOMBE A L'URANIUM ?	34
5.1 UNE BOMBE PLUS PETITE ET LANCEE PLUS TOT ?.....	34
5.2 LA PRODUCTION D'URANIUM ENRICHI TELLE QU'ELLE FUT (1942-1945)	37
5.3 LA PRODUCTION D'URANIUM ENRICHI TELLE QU'ELLE AURAIT PU L'ETRE ?.....	43
5.4 LE SAUVETAGE QUI N'EUT PAS LIEU	49
6 ET S'IL N'Y AVAIT PAS EU DE BOMBE ATOMIQUE A L'HORIZON ?	50
6.1 L'APPORT DES SCIENCES HUMAINES	50
6.2 DES SCIENCES SOCIALES POUR DES CONDITIONS DE REDDITION MOINS « CHOQUANTES » ?.....	55
6.3 DIRIGEANTS JAPONAIS, PRESIDENTS AMERICAINS	56
6.4 D'AUTRES FORCES DE LA NATURE POUR DES STRATEGIES DE CHOC « ACCEPTABLES » ?.....	58
7 LEÇONS ET CONCLUSIONS	61
REFERENCES	67
ANNEXES.....	72
A.1 RAPPORT DE J. B. CONANT AU GENERAL GROVES (17 AOÛT 1944)	72
A.2 HAUTEUR DE LA DETONATION ET EFFETS DE SOUFFLE AU SOL.....	76
A.3 RESUME DES REUNIONS DE LA COMMISSION DES CIBLES DES 10 ET 11 MAI 1945	81

Préambule

Il y a 75 ans deux bombes atomiques furent lancées, sur Hiroshima le 6 août 1945, et sur Nagasaki trois jours plus tard. Le gouvernement japonais demanda officiellement la Paix le 22 août, et celle-ci fut signée le 2 septembre sur un cuirassé américain dans la baie de Tokyo-Yokohama. C'était stupéfiant : jusqu'au 14 août, nombre de militaires et diplomates alliés ne pensaient pas possible la cessation des hostilités avant 1946, voire même 1947.

Tout le monde, ou presque, fut donc surpris par cette capitulation, y compris la plupart des Japonais, parce que là-bas comme ici personne n'ignorait rien de la détermination des soldats nippons à se battre jusqu'au dernier souffle. Or, en août 1945, le territoire national du Japon proprement dit n'avait même pas encore été envahi, sauf quelques petites îles très périphériques, comme Iwo Jima ou Okinawa ; sans oublier que trois millions et demi de soldats japonais continuaient d'occuper des portions entières de la Chine et de l'Asie du Sud-Est.

La seule raison facile à avancer pour « expliquer » cette reddition surprise fut que le Japon avait été « désarmé » du fait de la toute-puissance de la nouvelle arme atomique, contre laquelle même l'esprit de sacrifice le plus élevé ne pouvait rien. Quoi qu'on ait pu penser de l'importance réelle de cette explication, c'est celle qui s'imposa dans la mémoire collective un peu partout, car il apparut difficilement contestable que l'usage de la bombe A ait renforcé au moins la faction japonaise en faveur de l'arrêt des hostilités, et donc que le feu nucléaire accélérât de quelques semaines à quelques mois la fin de la Guerre du Pacifique. Comment alors penser aujourd'hui que la Bombe aurait pu au contraire retarder la fin des hostilités ?

C'est que de nouveaux documents inédits, diplomatiques ou techniques, sont révélés de temps à autres. Grâce à eux, il n'est plus inconcevable de penser à des scénarios dans lesquels le Projet Manhattan aurait en fait paradoxalement contribué à retarder la fin de la Guerre du Pacifique, de quelques semaines à quelques mois ; avec tous les changements géostratégiques qui auraient pu s'ensuivre ; par exemple dans le cas où les forces soviétiques qui attaquèrent les forces japonaises en Mandchourie le 9 août n'auraient pas eu le temps d'occuper la moitié nord de la Corée avant la capitulation.

Parmi les faits intrigants, mais peu rapportés par les historiens, il y a que les bombes de Hiroshima (à uranium) et Nagasaki (au plutonium) n'ont été utilisées qu'à trois jours d'écart, alors qu'elles étaient basées sur deux technologies entièrement nouvelles et différentes. Cela ouvre donc la perspective que l'une d'entre elles a en fait attendu l'autre pour être utilisée en même temps, avec la possibilité théorique d'un usage plus précoce de la première ; mais laquelle, et combien de temps plus tôt ? Et pourquoi avoir attendu pour les lancer simultanément ?

Le 75ème anniversaire des deux bombardements atomiques nous a fourni l'occasion et le prétexte de répondre à ces questions. Notre conclusion inattendue est que le volet « bombe à uranium » du projet Manhattan fut en fait bien mal géré, tant des points de vue de la production de la matière fissile que de la célérité de la mise au point de l'arme elle-même. L'erreur scientifique de base, compréhensible dans une certaine mesure, a été de penser en 1942 qu'il fallait procéder de façon similaire dans les deux voies de production de l'uranium et du plutonium. S'il avait été procédé différemment, la bombe à uranium aurait probablement pu être prête plusieurs mois plus tôt.

On peut aussi, et surtout, penser que s'ils avaient accordé une plus grande confiance à leurs chercheurs en sciences humaines qui travaillaient à comprendre l'adversaire, les hauts responsables américains auraient pu accorder des mois plus tôt aux Japonais les conditions de reddition qui leur furent accordées en août 1945 ; ce qui aurait raccourci la guerre d'autant.

1 Pourquoi pensait-on que le Japon ne capitulerait pas rapidement ?

Vannevar Bush, un ancien professeur du *MIT* devenu directeur de l'Institution Carnegie réussit à convaincre le président Roosevelt de créer le 27 juin 1940, pour la durée de la guerre à venir, une Agence civile, le *NDRC* (National Defense Research Committee), pour organiser la recherche scientifique civile seule capable de créer toutes sortes d'armements si nouveaux que même les ingénieurs de l'*US Army* ou de l'*US Navy* n'auraient pu les développer à temps en vue de cette Deuxième Guerre mondiale dans laquelle les États-Unis n'étaient pas encore engagés. Le budget de fonctionnement du *NDRC* pour la première année s'éleva à 6,5 millions de dollars, équivalents à quelques 99 millions de dollars en 2009 [Neer, 2011, p.21]. Cette Agence se donna aussitôt pour mission de développer plusieurs appareillages et engins, et les rendre efficaces sur le champ de bataille : radars, sonars, fusées d'aide au décollage des avions, etc. Toutes les sciences exactes furent mises à contribution. Par exemple, le mathématicien Norbert Wiener, futur inventeur de la cybernétique, fut financé par le *NDRC* pendant près de deux ans jusqu'à la mi-1942, à hauteur de quelques 2000 dollars, pour tenter de mettre au point le « prédicteur », un appareil capable d'anticiper, au moment où l'obus est tiré, l'endroit où cet obus allait devoir se trouver le plus probablement quelques instants plus tard en fonction des manoeuvres observées d'un pilote ; sans succès. [Dahan, 1996, p.165]

Pour rassurer les militaires, suspicieux à l'idée de confier de la recherche à buts militaires à des chercheurs civils restant travailler dans leurs universités, les programmes de recherches du *NDRC* furent organisés en cinq « divisions », et ces dernières en « sections ». Deux projets un peu particuliers, car hautement hasardeux, n'entrèrent pas dans ce schéma général [Stewart, 1948, p.124] : la *Commission sur l'Uranium*, rebaptisée S-1 en janvier 1942, fut chargée d'évaluer cette étrange idée de bombe atomique à laquelle seuls des réfugiés étrangers—donc juridiquement de futurs ennemis tant qu'ils n'obtiendraient pas leur naturalisation—semblaient croire aux États-Unis. Quant à la *Section T* (du nom de son responsable, le physicien Merle Tuve), très liée à l'*US Navy* qui en assurait le financement, elle était en charge de réaliser une « fusée de proximité », c'est-à-dire un détonateur constitué d'un radar miniaturisé qui puisse être inséré dans un obus antiaérien, capable de résister au tir de canon, puis de déclencher l'explosion de l'obus à la distance la plus favorable d'une cible en approche rapide. Ceux qui ont connu la fragilité des lampes (techniquement des tubes électroniques) de leurs postes de radios, avant l'ère du transistor, apprécieront le fait que l'on envisagea la possibilité d'en concevoir des modèles capables de résister à un tir de canon...

Les seuls fonds d'urgence présidentiels n'allant rapidement plus suffire aux besoins des chercheurs—et des militaires—une nouvelle Agence, l'*OSRD* (Office of Scientific Research and Development) financée par le Congrès fut créé le 28 juin 1941. Le *NDRC* en devint son noyau principal, le nombre de ses divisions s'accroissant pour arriver à dix-neuf ; auxquelles s'ajoutèrent six divisions de recherches dépendant du nouveau *CMR* (Committee on Medical Research), la contrepartie médicale du *NDRC* qui finança—entre autres—la recherche en vue d'une production en quantité industrielle de DDT et de pénicilline. Autre nouvel ingrédient de l'*OSRD* : l'*OFS* (Office of Field Service) dont la mission était d'envoyer des scientifiques de l'*OSRD* sur le terrain pour former les soldats à l'emploi des nouveaux appareils conçus pour eux. Bush, alors directeur du *NDRC*, laissa sa place à James B. Conant, pour devenir lui-même celui de l'*OSRD*. Le prestige de l'*OSRD* devint rapidement immense aux États-Unis en raison de la supériorité de ses nouvelles techniques développées et massivement mises en oeuvre. L'électronique devenait une technologie reine pour toutes sortes d'applications : radar, guidage à distance des avions, orientation des canons anti-aériens, fusée de proximité, vol sans visibilité, etc.

Du point de vue organisationnel, tout fut fait pour éviter ce que l'on va appeler « l'erreur de Roland Garros » ; c'est-à-dire introduire sur le champ de bataille une nouvelle arme pas encore complètement mise au point, avec des soldats insuffisamment formés à son emploi.

L'erreur de Roland Garros

L'aviateur Roland Garros, aujourd'hui plus connu pour avoir donné son nom à un tournoi de tennis, expérimenta pour la première fois le 1er avril 1915 son idée de tirer directement à travers l'hélice avec une mitrailleuse fixée dans l'axe de son avion. L'astuce, contre-intuitive puisqu'elle ne fut concrétisée qu'après sept mois de conflit, consista à protéger ses propres pales avec un déflecteur blindé. Garros descendit aussitôt un premier adversaire qui ne s'attendait pas à une telle possibilité. Après deux autres victoires, il fut contraint le 18 avril 1915 déjà de se poser derrière dans les lignes ennemies de sorte que les Allemands découvrirent en moins de trois semaines son astuce et la firent perfectionner par le constructeur d'avions Anthony Fokker qui, lui, inventa une synchronisation conçue pour empêcher les balles de percuter l'hélice, de sorte qu'à l'été de 1915 les Allemands avaient repris la maîtrise de l'air [Herris, 2018, p.23]. « L'erreur de Roland Garros » fut commise de nombreuses fois durant la Première Guerre mondiale : premier emploi par les Allemands des gaz de combats à une échelle trop modeste, ce qui donna le temps aux Alliés d'équiper leurs troupes de masques ; chars d'assaut engagés par les Alliés dès 1916, mais qui ne furent véritablement efficaces et fiables qu'à partir de 1918, sous-marins allemands engagés en trop petit nombre en 1917, ce qui entraîna l'entrée en guerre des États-Unis, etc.

Durant la Deuxième Guerre mondiale, les Allemands reproduisirent souvent l'erreur de Roland Garros, avec par exemple les introductions trop précoces des blindés Panther et Tiger, ou l'utilisation du premier chasseur à réaction, le Messerschmitt-262, comme bombardier. Au contraire des Allemands et d'autres belligérants, le *NDRC* puis l'*OSRD* prirent bien soin durant la Deuxième Guerre mondiale de mettre au point leurs nouvelles armes dans des conditions d'utilisations réelles ; mais de telle façon que l'adversaire ne puisse pas s'emparer des « ratés » et en copier le principe. Par exemple, la dite « fusée de proximité », ce détonateur qui donne l'ordre à l'obus d'exploser à la distance la plus efficace, fut d'abord employé en plein océan dans la Guerre du Pacifique et bien plus tard en Europe. Le bombardier B-29 aussi ne fut engagé que dans le Pacifique ; certes parce que son rayon d'action était trop grand pour un emploi dans le contexte européen ; mais aussi dans l'idée que les Japonais seraient moins capables de le répliquer que les Allemands...

Pour ce qui est du nucléaire, l'été 1942 fut un véritable tournant. En juin, l'Armée allemande perdit l'espoir de réaliser à temps une bombe atomique, alors qu'en juillet les scientifiques américains arrivaient à la conclusion inverse. Bien que ces derniers aient largement sous-estimé les difficultés de l'entreprise, les prévisions de coûts initialement envisagés étaient déjà si énormes qu'il fut décidé par Vannevar Bush de camoufler ces dépenses dans le budget de fonctionnement de l'*US Army*. Selon certaines opinions, Bush voulait s'assurer que les détails du projet ne seraient pas divulgués au Congrès, non pas tant parce qu'il ne faisait pas confiance aux membres du Congrès pour garder le secret, mais parce qu'il était sûr que la surveillance du Congrès entraînerait des retards inacceptables [Goldberg, 1998, p.43]. Cette idée était probablement fondée puisque l'opposition républicaine au Congrès, restée anesthésiée deux ans durant après Pearl Harbor, finit néanmoins par s'opposer significativement à l'Administration démocrate du président Roosevelt, dès février 1944 [Courmont, 2007, p.362]. Les militaires durent penser à peu près la même chose que Bush, puisqu'ils se prêtèrent à ce camouflage illégal en échange de toute l'autorité pour mener à bien la mission.

Le « projet Manhattan » allait en résulter, dirigé avec poigne dès septembre 1942 par le brigadier général Leslie Groves. Bien que ce dernier ne pensait jamais se tromper, il ne put toujours éviter les « conseils » de Bush, Conant et Richard Tolman, un troisième responsable de l'*OSRD*, car cette Agence contribuait à la sélection des scientifiques nécessaires au projet. Tous les responsables mentionnés étaient bien entendu parfaitement au courant de l'évolution de la Guerre : défaite de la France, invasion de l'URSS, Pearl Harbor, Stalingrad, l'anéantissement progressif de la marine et de l'aviation japonaise, et la capitulation de l'Allemagne au début mai 1945. Bush eut alors à réfléchir sérieusement à la démobilisation de l'*OSRD* en prévision de la fin de la guerre. Dans un mémorandum écrit le 26 mai 1945, il envisageait alors que la résistance des Japonais aurait

substantiellement cessé vers l'été 1947, et que dans cette perspective les financements des programmes de recherches et développement en cours devraient prendre fin au 30 juin 1946. [Stewart, 1948, p.308–309]

Mais pourquoi cette prévision d'hostilités pouvant durer jusqu'en 1947 alors qu'en été 1945 la défaite du Japon semblait consommée ? Son aviation et sa marine de guerre avaient été si totalement anéanties que plus rien ne pouvait empêcher les bombardiers américains d'incendier au napalm ses cités construites surtout en bois (normes parasismiques), ni les navires alliés de s'approcher des côtes pour y effectuer un débarquement. La marine de commerce japonaise, elle, avait été coulée par les sous-marins et les mines, de sorte que le Japon était coupé de son accès aux matières premières les plus essentielles.

Les importations de pétrole par le Japon avaient été interrompues par le blocus à partir d'avril 1945, et l'industrie commençait à s'arrêter. Après la guerre, on constata que les raffineries japonaises ne fonctionnaient plus qu'à 4 % de leur capacité. [Gordin, 2007, p.185]

La famine menaçait la population déjà fortement sous-alimentée. Le diplomate suisse Camille Gorgé, qui représentait les intérêts américains et britanniques au Japon, écrit dans son Journal le 23 avril 1945 :

Notre ravitaillement est réduit à la portion congrue. Le service japonais qui est censé nous fournir le nécessaire n'a évidemment pas la tâche facile. La plupart du temps, il n'a rien à donner. Ce matin même, on nous a apporté pour notre ménage la moitié d'un chou, un demi-chou gros comme le poing ! Petit comme il était, le distributeur officiel des vivres avait eu encore le courage ou la honte de nous le couper en deux ! Ne nous plaignons pas. Pour des millions d'autochtones, cette moitié de chou serait une aubaine inespérée. [Donzé, 2018, p.100]

S'obstiner dans cette voie sans issue semblait indiquer que le Japon s'apprêtait à suivre un schéma similaire à celui, dément, qui avait conduit les Nazis à lutter jusqu'au bout, Hitler souhaitant la disparition de son peuple qui n'avait pas su vaincre.

Ceux qui connaissaient le Japon, comme Gorgé qui y avait été invité de 1924 à 1927, se souvenaient que ce pays avait été différent avant de devenir un état policier. Le 24 décembre 1940, Gorgé écrit :

Les militaires ont tout gâté avec l'austérité dont le peuple doit payer leurs appétits tamerlanesques. De rose et de bleu que je le voyais autrefois, ce pays est maintenant d'un gris d'orage à vous donner le cafard. Tout tremble devant les traîneurs de sabre. Le gouvernement comme le reste. Que peut faire contre eux un prince Konoé dont, hier encore, une amie suisse de sa maison nous disait les mérites de cœur et d'esprit ? S'en aller ? Mais ce serait manquer à la mission que lui a confiée l'Empereur son maître, ce serait désertier, et un Konoé ne déserte pas. Du reste, s'il se sent captif, l'Empereur lui-même ne l'est-il pas aussi dans une certaine mesure ? On se doute déjà que, malgré les égards quasi divins dont il est entouré, sa volonté ne saurait prévaloir sur celle de ceux qui mènent le jeu dramatique dans lequel le Japon s'est engagé. Les généraux les plus fonceurs tiennent naturellement au principe dynastique comme à la prune de leurs yeux. Au principe, mais pas nécessairement à l'homme qui l'incarne pour un temps. Un homme se remplace sans que soit portée atteinte à la sacro-sainte continuité dynastique. [Donzé, 2018, p.28–29]

Bien que l'Empereur fût devenu de gré ou de force un compagnon de route des militaires, il était toujours là, et raisonnable, ce qui signifiait qu'un combat jusqu'au-boutiste, comme l'avait conduit Hitler en Allemagne, n'était pas certain. Quand même, il était compliqué pour les Américains d'obtenir une reddition des Japonais parce qu'il n'y a peut-être personne de culturellement plus différent d'un Américain qu'un Japonais. Chez le premier, le suicide est aussi inenvisageable qu'insensé, alors que chez le second, il a un sens s'il est rationnellement préférable à toute autre

alternative : il ne s'agit pas pour un Japonais suicidaire d'aller au paradis, mais d'aboutir à un résultat dans ce monde-ci, comme par exemple de jeter le discrédit sur la personne devant chez qui il a été décidé de se suicider.

L'agence américaine *OWI* (Office of War Information) vouée à la propagande outre-mer, créée en juin 1942, commanda en juin 1944 à l'anthropologue Ruth Benedict une étude de la culture et de la psychologie des Japonais qui puisse être utile aux autorités civiles et militaires. C'était un bon choix car cela faisait déjà une année qu'elle avait mis au point une méthode pour mieux conseiller l'*OWI* en vue d'actions de propagande à mener sur les territoires occupés par l'ennemi (Pays-Bas, Thaïlande, etc.) [Kent, 1994]. Bien que Benedict ne parlât pas le japonais et qu'elle ne pût, bien entendu, se rendre sur place comme le veulent les usages de son métier, elle délivra à temps une étude, qui fut publiée une année après la guerre [Benedict, 1946/1995], qui fascina les Japonais parce qu'ils n'avaient jamais eu à réfléchir sur leurs propres particularismes culturels. Cette étude, qui passa systématiquement en revue la question de la propension supposée des Japonais au suicide, influença plusieurs responsables américains qui, sans tout comprendre, arrivèrent néanmoins à la conclusion qu'il fallait absolument obtenir du Japon une reddition immédiate de l'ensemble de ses forces en Asie, car autrement d'interminables foyers de résistance dispersés un peu partout étaient à craindre. C'est Benedict qui fit observer comme indiqué plus haut que le suicide japonais avait toujours été un choix parmi d'autres actions, sauf dans le cas important où il est un substitut à la peine capitale. Elle conclut donc que le gouvernement japonais du temps de guerre avait réussi à restreindre au soldat japonais cette liberté de choix ; et pour inciter ces derniers à la reddition, elle suggéra que la propagande pourrait citer le Bushido afin de leur rappeler les seules raisons traditionnelles pour un Japonais de se suicider [Kent, 1994, p.86]. Il serait donc nécessaire non seulement d'obtenir du gouvernement japonais qu'il décide de capituler « inconditionnellement », chose déjà à la limite du pensable, mais aussi d'obtenir de *tous* les Japonais, même les plus déterminés, qu'ils renoncent à ce qu'ils croyaient qu'on attendait d'eux : combattre jusqu'au suicide pour l'Empereur. Bien des choses allaient donc dépendre des positions soutenues par ce dernier, à supposer qu'il puisse les exprimer. Malgré cette étude de Benedict, et d'autres, probablement aussi peu connues en dehors de l'*OWI*, la plupart des responsables américains ne pensaient clairement pas qu'une reddition japonaise fût possible à court terme.

L'infériorité numérique et qualitative des matériels militaires japonais, comme les avions et les radars, s'aggravant toujours plus, le taux des pertes humaines dans les combats aériens était devenu si élevé pour de si piètres résultats que de plus en plus de pilotes décidèrent de procéder de leur propre initiative à des attaques suicides. La hiérarchie accepta de suivre le mouvement et de l'organiser. La première attaque de ces pilotes, désormais baptisés kamikazes, eut lieu le 25 octobre 1944, et elle causa passablement de surprises et de destructions chez les Américains. Selon l'Amiral Chester W. Nimitz, le chef de la flotte américaine du Pacifique, ce fut en fait la seule surprise de la Guerre du Pacifique ; et pour cause puisque durant toute celle-ci la plus grande partie des communications japonaises fut décryptée. Nimitz était bien placé pour le savoir puisqu'il fit partie des trois amiraux (avec W.L. Leahy et E.J. King, pour ceux que cela intéresse) nommé en décembre 1944 à recevoir le nouveau titre d'Amiral de la Flotte, décerné seulement en temps de guerre, grade à égalité de rang avec le nouveau grade de Général de l'Armée (équivalent à celui de Maréchal en France) décerné à quatre généraux (G.C. Marshall, D. MacArthur, D.D. Eisenhower, H.H. Arnold).

Quoi qu'il en ait été réellement de la motivation et de la liberté de choix des kamikazes, le résultat est le même pour n'importe quel défenseur : lorsque des avions suicides arrivent, il faut les détruire. C'est là que les inventions de l'*OSRD* furent capitales ; en particulier dans la triple combinaison radar–canon autodirecteur–fusée de proximité, où la place de l'être humain avait presque disparu. La plupart des kamikazes furent abattus de la sorte, ou par les chasseurs des porte-avions ; mais une certaine efficacité des kamikazes ne disparut jamais totalement. Elle fut cependant réduite à un niveau militairement acceptable pour les Américains. Toutefois, un certain nombre de kamikazes touchaient leur cible de temps en temps et la haine des soldats américains pour les Japonais s'éleva jusqu'à l'acceptable. La guerre était devenue totale. Il faut dire que si l'attaque suicide avait toujours été pratiquée occasionnellement, parfois même par des Américains désireux de rentabiliser leur mort certaine, elle devint toujours plus encouragée par les autorités japonaises à partir d'octobre 1944 ; ce qui compliquait singulièrement les choses dans la perspective d'avoir à envahir le Japon et

de l'occuper durablement sans devoir tuer tout le monde.

Et que pensaient les autorités japonaises après avoir mis tous leurs espoirs dans leurs kamikazes pour anéantir l'adversaire ? De fait, après avoir constaté que l'héroïsme des kamikazes en uniformes n'empêchait pas l'inexorable progression des Américains, les militaires japonais ne gardèrent plus en cet été 1945 qu'un dernier espoir pour éviter l'invasion du territoire : la crainte de l'ennemi d'avoir à payer un coût du sang exorbitant face à une population entière incitée à se comporter comme des kamikazes. Cette idée inquiétait également fortement les militaires alliés qui cherchaient aussi pour cette raison à limiter le retour en métropole des troupes japonaises déployées sur le Continent. Les Américains pressèrent donc Staline d'entrer en guerre contre le Japon, chose que le dictateur soviétique finit par promettre de mettre à exécution trois mois après la fin de la guerre en Europe. Il y avait en effet des territoires à récupérer et à conquérir pour lui. La Paix fut signée avec l'Allemagne—en fonction des adversaires de l'Ouest et de l'Est—entre le 7 et le 9 mai 1945, et il s'ensuivit que deux jours après Hiroshima, le 8 août à 17 heures, l'ambassadeur du Japon à Moscou y recevait une déclaration de guerre de l'URSS « pour le lendemain » [Gordin, 2007, p.27–28]. Une heure plus tard, donc 18h00 à Moscou mais 0h00 le 9 août dans le fuseau horaire local, des éclaireurs de l'Armée rouge franchissaient discrètement les frontières du Mandchoukouo, un État vassal du Japon, suivis quelques heures plus tard par un million de soldats d'élite soutenus par quelques 500 000 hommes de la logistique. La défense se composait de quelques 200 000 Mandchous et surtout de 713 000 soldats japonais, courageux comme toujours, mais sous-équipés et ignorants de la guerre mécanisée moderne. [Sapir, 1996, p.180–184]. Certains historiens, surtout ceux de l'Est, ont soutenu que cette attaque a plus fait que les bombardements atomiques pour arracher la capitulation du Japon, de par la crainte des autorités de voir le communisme arriver au Japon « dans les fourgons de l'Armée Rouge » avant les Américains.

Alors que partout ailleurs dans le monde des gouvernements dans une situation aussi désespérée auraient cherché à obtenir des conditions de reddition impliquant le minimum de destructions, le particularisme culturel du Japon fit que le point le plus important à sauvegarder aux yeux du Gouvernement était d'assurer la pérennité de l'Empereur. En effet, une mystique nationale construite systématiquement au cours des quelques décennies précédentes, mais fondée sur une longue histoire, avait fait que l'Empereur incarnait la permanence des institutions et du peuple [CosterMullen, 2002]. Et de fait, Hiro-Hito pouvait passer aux yeux des Occidentaux pour l'incarnation à la fois d'un pape (quoique le shintoïsme d'état n'était pas à strictement parler une religion, contrairement au shintoïsme traditionnel) et d'un empereur; mais d'un empereur ayant une autorité difficile à évaluer dans la gestion des affaires temporelles depuis l'étranger, surtout lorsqu'on ne dispose que de messages décryptés et qu'on ne connaît pas les codes culturels des interlocuteurs espionnés, qu'eux-mêmes ne semblaient pas toujours maîtriser :

Le problème de la cessation des hostilités et des voies et moyens pour y parvenir ne fut jamais abordé franchement avant le 22 juin 1945, ni en conseil des ministres et encore moins au Conseil suprême de ceux qu'on appelait les « Six Grands ». (...) D'où, dans les délibérations, un perpétuel colin-maillard auquel se prêtaient ces circonlocutions japonaises qui donnent à l'understatement britannique l'apparence d'un langage direct et brutal.

De ce cache-cache... Shigemitsu [ministre des affaires étrangères] nous apporte un exemple des plus significatifs. Le 13 juin, le marquis Koichi Kido, confident de la pensée impériale en tant que garde du sceau privé, s'en vint trouver le ministre de la Marine pour, écrit Shigemitsu, « lui demander s'il avait réfléchi aux moyens de mettre fin à la guerre ». Yonai lui répondit : « Qu'y puis-je ? Suzuki a sur ce point des convictions très arrêtées. » Là-dessus, Kido se rendit chez Suzuki et lui posa la question : « Avez-vous une idée quelconque concernant le rétablissement de la paix ? » Et à son profond ébahissement, il s'entendit répondre : « Qu'y puis-je ? Yonai est très entêté. » [Bauer, 1975, p.218]

Le fond du problème était que les Alliés avaient d'une part prévu dès janvier 1943 de n'accorder à leurs adversaires de l'Axe qu'une capitulation sans condition ; et qu'à cela s'ajouta l'été suivant la proclamation des Alliés de juger pour crime les auteurs de guerre, ce qui représentait une nouveauté

du Droit international (conférence Anglo-Américaine de Casablanca de janvier 1943, rencontre de Moscou de l'été 1943). En tant que Chef d'État, cela faisait de Hiro-Hito un candidat tout désigné à être jugé pour un crime passible de la peine de mort.

Le Japon était prêt à reconnaître sa défaite en contrepartie d'une garantie en faveur de l'Empereur, alors qu'au contraire les Alliés réitérèrent l'exigence d'une capitulation sans condition par ultimatum lancé lors de la Conférence de Potsdam, le 26 juillet 1945. Comme cette exigence fut annoncée quelques heures à peine après l'essai nucléaire réussi d'Alamogordo au Nouveau-Mexique, on peut se demander si elle aurait été finalement maintenue en cas d'échec ; et surtout combien de temps il aurait fallu aux diplomates et militaires américains pour oser changer d'avis face à leur propre opinion publique et accepter une reddition qui sauve l'Empereur.

Le hasard, et surtout les lois de la physique, en décidèrent autrement. Il y eut Hiroshima et Nagasaki ; puis, le 15 août 1945, le *Gyokuon-hōsō*, le discours radiodiffusé enregistré la veille peu avant minuit dans lequel l'Empereur annonçait à ses sujets son choix de la reddition. Le 22 août, le Gouvernement déclarait à son tour accepter la reddition sans condition, et la Paix fut signée le 2 septembre, les Américains ayant choisi d'épargner l'Empereur qui dut seulement accepter tout ce qu'on lui demandait : retour volontaire en Métropole des contingents japonais, acceptation d'une nouvelle constitution conforme aux vœux des Alliés, renonciation à son statut divin, etc. Des militaires japonais reconnus coupables d'atrocités furent condamnés à mort aux Procès de Tokyo en 1946.

La nécessité d'avoir à épargner Hiro-Hito s'imposa presque d'elle-même ; et le danger de s'en passer fut confirmé lorsque des militaires jusqu'au-boutistes s'efforcèrent le 15 août de s'emparer par la force de l'enregistrement du *Gyokuon-hōsō*. Cela démontra aux Américains que tout Empereur qu'il fut, Hiro-Hito n'était pas à l'abri d'un coup d'état, même effectué en son nom ; et il se peut même qu'un bon nombre de personnalités japonaises se seraient en fait ralliés aux putschistes si elles n'en avaient pas été dissuadées grâce au prétexte de la Bombe toute puissante qui permettait de faire accepter l'inaacceptable tout en sauvant la face.

Cet « effet bombe atomique » ayant été admis par principe, les historiens s'intéressèrent à d'autres aspects de la reddition : par exemple, le lancement de la bombe de Nagasaki trois jours seulement après celle d'Hiroshima a-t-il été utile ou même nécessaire ? En effet, en trois jours aucun gouvernement au monde n'aurait été dans la capacité d'évaluer sérieusement l'ampleur d'une toute nouvelle menace puisque cela aurait été synonyme de prendre pour argent comptant la première fausse nouvelle venue. Rien que d'obtenir la confirmation de « l'exceptionnalité » de la nouvelle bombe atomique devait demander plus d'un jour, et on pouvait estimer qu'il en faudrait encore quelques autres avant d'avoir à en tirer des conclusions définitives. La bombe de Nagasaki fut-elle donc superflue ? Le débat restant ouvert, du moins en partie comme on le verra plus loin, se pose aussi la question de savoir si la bombe de Hiroshima fut, elle, nécessaire ou pas. Et, si elle ne le fut pas, peut-on alors penser que la conclusion des hostilités aurait pu être retardée *délibérément* par les Américains dans le but de pouvoir montrer au Monde (c'est-à-dire l'URSS...) sa redoutable efficacité ?

Pour les raisons mentionnées plus loin, disons que rien ne semble aller *manifestement* dans le sens de cette dernière hypothèse, même si certains personnages ont dû avoir des motifs de le penser. La question serait plutôt de savoir si la bombe atomique aurait pu être lancée plus tôt, par exemple avec une puissance explosive moindre, avec un espoir raisonnable d'entraîner plus rapidement la capitulation recherchée. Cette dernière hypothèse n'est pas absurde car le Japon était déjà clairement vaincu à l'été 1945, l'inéluctable ne pouvant qu'être retardé.

2 Quel est le moyen militaire qui a vraiment vaincu le Japon ?

La question de la principale cause de la reddition du Japon, si l'on met de côté les incompréhensions diplomatico-culturelles, ne pourra sans doute jamais être clairement établie en raison du très grand nombre d'éléments qui ont objectivement conduit ce pays à la défaite. La question est néanmoins intéressante, car tout n'a pas pu se résumer qu'au lancement de nos deux bombes atomiques : il a bien fallu d'abord vaincre le Japon classiquement pour être en mesure d'y larguer des bombes atomiques.

Il est certain que la capacité industrielle des États-Unis était alors environ six fois supérieure à celle du Japon (production d'acier, etc.) et qu'ils étaient plus peuplés (quelques 130 millions contre 70 millions). D'autre part, les États-Unis produisaient sur leur propre sol les deux tiers de la production mondiale de pétrole alors que le Japon devait tout importer des régions qu'il venait juste de conquérir. Cela n'empêcha pas les États-Unis de convertir leur économie en vue de la guerre d'une façon rapide et plus complète que ne le fit le Japon, de sorte qu'on a pu dire que la défaite de ce pays était militairement inscrite dans les étoiles. Des experts ont même affirmé qu'ils ne pouvaient entrevoir quelle stratégie gagnante le Japon aurait pu suivre dès le début de la guerre.

De fait, surfant sur une supériorité technologique évidente, les radars, avions et autres navires américains de tous types finirent par surclasser leurs adversaires tant en performances qu'en quantités. Les télécommunications japonaises furent largement décryptées tout au long du conflit, et en partie même avant le conflit, ce qui n'empêcha pas la surprise de Pearl Harbour en 1941, l'information captée n'ayant été décryptée qu'après le début de l'attaque.

Après trois ans de guerre, l'essentiel de la flotte de combat japonaise avait cessé d'exister en tant que menace, du fait de l'action de l'aéronavale américaine ; et la flotte marchande avait subi le même sort, du fait des sous-marins. Privé de ses approvisionnements, le sort du Japon ne faisait plus de doute bien que le territoire national ne fût même pas encore envahi et que des portions entières de celui-ci restaient encore hors de portée des bombardements massifs. Mais, pour cela même, reconnaître une défaite était tout simplement hors de portée conceptuelle des Japonais. Néanmoins, ces derniers auraient certainement été d'accord avec la phrase que l'on trouve dans *Le Guépard* : « Si nous voulons que tout reste tel que c'est, il faut que tout change ». [diLampedusa, 2007, p.32]

Mais, à la fin, quel argument fit basculer les responsables japonais en faveur de ce changement ? À notre avis, pas la bombe atomique, mais le napalm, comme carburant du bombardement incendiaire des villes.

2.1 Les bombardements incendiaires ?

Le napalm

Les premiers bombardements incendiaires furent effectués en 1937 par la Luftwaffe lors de la Guerre d'Espagne. Il y eut 300 morts et des milliers de blessés à Guernica le 26 avril 1937 ; puis les villes britanniques subirent le « Blitz » du 7 septembre 1940 au 21 mai 1941 qui fit quelques 40'000 morts mais permit aux Britanniques de déterminer que les bombes incendiaires causaient cinq fois plus de destructions que les bombes chargées d'explosifs conventionnels. Cela les incita à leur tour à incendier les villes allemandes, avec les mêmes moyens, mais dans l'idée de faire bien pire.

Des bombes incendiaires au phosphore blanc furent donc utilisées par les deux camps, en grande quantité contre les villes. Libéré par la charge explosive, le phosphore solide se disperse sous la forme de petites particules qui s'enflamment au contact de l'air. Ces particules enflammées causent des plaies douloureuses et longues à guérir. Le plus

grand succès des Anglais fut la tornade de feu qu'ils déclenchèrent sur Hambourg le 27 juillet 1943. Ils réessayèrent systématiquement de reproduire ce résultat pendant deux ans, sans grands succès. Il faut dire que ces bombes au phosphore avaient encore des limites, et elles furent remplacées par des bombes incendiaires métalliques, faites de magnésium et d'aluminium en poudre mélangés à de l'oxyde de zinc et de fer finement dispersés [Fetizon, 1970, p.140].

À Hambourg, d'après les chiffres officiels, il y eut quelques 40'000 victimes de la première tornade de feu créée par un bombardement aérien. Les conditions physiques à réunir pour la création des tornades de feu, intentionnelles ou non, étaient alors encore plus mal comprises qu'aujourd'hui [Forthofer, 2020]. La difficulté pour les planificateurs était de déterminer les conditions climatiques les plus favorables et de trouver le meilleur rapport entre bombes explosives et bombes incendiaires ; ce qui se déterminait empiriquement d'autant mieux qu'on ciblait des objectifs épargnés jusqu'alors. C'est ainsi que sous un prétexte futile fut effectué le 5 janvier 1945 un raid aérien britannique sur la ville française de Royan, une de ces fameuses « poches de l'Atlantique » encore occupée par des troupes allemandes, mais sans plus aucune importance stratégique. Plus de 2 000 tonnes de bombes furent larguées sur le centre de la cité par plusieurs centaines de bombardiers *Lancaster* et la ville qui comptait à l'origine quelques 20'000 habitants fut détruite à 95 % avec plus de 500 victimes civiles et plus de 1000 blessés parmi les 2000 civils qui, en dépit des ordres, avaient refusé d'abandonner leur demeure. Les troupes allemandes, stationnées en périphérie, furent épargnées [Zinn, 2011, p.71]. Pour cette raison, Royan fut rebombardée deux jours de suite, les 14 et 15 avril 1945, le deuxième jour par 1350 avions américains qui larguèrent 725'000 litres de napalm sans qu'on en sache trop la raison. Cinq semaines après le bombardement au napalm de Tokyo du 9 mars, il s'agissait peut-être de juger des effets du napalm sur une ville de construction européenne.

Le napalm s'avéra être la substance incendiaire la plus efficace de la Deuxième Guerre mondiale parce que ce pétrole gélifié adhère à ce qu'il touche. Il fut inventé par Louis Fiesler à l'Université de Harvard en 1942, « le jour de la Saint-Valentin » [Neer, 2011, p.1]. Ce professeur de chimie reçut quelques 360'000 dollars du NDRC [Neer, 2011, p.66] pour découvrir le meilleur produit incendiaire possible, le perfectionner et l'adapter à l'usage des lance-flammes (employés pour la première fois en combat en Sicile en août 1943) et des bombes incendiaires (utilisées en combat pour la première fois le 15 février 1944 sur Pohnpei, une île de Micronésie) [Neer, 2011, p.13–14]. Pour accroître le pouvoir destructeur de cette substance, des répliques de villes japonaises en bois furent construites en Utah dès l'été 1943, puis sur d'autres terrains d'essai en Floride en 1944 et au Maryland au début 1945.

Clairement, on prit bien garde de prendre son temps pour ne pas réitérer l'erreur de Roland Garros, aussi bien en Europe qu'en Asie. A Dresde, le napalm et les conditions météorologiques permirent à nouveau le 13 février 1945 la création d'une tornade de feu, la deuxième de l'histoire du bombardement aérien [Dyson, 1986, p.30/chap 3]. Elle causa un début de prise de conscience de l'opinion publique alliée car il n'y avait plus vraiment de raison d'effectuer de tels bombardements, si ce n'est pour impressionner l'allié soviétique qui n'était plus qu'à quelques kilomètres de la ville. Les Nazis parlèrent longuement de centaines de milliers de morts pour mettre les bombardeurs sur le même plan que les pourvoyeurs et gardiens des camps de concentration ; avant que des enquêtes officielles ne ramènent le nombre des victimes de Dresde à quelques 25'000 victimes.

Ce n'est qu'avec la perte en mars 1945 des Philippines, positionnées entre le Japon et les puits de pétrole de Sumatra et Bornéo désormais inaccessibles, et surtout la perte des îles stratégiques de Saipan et de Tinian aux îles Mariannes, que les autorités japonaises purent commencer à envisager l'enfer à venir. L'invasion de Tinian dura du 24 au 31 juillet 1944, et elle allait être suivie de la construction de ce qui fut probablement la plus grande base aérienne du monde, pouvant accueillir près d'un millier de B-29 *Superforteress*, ainsi que quelques 50'000 soldats. De Tinian, les B-29 à très long rayon d'action pouvaient aller bombarder les villes du sud du Japon, y compris Tokyo ; et aussi larguer des mines dans les ports, coulant de la sorte 9% des navires japonais détruits lors de la guerre.

Seule la présence de chasseurs basés sur l'île d'Iwo Jima, située à environ 1000 km au sud de Tokyo

(voir la carte en couleur de la section 4.1) empêchait les B-29 de s'y rendre en ligne droite. Pour y remédier, un débarquement sur cette île le 19 février 1945 donna lieu à un mois de combats si meurtriers de part et d'autre — 22 000 Japonais et 7000 Américains tués — que l'enthousiasme de ces derniers d'avoir à débarquer au Japon décrut encore. C'est dans le prolongement de cette bataille que la marine impériale effectua sa dernière sortie, pour une mission « suicide » car elle n'aurait jamais pu arriver à temps pour soutenir les défenseurs à terre. Le plus gros cuirassé du monde, le *Yamato*, un croiseur et cinq des huit destroyers qui l'accompagnaient furent coulés le 7 avril 1945. Malgré cela, même à la fin de février 1945, le Japon était certes vaincu, mais pas encore à terre. Les premiers bombardements de jour effectués sur des cibles militaires au moyen de bombes explosives larguées à haute altitude par les B-29 s'avéraient aussi peu efficaces que contre l'Allemagne ; mais tout changea lorsqu'il fut décidé de procéder à des bombardements de nuit à basse altitude larguant des bombes incendiaires au napalm [Costello, 1983, p.231].

Le raid sur Tokyo du 9 mars

Les bombardements de Hambourg en 1943, puis de Dresde en février 1945, avaient causé d'après les chiffres officiels quelques 40'000 et 25'000 victimes respectivement. Le Japon allait connaître bien pire lorsque le premier de ces nouveaux raids incendiaires fut effectué sur Tokyo dans la nuit du 9 mars 1945. Les B-29 américains larguèrent à peu près le même tonnage de bombes que les Lancaster britanniques ne le feraient sur Royan, mais cette fois-ci ils réussirent à provoquer la plus grande tornade de feu de la guerre.

Leur vingt et unième Unité de bombardement, commandée par le général Curtis LeMay et basée dans les Iles Mariannes, attaqua Tokyo avec des bombes incendiaires trois semaines après notre attaque sur Dresde, et obtint les mêmes résultats spectaculaires. C'était leur premier raid [mené le 9 mars 1945 par 334 B-29 relativement peu chargés vu la distance à parcourir, portant au total quelques 2'000 tonnes de bombes incendiaires] dans cette campagne, et ils réussirent ce que nous n'avons jamais réussi à Berlin : ils tuèrent 130 000 personnes et détruisirent la moitié de la ville en une nuit, perdant quatorze avions seulement. [Dyson, 1986, p.53]

L'évaluation du nombre de victimes varie selon les sources, allant d'environ 80'000 à quelques 200'000 qui seraient mentionnées dans un document japonais [CosterMullen, 2002, p.14]. Au total, 267 171 bâtiments furent détruits, 1 008 005 personnes se sont retrouvées sans abri, 40 918 ont été blessées et 83 793 personnes ont été tuées. [Gordin, 2007, p.21]

Le centre commercial de [Tokyo] était détruit à 60 % ; plus de 250'000 habitations, boutiques et manufactures, avaient été dévorées par les flammes. Un million d'êtres humains, sans foyer, erraient tels des fantômes dans le voisinage, en état de choc. Selon des estimations officielles américaines, le nombre de morts s'élevait à 80'000. Mais ce sont au moins 100'000 civils japonais qui avaient péri. Quant à la ville elle-même, près de 42 km² de Tokyo étaient rayés de la carte [Costello, 1983, p.231].

Ces derniers chiffres cités par Costello n'indiquent probablement que les victimes dénombrées, le nombre réel des victimes devant être bien plus élevé si l'on songe que la densité du faubourg de Shitamachi, spécifiquement ciblé, atteignait 100'000 habitants au km² [Costello, 1983, p.229]. Le fait est que le dénombrement des victimes lors de telles tragédies est presque toujours sous-évalué. Par exemple, le rapport officiel du tremblement de terre qui détruisit la région de Tokyo-Yokohama le 1er septembre 1923, qui déclencha lui aussi une tempête de feu, fait état de 580'000 bâtiments détruits et de 141'720 morts, alors que d'autres études évoquent de chiffres allant jusqu'à 400'000 morts.

Pour ce qui est du total des victimes des bombardements sur l'Allemagne durant la Deuxième Guerre mondiale, les chiffres généralement mentionnés, qui vont de 300'000 à 600'000 morts, accréditent aussi bien une image de « retenue » des Anglo-Saxons que celle de sérieux et d'efficacité de la défense nazie. Ces chiffres sont relativement peu mis en cause ; sauf par des militants d'extrême droite désireux d'excuser les atrocités nazies en évoquant celles des Alliés, imaginant le nombre de

200'000 morts à Dresde. Par contre, un expert militaire français retiendrait plus volontiers pour l'ensemble des bombardements alliés sur l'Allemagne un chiffre proche du maximum de la fourchette qui va de un à trois millions de victimes, car autrement il ne voit pas en quelles autres circonstances ce pays aurait pu perdre quelques 3'800'000 civils, même en tenant compte des lourdes pertes lors de l'invasion proprement dite du territoire en 1945 [Schnetzler, 2003, p.76].

Ces aspects politiques rendent difficile une évaluation objective du nombre des victimes ; en revanche, c'est qui sûr, c'est que les cibles urbaines japonaises ne disposaient souvent d'aucune défense passive [Bauer, 1975, p.213], de sorte qu'à Tokyo,

Poussé et activé par le vent qui soufflait à 45 km/h, c'est un véritable raz de marée incendiaire qui envahit la ville, cernant et consumant des quartiers entiers à des températures pouvant atteindre 700 degrés et l'on a cité le cas de cette piscine qui fut retrouvée sans une goutte d'eau et jonchée d'un millier de cadavres ébouillantés. Plus nombreux encore et plus heureux, en définitive, furent ceux qui, faute d'oxygène, périrent d'une mort rapide, l'incendie ayant consommé dans des proportions insupportables cet élément indispensable à l'existence. [Bauer, 1975, p.214]

Cela a peut-être mieux valu qu'il n'existât en général pas de véritables abris aériens au Japon comme en Europe, car ceux qui auraient pu s'y réfugier seraient décédés comme à Hambourg et à Dresde ; alors que les Tokyoïtes eurent une heure pour évacuer la ville avant que les incendies se rassemblent en une tempête de feu.

Les autres raids

Mais ce n'était qu'un commencement. Comme l'a rapporté John Costello [Costello, 1983, p.232] et d'autres, les raids reprirent le lendemain sur Nagoya (8 km² détruits au cœur de la cité industrielle), puis Osaka (23 km² le 14 mars), Kobe (trois jours plus tard), et à nouveau Nagoya pour achever ce qui restait à éliminer.

Mais après ces opérations successives de mise à feu des villes nippones, le stock de bombes incendiaires étant au plus bas, il fallut de nouveau en revenir aux attaques classiques avec les bombes explosives, [Costello, 1983, p.232]

Puis les attaques au napalm reprirent quelques trois semaines plus tard. Cinq cents appareils dévastèrent encore 40 km² de la capitale lors d'un raid effectué *de jour* car les pilotes de la 21ème force aérienne avaient reçu l'ordre formel d'épargner le quartier du palais impérial. Le dernier grand raid de mai fut un bombardement incendiaire diurne contre Yokohama le 29 mai conduit par 517 B-29 escortés par 101 chasseurs P-51; de sorte que l'on peut résumer toutes ces horreurs par le tableau suivant :

Date	Ville	Surface détruite
9 mars	Tokyo	26 km ²
12 mars	Nagoya	5 km ²
14 mars	Osaka	14 km ²
16 mars	Kobe	5 km ²
22 mars	Nagoya	1 km ²
13 avril	Tokyo	18 km ²
15 avril	Tokyo	8 km ²
24 et 26 mai	Tokyo	35 km ²
29 mai	Yokohama	85 %

[Bauer, 1975, p.214]

Puis, les bombardements incendiaires reprirent.

Le 17 juin, les cinq plus grandes cités nippones ayant perdu plus de 80 p. 100 de leur potentiel industriel, l'offensive se reporta sur 23 villes de populations égale ou inférieure à 350 000 habitants. Celles-ci consumées, elle s'en prit, à partir du 12 juillet, aux localités de moins de 100 000 habitants et leur fit connaître un sort pareil. Au total, le 15 août 1945, ce n'était pas moins de 69 villes japonaises qui avaient été l'objet des attaques de la 20ème Air Force et celle-ci avait réduit en cendres 290 kilomètres carrés de bâtisses habitées par 21 millions d'habitants. [Bauer, 1975, p.215]

Comme Dyson a pu l'écrire, ces bombardements incendiaires continuèrent ainsi pendant trois mois et cessèrent le 15 juin, faute de villes nouvelles à incendier [Dyson, 1986, p.53]. Sur un total de 153'000 tonnes de bombes lancées sur le Japon, 98'000 furent des bombes incendiaires. [Dower, 1993, p.325]

Le bilan du napalm

Les raids incendiaires causèrent plus de destructions au Japon que toutes les autres attaques.

Bien qu'un tonnage moindre ait été largué sur le Japon que sur l'Europe, 24 % des logements japonais furent anéantis, ce qui est comparable aux 28 % détruits en Allemagne. Quelque 99,5 % des victimes civiles ont été causées par ces raids aériens au Japon (ce qui n'est pas surprenant, étant donné que la guerre s'est terminée avant tout combat terrestre dans les îles de l'intérieur). [Gordin, 2007, p.21]

Presque 500'000 personnes furent tuées, 13 millions se retrouvèrent sans abris, et quelques 460 km² (178 milles²) de 66 villes furent rasés [CosterMullen, 2002, p.14]. Parmi les raisons du nombre élevé des victimes, outre l'absence de défense passive, le fait que le napalm fut significativement plus destructeur que le thermite [mélange d'aluminium métallique et d'oxyde d'un autre métal] ; et les habitations japonaises se révélèrent près de deux fois plus vulnérables aux feux créés par le napalm que les édifices allemands. On comprend dès lors assez bien qu'une étude américaine d'après-guerre a pu conclure que les bombes au napalm, en combinaison avec les autres moyens militaires classiques, auraient suffi à vaincre le Japon [Neer, 2011, p.3].

Toutefois, toutes les villes japonaises ne furent pas incendiées au napalm. Les Américains décidèrent d'en épargner cinq qui n'avaient pas encore été bombardées : Kyoto, Hiroshima, Yokohama, Kokura et Niigata ; afin que l'on puisse mieux juger de l'efficacité des futures bombes atomiques, ce qui n'aurait pas été possible de démontrer sur des cités déjà dévastées.

2.2 La bombe atomique ?

Trinity ; ou de « l'inutilité » de procéder à des essais nucléaires.

Lorsque l'*US Army* reçut en 1942 de l'*OSRD* la mission de produire de la matière fissile « en quantité industrielle », et de concevoir des bombes susceptibles de fonctionner avec de l'uranium enrichi ou du plutonium, tous les chercheurs pensaient que cela serait coûteux, certes, mais sans grandes difficultés prévisibles. La voie du plutonium semblait la plus directe à suivre, mais des efforts financiers encore plus grands furent consentis pour explorer la voie de l'uranium enrichi pour le cas où celle du plutonium aurait conduit à un échec inattendu. Comme de telles surprises restent toujours possibles dans le domaine scientifique, il fut décidé de réunir les principaux chercheurs les plus capables dans un endroit difficile d'accès et facile à surveiller : Los Alamos. C'est là que furent imaginés plusieurs modèles de bombes atomiques, et que furent regroupés la plupart des cerveaux qui pouvaient être mis à contribution pour dépanner au besoin les autres centres de recherches et de production du Projet Manhattan.

L'inquiétude au sujet de l'utilisabilité du plutonium produit dans des réacteurs s'accrut après l'entrée en service le 4 novembre 1943 à Oak Ridge du réacteur plutonigène expérimental baptisé *X-10*. Le

taux de désintégrations spontanées dû au plutonium-240 fabriqué en même temps que le plutonium-239 désiré se révéla être plus élevé que dans le plutonium fabriqué en quantités minuscules dans les cyclotrons. Cela signifiait que le plutonium produit par les trois grands réacteurs plutonigènes en cours de construction à Hanford serait encore moins utilisable que celui de *X-10* en tant qu'explosif nucléaire. À l'été 1944, les mesures du taux de l'activité neutronique du plutonium-240 montrèrent que cela allait définitivement rendre impossible l'emploi de n'importe quel type de canon pour réunir la masse fissile, en raison du phénomène dit de prédétonation dont nous reparlerons plus loin.

Pour sauver les lourds investissements déjà effectués pour les réacteurs de Hanford, les activités majeures du Laboratoire de Los Alamos furent radicalement réorientées dès le mois de juillet sur des méthodes d'allumage dites par implosion ; provoquées soit par un processus explosif ordinaire (Mark II et Mark III) ou au moyen de « lentilles explosives » (Mark IV). Ce dernier procédé n'avait jamais été étudié en pratique, mais il était théoriquement de loin le plus performant s'il parvenait à conserver suffisamment bien la symétrie sphérique durant toute l'implosion. La perspective théorique était un doublement de la densité de la matière fissile comprimée, d'où un quadruplement de la puissance explosive. Mais l'estimation des performances réelles des engins envisagés restait largement entourée d'incertitudes.

Le 17 août 1944, James B. Conant, l'un des deux superviseurs de l'*OSRD* chargé de conseiller le général Groves écrivit à ce dernier un mémorandum (voir notre Annexe 1) décrivant l'état d'avancement des divers modèles théoriques de bombes alors envisagés à Los Alamos [CosterMulen, 2002, p.250–251]. Nous en avons résumé les données dans le tableau ci-dessous, en y rajoutant le modèle baptisé *Thin Man* qui était basé sur un long et lourd canon de 10 tonnes capable de projeter à 1000 m/s l'une des deux moitiés de matière fissile sous-critique sur l'autre. Ce modèle fut abandonné au mois de juillet à cause de la prédétonation, et ne reçut apparemment aucun nom technique. Comme une vitesse trois fois plus faible suffisait pour l'uranium enrichi, les longueurs du canon pouvaient être diminuées d'un facteur 3, et donc la masse du canon d'un facteur 27. Il en résulta un nouvel engin baptisé *Little Boy*, du nom technique de Mark I. Quant aux engins à implosion, la matière fissile à comprimer pouvait être façonnée sous forme d'un barreau, suspendu par ses extrémités à l'intérieur d'un cylindre creux ou plein (Mark II), ou sous forme d'une sphère positionnée—mais pas suspendue—au centre de l'engin (Mark III et Mark IV). L'implosion était provoquée à l'aide d'explosifs ordinaires entourant le boîtier cylindrique ou sphérique. Une fois que fut démontrée l'efficacité des lentilles explosives, il n'y eut plus de raison de s'intéresser au Mark III, et le Mark IV fut nommé *Fat Man* en raison de sa forme.

model		technical		levitated	explosive	fissile	fissile charge		yield
performance	codename	name	principle	core	lens	material	[crit]	[kg]	[kt]
estimated August 1944	<i>Thin Man</i>	none*	gun	----	----	U, Pu			
	<i>Little Boy</i>	Mark I	gun	----	----	U	3–4	39–52	10–20
	----	Mark II	implosion	yes	no	U, UH3	1	13	0.1–0.5
	----	Mark II	implosion	yes	no	Pu	2	9	0.1–0.5
	----	Mark III	implosion	no	no	U	1/3–2/3	4–8	1–2
	----	Mark III	implosion	no	no	Pu	1	4.5	≤ 1–2
	<i>Fat Man</i>	Mark IV	implosion	no	yes	U	½	6.5	3
	<i>Fat Man</i>	Mark IV	implosion	no	yes	Pu	½	2.3	1
actual August 1945	<i>Little Boy</i>	Hiroshima				U-235	2.7	52.9	15
	<i>Fat Man</i>	Alamogordo (Trinity), Nagasaki				Pu	0.95	6.2	21

* as abandoned in June 1944.

1944 estimates : 1 crit U235 = 13±2 kg ; 1 crit Pu = 4.5 kg

D'après les chiffres indiqués dans le tableau ci-dessus, et les explications de l'encadré ci-dessous, on doit penser que la matière fissile du Mark III à uranium était façonnée comme une sphère creuse (d'où seulement 1/2 à 2/3 de la masse critique nécessaire au démarrage *dans cette configuration*) qui, par implosion effectuée sans l'aide de lentilles explosives, devient une sphère pleine ce qui permet de dépasser le *crit* nécessaire à l'emballement de la réaction en chaîne. En revanche, la mention de 2 *crits* pour le Mark II à plutonium est très certainement utilisée ici comme synonyme de la quantité totale de la matière fissile présente à bord de l'engin, de sorte que le plutonium devait être là aussi façonné sous la forme d'un cylindre creux. Lorsque le Mark II fut abandonné, le Mark III prit le nom

de Mark II, et le Mark IV (*Fat Man*) fut renommé Mark III ; engendrant par la suite de jolies confusions chez les historiens. Les valeurs du tableau pour août 1945 ont été révélées bien après la fin de la Deuxième Guerre mondiale.

Longtemps, jusqu'en été 1944 au moins, les scientifiques ont gardé l'option d'utiliser de « l'hydrure d'uranium » (du deutérure d'uranium, en fait) plus ou moins enrichi à la place d'uranium métallique. L'emploi d'hydrures avait le potentiel de faciliter le démarrage des réactions de fission, mais le défaut majeur de nécessiter plus de matière fissile ; ce qui fut rédhibitoire dans la situation de pénurie

Le *crit* et les masses critiques

Tout le monde sait qu'il faut réunir au moins une quantité minimale de matière fissile, dite masse critique, pour qu'une réaction en chaîne divergente puisse s'enclencher. Le problème est que la masse critique dépend de la matière fissile considérée, plutonium ou uranium-235, de la densité de cette matière, et de sa forme géométrique—la masse critique d'un objet de forme quelconque est par exemple toujours plus élevée que celle, optimale, d'une sphère. Mais l'entretien d'une réaction en chaîne dépend aussi des caractéristiques des neutrons impliqués, rapides ou lents, et de la présence ou non d'un réflecteur de neutrons qui entoure la masse fissile.

Heureusement pour les théoriciens, les réactions en chaîne se ressemblent lorsqu'elles sont décrites de la bonne façon, qui est de faire intervenir le *crit* à la place de la masse critique. Le *crit* n'est d'ailleurs pas une masse à strictement parler puisque la masse critique minimale de l'uranium-235 diffère de celle du plutonium. Techniquement, le *crit* est un nombre pur qui vaut par définition 1 lorsqu'il sert à qualifier la plus petite masse critique de matière fissile dans laquelle une réaction en chaîne est entretenue uniquement par des neutrons rapides. De plus, comme la présence ou l'absence de réflecteur de neutrons peut considérablement changer l'intensité des réactions physiques mises en jeu, on distingue entre un premier *crit* défini sans réflecteur de neutrons d'un autre *crit défini* en présence du meilleur réflecteur de neutrons destiné à l'usage recherché. Entre les étés 1944 (estimations sérieuses) et 1945 (mesures expérimentales), les deux masses critiques associées au *crit* avec réflecteur de neutrons s'accrurent dans les deux cas d'environ 40%, passant de 13 ± 2 kg à environ 20 kg pour l'uranium-235, et de 4,5 kg à environ 6 kg pour le plutonium.

C'est le *crit* qui importe pour décrire les caractéristiques physiques invariantes d'une réaction en chaîne, et donc du rendement d'une bombe, pas la masse de matière fissile. En particulier, on sait réaliser une bombe atomique si, étant une quantité donnée de matière fissile, on sait comment faire varier la valeur du *crit* de l'engin : il faut passer au plus vite d'une valeur du *crit* inférieure à 1 (mode sous-critique) à une valeur de *crit* la plus élevée possible (si possible plus grande que 3 après l'allumage) afin d'obtenir le meilleur rendement énergétique. Pour ce faire, il faut d'une manière ou d'une autre faire varier la densité moyenne de la matière fissile ; par exemple en réunissant très rapidement deux pièces non sphériques en une seule pièce quasi sphérique (mode du canon). Dans une méthode par implosion cylindrique ou sphérique, on utilise le fait qu'une quantité de matière fissile donnée voit sa valeur en *crit* varier avec le carré de sa densité *moyenne* ; ce qui peut être obtenu soit en comprimant la matière fissile à une densité plus élevée au moyen de puissantes ondes de chocs, ou en partant d'une coquille sphérique creuse, puisque la densité moyenne de ladite coquille augmente au fur et à mesure que la matière fissile se précipite vers le centre.

en uranium hautement enrichi qui dura jusqu'à la fin de la guerre. Pour une raison ou pour une autre, probablement pour ne pas encourager les proliférateurs qui auraient pu être tentés d'explorer la voie des hydrures faute de connaître les lentilles explosives, les comptes rendus officiels du projet Manhattan ne mentionnent pas les caractéristiques techniques du Mark II.

La complexité des calculs d'efficacité de tous les modèles avec lentilles explosives défia les théoriciens jusqu'à l'été 1945. Des paris furent même organisés entre les chercheurs qui étaient invités à choisir entre des valeurs pré-imprimées allant de 0 *kt* (choisie par Ramsey) et 0,3 *kt*

(Oppenheimer) à 45 kt (Teller) en passant par 1,4 kt (Kistiakowsky) et 8 kt (Bethe), le dernier sondé n'ayant plus que le choix de prendre 18 kt (Rabi) [Rhodes, 1986, p.656]. Un essai fut effectué le 16 juillet 1945 à Alamogordo dans le Nouveau-Mexique afin de connaître les caractéristiques explosives du Mark IV (*Fat Man*) positionné sur une tour de 30 mètres de haut. Manifestement, ce jour-là, on était encore dans la logique de ne pas répéter l'erreur de Roland Garros en vérifiant le maximum de paramètres.

À la surprise quasi générale, le résultat de l'explosion fut qu'un facteur d'amplification d'environ 20 fut gagné sur les prévisions d'un Mark IV dépourvu de bonnes lentilles explosives, soit une valeur près de quatre fois supérieure à la valeur moyenne attendue à Los Alamos, de sorte que la plupart des instruments de mesures placés trop près furent détruits lors de l'essai ! Néanmoins la puissance put être estimée à 18,6 kt. C'était la donnée la plus importante à connaître car la *Commission des cibles* en avait besoin pour déterminer l'altitude à laquelle faire détonner le *Fat Man* afin de produire le maximum de destructions au sol et de générer ainsi l'effet le plus spectaculaire. En effet, lors d'une visite à Los Alamos en septembre 1943, von Neumann avait mentionné que l'on devait s'attendre à un accroissement considérable de la surface des destructions en procédant à une détonation à une hauteur appréciable (de 1 à 2 kilomètres) [Hoddeson, 1993, p.183–184], car la surpression au niveau du sol serait alors deux fois plus importante que ce que l'on pensait. Voir notre Annexe 2.

Le désir de destruction maximale provenait, entre autres, de la *Commission des cibles* chargée de sélectionner les villes pour que la démonstration de puissance fût la plus spectaculaire. Cette commission manifestement faisait confiance aux calculs de von Neumann puisqu'elle ne voulut pas d'une explosion au sol. Un détonateur capable d'enclencher l'explosion à une altitude prédéterminée fut même spécifiquement conçu dans ce but [Wellerstein, 2012].

Le 30 juillet, Groves écrivit au général Marshall que sur le maximum théorique des 100 kt d'énergie qui auraient pu être libérée par une transmutation complète de la matière fissile, de 21 à 24 kt l'avait effectivement été avec la répartition suivante : 14 à 17 kt sous forme de souffle (onde de choc), 2,5 kt sous forme de rayonnement, et 4 kt sous forme de chaleur. Il expliqua ensuite qu'avec une telle explosion effectuée à l'altitude prévue de 1800 pieds, le choc serait mortel sur un rayon au sol de 300 pieds, de 1550 à 2000 pieds pour la chaleur et le rayonnement, et de peut-être 3500 pieds pour un être humain non protégé. De plus, se basant sur le *Fat Man* juste essayé à une hauteur de seulement 100 pieds de haut, Groves n'envisagea pas la présence de radioactivité au sol si la détonation avait lieu à une hauteur de 1800 pieds, de sorte que les troupes américaines auraient pu aussitôt, selon lui, pénétrer dans la zone bombardée, de préférence à bord de véhicules, mais aussi à pied si on le voulait. De plus, il estimait la disponibilité en bombes atomiques à hauteur de trois en août, trois en septembre, quatre à cinq en octobre et cinq en novembre. [Bernstein, 1991 p.160–161]

Quant aux derniers calculs de puissance explosive du Mark I (*Little Boy*), plus facile à modéliser que pour le Mark IV, ils prédisaient quelques 15 kt. Cela impliquait que la bombe d'Hiroshima aurait dû être détonnée à une altitude optimale de quelques 2500 pieds si l'on en croit un logiciel de simulation utilisé par Alex Wellerstein, un spécialiste des questions nucléaires qui est un des rares à s'être spécifiquement intéressé à cette question ; ce qui est une valeur très proche des 2400 pieds évoqués par la *Commission des cibles* [Wellerstein, 2013]. Il fut néanmoins décidé sur recommandation de Robert Oppenheimer [Hoddeson, 1993, p.261] de faire exploser la bombe d'Hiroshima à une hauteur de quelques 1900 pieds (600 mètres), optimale pour une puissance explosive d'environ 7 kt, et celle de Nagasaki à 1650 pieds (500 mètres), typique d'une puissance explosive de 5 kt alors que l'essai d'Alamogordo avait pourtant indiqué une valeur proche de 20 kt, selon les critères d'évaluation retenus, avec 18,6 kt comme meilleure estimation.

Pour l'anecdote, il s'avère que l'essai de Trinity à Alamogordo est encore, sans que ses instigateurs ne s'en soient jamais doutés, une des plus longues expériences scientifiques de l'histoire. Plus de 75 ans après l'explosion, on a analysé des éclats de couleur orange immergés dans la masse de trinitite verte fabriquée à partir du sable et des résidus métalliques de la tour au sommet de laquelle le *Fat Man* avait explosé. La surprise est que cette trinitite orange s'avère être en fait le premier quasicristal fabriqué par l'homme [Bindi, 2021], bien avant que le théoricien Yves Meyer pense le premier à ce concept en 1972.

Alors, pourquoi s'être donné la peine d'effectuer l'essai d'Alamogordo et ne pas tenir compte du seul résultat scientifique important en vue du choix de l'altitude d'explosion ? C'est que les expériences scientifiques sont conçues pour lever une incertitude scientifique, voire une ignorance complète ; alors qu'au contraire, pour éviter l'erreur de Roland Garros, il faut anticiper ce qui pourrait malgré tout aller de travers sur le champ de bataille ; comme la « prédétonation » .

Le terme prédétonation est plus précis que préallumage, car un préallumage n'implique pas une moins grande puissance de l'explosion. En revanche, une prédétonation libère toujours moins d'énergie qu'escompté ; sans que ce soit dû à un défaut de fabrication ou de mise en oeuvre. C'est un risque qui ne peut pas être totalement éliminé, mais seulement fortement réduit par une optimisation dans la conception d'une arme atomique.

On sait qu'il n'y a presque pas d'énergie de fission libérée par des réactions en chaîne enclenchées dans une masse fissile à peine supérieure à la masse critique : cette matière se dilate sous l'effet du rayonnement induit et l'assemblage repasse aussitôt en mode sous-critique, interrompant l'ensemble du processus. Pour qu'une explosion atomique soit relativement efficace, il faut que la réaction en chaîne s'enclenche dans une quantité de matière fissile proche de trois fois la masse critique. Que l'on procède au moyen de la méthode du canon ou de celle par implosion, il faut nécessairement une certaine durée pour que la matière fissile passe d'une masse critique à, disons, trois masses critiques. Or, il y a toujours une certaine probabilité qu'un neutron apparaisse dans la matière fissile durant cet intervalle de temps et enclenche prématurément la réaction en chaîne avec un mauvais rendement, que ce neutron provienne d'une désintégration spontanée dans les matériaux présents dans l'engin ou lors de l'impact d'un malencontreux rayon cosmique. Il y a donc toujours une certaine probabilité qu'une bombe atomique ordinaire n'explose pas avec toute la puissance attendue : c'est le risque de prédétonation.

Un document de Gregory Jones rapporte ce problème tel que mentionné dans deux mémorandums écrits entre l'essai d'Alamogordo du 16 juillet et le lancer sur Nagasaki du 9 août. Dans le premier, Oppenheimer écrit :

La possibilité que le premier Fat Man de combat au plutonium fournisse une performance moins qu'optimale est d'environ 12 %. Il y a environ 6 % de chances que l'énergie libérée soit inférieure à 5 000 tonnes, et environ 2 % de chances qu'elle soit inférieure à 1 000 tonnes. Elle ne devrait pas être bien inférieure à 1 000 tonnes, sauf en cas de dysfonctionnement réel de certains composants. [Jones, 2018, p.60]

Dans le deuxième mémorandum, Groves décrit les problèmes auxquels on doit s'attendre en intervenant audacieusement pour accroître la cadence de production du plutonium :

Il y a une augmentation certaine de possibilité [de prédétonation] , de 12 % à 20 %, au fur et à mesure que nous augmentons notre taux de production à [Hanford], avec le type d'arme testé, que l'explosion sera plus faible en raison d'une détonation avant le moment optimal. Mais en tout état de cause, l'explosion devrait être de l'ordre de milliers de tonnes. La difficulté vient du fait qu'un isotope indésirable est produit en plus grande quantité à mesure que le taux de production augmente. [Jones, 2018, p.60]

Ici, Groves fait allusion aux risques liés à la très grande présence de plutonium-240 dans le plutonium lorsque ce dernier est produit dans un réacteur plutonigène « survolté ». D'un autre côté, une prédétonation n'implique en principe pas une puissance explosive proche de zéro. Revisitant ce genre de considérations en 1993, J. Carson Mark montra alors que l'énergie libérée par un *Fat Man* au plutonium serait en fait toujours supérieure ou égale à environ 0,7 kt, et qu'avec cette valeur :

Un tel rendement serait déjà dévastateur puisqu'il y aurait une surface létale d'environ 25% de celle de l'arme de 16 kilotonnes qui a détruit Hiroshima. [Jones, 2018, p.61]

En résumé, la bombe de Nagasaki avait une probabilité estimée en 1944 de 12% de prédétoner, ce

qui aurait pu provoquer une explosion allant de 0,7 à 20 kt selon le moment où se serait enclenchée la réaction en chaîne.

Il fallut environ 47 secondes de chute libre pour que le *Fat Man* de Nagasaki largué à l'altitude de 28'900 pieds explose à quelques 1650 pieds. [CosterMullen, 2002, p.77]. Ce n'est donc pas la seconde supplémentaire pour que la bombe passe de 2000 pieds à 1400 pieds qui aurait notablement diminué le risque de destruction de l'avion sous l'effet de l'onde de choc. Ce souci de préserver l'avion n'était donc pas derrière la recommandation d'Oppenheimer de faire détonner ce *Fat Man* de 21 kt à une hauteur plus faible qu'un *Little Boy* de 15 kt puisque l'option de ralentir la chute de la bombe au moyen d'un parachute aurait nui à la précision du lancer et favorisé la défense antiaérienne. Dès lors, on ne voit guère d'autre raison à cette recommandation qu'un risque de prédétonation plus élevé, qui semble avéré. En effet, on sait que la matière fissile d'un *Little Boy*, est certes composée à 80% d'uranium-235, mais les autres 20% d'U-238 subissent 70 fissions spontanées par seconde. Comme chaque fission crée en moyenne 2,5 neutrons qui ont chacun une probabilité de plus de 40% d'engendrer une autre fission, il doit y avoir pendant les 1,35 millisecondes de supercriticité qui précède l'assemblage optimal une probabilité de fission de 10 % avec une probabilité de prédétonation un peu moins élevée [Wikipedia, Nuclear]. Le risque exact de prédétonation du *Little Boy* n'est donc pas explicitement mentionné, mais il est clairement inférieur au 12% du *Fat Man*.

Quoi qu'il en soit, tout fut fait pour que la bombe ne survive pas à un lancer :

Pour une destruction maximale, les bombes atomiques devaient exploser à environ 500 m du sol. Pour ce faire, l'engin était équipé de quatre détonateurs actionnés par radar, d'un détonateur barométrique et de détonateurs par impact sur le nez ou les ailerons de queue, dans le cas où les cinq autres auraient dysfonctionné. [Brown, 2009, p.424–425]

Hiroshima et Nagasaki

On dispose de nombreux chiffres au sujet des destructions effectuées à Hiroshima et Nagasaki : 70'000 des 76'000 bâtiments d'Hiroshima furent détruits [Rhodes, 1986, p.728] ; les estimations les plus récentes font état de 140'000 morts à la fin de 1945 pour atteindre 200'000 cinq ans après, suite aux effets de chocs, des radiations et des retombées [Rhodes, 1986, p.734]. Le taux de décès jusqu'à la fin de 1945 fut de 54%, une densité de morts extraordinaire si l'on remarque que le taux de décès du bombardement incendiaire de Tokyo du 9 mars, avec 100'000 morts pour un million de blessés, fut seulement de 10%. [Rhodes, 1986, p.734]

Comme toujours, le nombre réel des tués apparaît réduit si l'on s'en tient aux victimes instantanées, les chiffres officiels se plaisant à mentionner typiquement quelques 80'000 morts et 40'000 blessés.

Aussi épouvantable que soit le nombre de victimes japonaises, ces récits ne font souvent pas état des décès supplémentaires de non Japonais : entre 6 500 et 10 000 Coréens enrôlés pour travailler à Hiroshima ; 1 000 Américains d'origine japonaise de deuxième génération pris au piège dans la ville depuis l'attaque de Pearl Harbor en décembre 1941 ; plusieurs centaines de Chinois ; et un petit nombre d'étudiants d'Asie du Sud-Est, de prisonniers de guerre britanniques et néerlandais et de prêtres européens. [Gordin, 2007, p.107]

Pour ce qui est de Nagasaki, Rhodes y mentionne 70'000 morts à la fin de l'année 1945 et 140'000 en tout dans les 5 années qui suivirent, pour atteindre un taux de décès de 54% similaire à celui d'Hiroshima [Rhodes, 1986, p.742].

On sait moins que des tornades de feu furent créées aussi bien à Hiroshima qu'à Nagasaki ; et que ce sont elles qui ont été responsables de la plupart des décès. [Wellerstein, 2012]

Cela laisse supposer qu'il y aurait encore eu bien plus de morts à Tokyo le 9 mars si la tornade de feu s'était produite immédiatement ; de sorte que si le taux de 54% de victimes y avait également été

atteint, le nombre des décès aurait pu avoisiner les 700'000.

Le fait est que les bombardements incendiaires ne se sont montrés complètement apocalyptiques que si une tempête de feu s'enclenchait, ce qui ne s'est apparemment produit qu'une seule fois à Tokyo, le 9 mars, comme on peut le penser à partir des chiffres donnés dans *La guerre sans pitié* de John Dower :

En utilisant les chiffres officiels des décès dus aux bombardements conventionnels et les estimations révisées actuelles des victimes de la bombe atomique, le nombre de civils tués au Japon proprement dit fut approximativement le suivant:

Tokyo	97 031
Hiroshima	140 000
Nagasaki	70 000
63 autres cités	86 336

[Dower, 1993, p.298]

En effet, la moyenne des décès dans les « 63 autres villes » s'élève à 1370 victimes, c'est-à-dire un ordre de grandeur typique des bombardements incendiaires ordinaires, que ce soit avec du napalm comme à Royan, ou sans. On peut aussi penser que ce nombre « limité » de victimes est plus probablement dû au fait que les habitants ont appris à fuir leurs lieux d'habitations à la première alerte, de sorte que les 86'336 victimes mentionnées par Dower laissent peut-être la possibilité de plus d'une tornade de feu ; d'autant plus qu'on pense qu'il faut environ une heure pour qu'elle s'enclenche, laissant ainsi le temps aux habitants pour fuir à la campagne.

Ce qui est assez étonnant, c'est que si l'on exclut le raid du 9 mars 1945 sur Tokyo au cours duquel 100'000 Japonais ont perdu la vie, les raids sur Hiroshima et Nagasaki ont fait plus de morts que le total combiné résultant des soixante-trois autres bombardements incendiaires des villes japonaises. Même si l'on a des raisons de penser que les nombres mentionnés par Dower sont sous-évalués, l'égalité approximative du nombre des victimes atomiques et de celles « seulement » incinérées se retrouve aussi avec les autres nombres plus élevés que nous avons mentionnés avant les siens selon lesquels les bombardements incendiaires auraient officiellement fait près de 500'000 victimes. En retranchant les 130'000 du raid du 9 mars, nous arrivons à quelques 370'000 morts à comparer avec les 340'000 victimes cumulées jusqu'en 1950 des bombes lancées sur Hiroshima (200'000) et Nagasaki (140'000).

Il ne faudrait pas en conclure qu'il suffirait « d'interdire » les tempêtes de feu pour « humaniser » les bombardements incendiaires des villes au prétexte que seules ces tempêtes tuent à coup sûr les personnes réfugiées dans les abris, car :

maints témoignages de soldats ayant vécu des bombardements alors qu'ils se trouvaient chez eux en permission montrent que la peur éprouvée dans les abris dépassait de loin celle du front. Non seulement il est plus difficile de subir un bombardement sans avoir la possibilité de répliquer, mais cette passivité, qui s'accorde difficilement avec les vertus guerrières et viriles, les expose à une castration symbolique. [Hippler, 2014, p.171]

Des atomistes ont essayé « d'excuser » les bombardements atomiques d'Hiroshima et Nagasaki en invoquant l'argument que si ces villes n'avaient pas été épargnées délibérément pour mettre en évidence l'efficacité des explosions nucléaires, elles auraient été de toute façon détruites avant au moyen de bombardements incendiaires et « plus personne aujourd'hui ne se souviendrait de leurs noms » [CosterMullen, 2002, p.15]. Certes, mais il y aurait aussi eu très certainement beaucoup moins de victimes, vu la relativement faible probabilité d'enclencher instantanément une tempête de feu au napalm par comparaison avec un allumage atomique, même sur des villes japonaises construites avec beaucoup de bois et autres matières inflammables.

3 Pour quelle raison le Japon s'est-il donc finalement rendu ?

3.1 Suppositions ...

Tout le monde était conscient au début de l'été 1945 que le Japon était vaincu militairement, et promis à une destruction complète s'il ne se rendait pas « aux conditions des Alliés ». Celles-ci étaient en principe claires : reddition sans condition et jugement des auteurs de crimes de guerre. Mais, dans la mesure où les Alliés n'avaient pas défini noir sur blanc ce qu'ils entendaient par « crimes de guerre », les Japonais pouvaient bien se demander si les punitions à venir frapperaient seulement les forces armées ou l'ensemble des institutions nationales jugées responsables.

Bien que les plus hautes autorités japonaises aient été clairement conscientes de la situation inextricable dans laquelle le pays se trouvait, la question pour elles était de savoir comment déposer les armes tout en assurant un avenir à l'ensemble du pays, ce qui n'était pas garanti en cas d'acceptation d'une reddition inconditionnelle. Il y avait certes la question du maintien de l'Empereur sur le trône en raison de sa symbolique bien connue. Et bien sûr, il fallait convaincre l'ensemble des Japonais de suivre le mouvement, ce qui en raison d'une propagande de guerre trompeusement optimiste n'était pas simple, malgré l'ampleur des bombardements incendiaires bien visibles depuis cinq mois, car aussi récemment qu'en octobre 1944 l'Empereur avait proclamé « une journée de victoire officielle, la première depuis deux ans », sur la base d'un communiqué militaire fantaisiste revendiquant l'anéantissement complet de la flotte américaine du Pacifique par les kamikazes [Costello, 1983, p.179]. Quant aux militaires, ils se rassuraient en pensant en cet été 1945 qu'ils disposaient de « plus de 9000 avions pilotés par des aviateurs rêvant de s'immoler pour la défense de la patrie » [Costello, 1983, p.258-259].

Certes, on l'a vu, cela faisait depuis longtemps que l'alimentation des Japonais était « soumise aux rationnements les plus draconiens ; quant aux vêtements fabriqués depuis les hostilités, ils étaient si fragiles que les Japonais étaient contraints de les garder sales, au risque de les voir partir au premier lavage... » [Costello, 1983, p.209]. Du point de vue militaire, on l'a vu, tout n'était plus qu'une question de temps. À la mi-juillet 1945, les services de renseignement américains estimaient les forces combattantes japonaises à près de cinq millions d'hommes : un peu moins de deux millions dans la métropole, un peu plus de deux millions en Corée, Mandchourie et Chine, deux cent mille en Indochine, Thaïlande et Birmanie, et plus de cinq cent mille ailleurs en Asie du Sud-Est dont les Philippines, sans oublier cent mille piégés sur diverses îles du Pacifique [Stimson, 1947]. C'était une évaluation raisonnable, bien que légèrement sous-estimée, sachant qu'en fait les forces terrestres japonaises comptaient encore 6 983 000 hommes, dont 2 576 000 affectés à la défense de la métropole [Bauer, 1975, p.215]. La différence entre estimations et réalité importait peu puisque les forces alliées auraient de toute façon disposé sur le champ de bataille choisi d'une supériorité écrasante. L'invasion de Kyushu, la plus au sud-ouest des îles principales du Japon où l'on trouve Hiroshima, programmée pour le 1er novembre 1945, prévoyait d'impliquer directement ou indirectement cinq millions de soldats, pilotes et marins aguerris, le plus souvent bien équipés. Puis au printemps de 1946 devait suivre l'invasion de Honshu, la plus grande île du Japon [Stimson, 1947].

Le 13 août, la reddition n'étant toujours pas venue, le général Marshall en vint à prophétiser que l'impact psychologique des deux bombes atomiques utilisées stratégiquement irait en diminuant, de sorte qu'il fallait songer à utiliser les suivantes tactiquement, sur le champ de bataille. Comme il était lui aussi tenu dans l'ignorance de probables retombées radioactives, il envisageait assez sereinement de faire traverser les zones irradiées par ses troupes. Quant à l'assistant de Groves, le Colonel Seeman, il assura à un très haut gradé, le Lieutenant général John Hull, qu'au moins sept bombes

atomiques seraient disponibles pour le débarquement prévu le 1er novembre sur l'île de Kyushu. [Bernstein, 1991 p.165]

Mais on n'en était pas encore arrivé à cette extrémité-là. Informés ou non par les recommandations de l'étude de Ruth Benedict, de l'ambassadeur Grew ou de toute autre personne connaissant bien les Japonais, les responsables américains avaient été instruits sur la nature de la rigidité de leurs homologues japonais : la nécessité de recueillir tous les avis prend beaucoup de temps, et réorienter une action déjà entreprise encore plus ; car prendre à tort ou à raison une résolution brutale pour corriger une trajectoire adoptée après de longues tractations peut faire perdre la face à des personnes honorables qui ont fait de leur mieux pour mener à bien une entreprise consensuelle. Une des conséquences inévitables de ce particularisme culturel faisait que tous les Japonais cherchaient désespérément à épargner l'Empereur autant que possible de la colère de l'adversaire en échange d'une reddition de l'ensemble du pays. Mais, cet adversaire avait lui aussi ses propres préoccupations.

Truman ne se crut pas de force à remonter le courant de l'opinion publique qui voyait en l'empereur Hiro-Hito le principal responsable de l'agression de Pearl Harbor et l'ennemi à abattre. [Bauer, 1975, p.224]

Comme alternative à la promesse d'épargner l'Empereur, les Américains ont alors pressenti confusément qu'une « stratégie de choc » pourrait éventuellement dégripper une situation bien bloquée ; mais personne ne savait exactement en quoi pourrait constituer un tel choc dans la mesure où tout ce qui avait contribué à mettre le Japon dans sa situation désespérée n'avait entraîné aucun signe de résignation. En effet, quoi proposer si l'anéantissement des flottes militaire et marchande, le blocus total de l'archipel et les bombardements incendiaires n'avaient point produits d'effets ? Même l'espoir de voir la prise le 22 juin 1945 de l'île d'Okinawa, japonaise depuis 1879, comme un tel choc fut déçu. Trois grandes options de choc restaient encore ouvertes : l'entrée en guerre de l'Union soviétique contre le Japon, l'emploi d'armes déshonorantes, interdites par les traités ou la réprobation universelle, comme les armes radiologiques, chimiques ou biologiques. Et il y avait aussi cette promesse de la bombe atomique à venir dont aucun traité ne régulaient l'emploi, vu que les Grandes puissances n'avaient pas voulu criminaliser le bombardement des villes à la sortie de la Première Guerre mondiale, toutes l'ayant pratiqué à plus ou moins faible échelle.

Les Anglo-Saxons demandèrent donc à l'URSS d'intervenir au plus tôt, mais ils ne pouvaient être sûrs de sa participation ; et l'on renonça à l'emploi des armes biologiques et chimiques à l'efficacité imprévisible en raison des conditions météorologiques et sanitaires changeantes d'un moment à l'autre. Si l'heure de la bombe atomique devait sonner un jour, le moment en était venu.

À la deuxième réunion de la *Commission des cibles* à Los Alamos, les 10 et 11 mai 1945, voir notre Annexe 3, cinq villes furent choisies pour être épargnées par les bombardements incendiaires afin d'être les cibles des armes atomiques qui devaient être lancées au fur et à mesure de leurs disponibilités : 1) Kyoto, 2) Hiroshima, 3) Yokohama, 4) Kokura, et 5) Niigata [Derry, 1945]. Kyoto fut placé en tête de cette liste pour les raisons suivantes : son million d'habitants et la présence d'usines d'armements (moteurs d'avions) et, aussi incroyable que cela puisse paraître, le fait que de nombreuses personnes s'y réfugiaient au fur et à mesure que les autres villes japonaises étaient incendiées. Mais il y avait aussi un autre motif, perturbant, répété deux fois, aux paragraphes 6 A1 et 7 B, à savoir que Kyoto était un centre intellectuel du Japon de sorte que les personnes qui y habitaient seraient « plus aptes que d'autres à apprécier la signification d'une arme comme la bombe atomique » !

Mais on se demande en quoi la capacité de ces personnes « à apprécier l'événement » pour en mourir aussitôt aurait-elle été utile à quiconque ? Heureusement, mais pas pour tout le monde, Stimson exigea plus tard, contre l'avis de la plupart de ses militaires et scientifiques, que Kyoto soit épargnée au motif de raisons culturelles supérieures enrobées de justifications humanitaires. Ses motifs relevaient évidemment de la pure propagande en vue de l'après-guerre dans la mesure où les bombardements incendiaires, eux, ne furent jamais limités d'une manière ou d'une autre : les États-Unis et le Japon étaient depuis longtemps en guerre totale l'un contre l'autre. Puis Yokohama

disparut ultérieurement de la liste pour être remplacée par Nagasaki. La liste des cibles réservées ne fut en fait finalisée que le 25 juillet avec dans l'ordre ces quatre villes : 1) Hiroshima, 2) Kokura, 3) Niigata et 4) Nagasaki. Quant aux motivations militaires avancées comme des raisons pour atomiser ces cités, elles n'étaient elles aussi que des prétextes : comme l'historien américain J. Samuel Walker, cité par Alex Wellerstein, a pu l'écrire :

si Hiroshima avait été une cible militaire plus importante, elle aurait probablement déjà été bombardée beaucoup plus tôt—le fait qu'elle était encore intacte reflétait en partie un manque de présence militaire. [Wellerstein, 2014]

Le 26 juillet, les Anglo-Saxons envoyèrent au Japon un ultimatum aux conditions de reddition parfois qualifiées de généreuses [CosterMullen, 2002, p.402] – ils pouvaient bien se le permettre après avoir pratiquement déjà tout rasé – sans qu'on y trouve cependant une allusion au sort que les vainqueurs entendaient réserver à la dynastie impériale [Bauer, 1975, p.235]. Cela donna l'occasion et le prétexte aux militaires du gouvernement japonais de torpiller de futures tractations par des fuites orchestrées dans la presse ; ce qui fut interprété par les Américains comme une fin de non-recevoir venant de l'ensemble du gouvernement.

Le sort d'Hiroshima était désormais scellé, puisqu'à Washington le général Thomas Handy, le chef d'État-major remplaçant Marshall qui était alors à Potsdam, avait signé le 24 juillet l'ordre de procéder aux lancers nucléaires à la première opportunité météorologique favorable. Cet ordre avait en fait été directement conçu par Groves pour laisser aux commandants sur le terrain une grande marge de manoeuvre quant à la date, l'heure de l'attaque et le choix des cibles. [Goldberg, 1998, p.73]

Les autorités politiques, quant à elles, n'y étaient pour pas grand chose car elles n'avaient pas pour habitude, ni volonté, d'intervenir à chaque fois qu'une nouvelle arme était introduite sur le champ de bataille ; or la bombe atomique n'avait encore jamais été considérée par les militaires autrement que comme une arme tactique à utiliser sur le champ de bataille, ou ailleurs, à la discrétion des hauts gradés. La bombe à uranium, prête dès le 1er août, fut utilisée cinq jours plus tard, avec les résultats matériels et humains que l'on sait.

Un communiqué américain parfaitement préparé fut diffusé aussitôt par la Maison Blanche au nom du président Truman qui n'était pas encore revenu de sa tournée en Europe. Dans les trois premiers paragraphes, on y « instruisait » les Japonais, ainsi que les Américains et le reste du monde, quant à l'existence et aux particularités des armes atomiques :

Il y a seize heures, un avion américain a largué une bombe sur Hiroshima, une importante base de l'armée japonaise. Cette bombe avait une puissance supérieure à 20 000 tonnes de T.N.T. Elle avait plus de deux mille fois la puissance explosive du "grand chelem" britannique, la plus grosse bombe jamais utilisée dans l'histoire de la guerre.

Les Japonais ont commencé la guerre depuis les airs à Pearl Harbor. Ils l'ont payé en retour de nombreuses fois. Et ce n'est pas encore fini. Avec cette bombe, nous avons maintenant ajouté un accroissement nouveau et révolutionnaire dans la destruction pour compléter la puissance croissante de nos forces armées. Dans leur modèle actuel, ces bombes sont maintenant en production, et des modèles encore plus puissants sont en cours de développement.

Il s'agit d'une bombe atomique. C'est une domestication de la puissance fondamentale de l'univers. La force dans laquelle le soleil puise sa puissance a été libérée contre ceux qui ont apporté la guerre en Extrême-Orient. [Gordin, 2007, p.85–86]

Chacun de ces trois paragraphes sans être complètement faux était subtilement trompeur car les Japonais ne pouvaient les prendre en défaut. Hiroshima ne fut pas qu'une base militaire, mais surtout une ville habitée de civils ; et personne n'avait jamais mesuré la puissance explosive du *Little Boy* largué sur la ville, les estimations théoriques tournant autour de 15 kt seulement, contre les 20

mentionnées dans le communiqué. On laissait sous-entendre que ces bombes à *fission* étaient maintenant en phase de production industrielle, et qu'elles étaient actionnées avec la même énergie *de fusion* que le Soleil, peut-être pour montrer aux Japonais que les Américains étaient plus en contact avec les secrets solaires que l'Empereur, pourtant descendant direct de la déesse Amaterasu, symbolisée au centre du drapeau japonais par un cercle solaire, avec ou sans rayons.

Quant à l'effet des points mentionnés, complétés de menaces additionnelles, il ne fut pas immédiat sur les hauts responsables japonais, comme on aurait pu s'y attendre. Comment en effet être certain, à 774 kilomètres de distance, de la véracité d'une information « incroyable » qui pouvait entraîner une conséquence aussi majeure qu'une capitulation ? Il est évident que quelques jours au moins seraient nécessaires pour vérifier l'information et l'analyser pour en tirer une éventuelle décision ; raison pour laquelle, peut-être, les scientifiques haut placés avaient pensé aux États-Unis que le lancer du deuxième engin aurait lieu à partir du 11 août.

Les décryptages diplomatiques (MAGIC) et militaires (ULTRA) des communications japonaises reçues par les États-Unis se sont révélés peu concluants sur une réaction japonaise, et nous savons maintenant que les dirigeants militaires japonais ont considéré, de manière tout à fait raisonnable, que l'annonce de Truman était de la propagande destinée à tromper les Japonais pour qu'ils se rendent, et ils ont envoyé des scientifiques à Hiroshima le 8 août pour effectuer des mesures de radiation et évaluer la plausibilité des affirmations américaines. Le gouvernement japonais était la seule entité capable de mettre fin à cette guerre, et, pour l'instant, leur guerre n'était pas terminée. [Gordin, 2007, p.88–89]

Quoi qu'il en ait été, deux jours après Hiroshima, les événements s'enchaînèrent le 8 août à un rythme rapide. Une équipe de sept enquêteurs japonais arriva à Hiroshima, et ils ne furent pas longs à comprendre la triste vérité, tandis que fut signé à Londres fort opportunément un accord entre les États-Unis, le Royaume-Uni, l'Union soviétique et la France qui enjoignait à poursuivre les crimes de guerre, en excluant délibérément les bombardements indiscriminés [Gordin, 2007, p.22], et que le soir même les Soviétiques remettaient au Japon leur déclaration de guerre.

Le 9 août 1945, on l'a vu, un million et demi de soldats soviétiques aguerris partirent à l'assaut d'un million de défenseurs japonais de l'État fantoche du Mandchoukouo. Sous-équipés, sous-encadrés, la défaite de ces derniers était inévitable. Malgré leur courage, ces soldats savaient ne pas se trouver en mesure de défendre leur territoire national. Après quatre ans de guerre contre les Nazis, l'Armée rouge était au mieux de ses capacités, franchissant parfois 80 km par jour [Sapir, 1996] ; et la seule incertitude fut bientôt de savoir si elle réussirait à s'emparer des objectifs fixés pour être en position de force lors des futures négociations de paix. Plus intrigante en revanche fut une démarche japonaise effectuée ce même jour, sans qu'on sache si c'était simplement en réponse au communiqué officiel de Truman ou parce que quelqu'un au Japon avait soudain réalisé que la Bombe, en tant que nouveauté « spéciale », pourrait fournir le motif permettant de sauver la face en cas de reddition.

Le gouvernement japonais déposa une protestation officielle en règle, par l'intermédiaire du gouvernement suisse, pour protester contre la bombe atomique, la qualifiant de "nouveau crime contre l'humanité et la civilisation tout entière". Cet événement n'est généralement évoqué de nos jours que de manière biaisée, souvent au milieu d'accusations d'hypocrisie selon lesquelles le gouvernement impérial japonais et l'armée, coupables de tant de crimes de guerre, forgeraient de telles accusations. (...), une caractéristique de cette protestation ressort : le fait qu'elle ait été conçue. Pour une raison quelconque, les dirigeants du gouvernement japonais ont prétendu considérer que ce bombardement était très différent de ceux qui avaient frappé le Japon—souvent avec des destructions et des pertes bien plus importantes—depuis le mois de mars. La bombe atomique commençait à être considérée comme dans une catégorie à part. Ce qui est surprenant ici, c'est que cette affirmation ait été faite si tôt. Ce n'est que lorsque l'empereur Hiro-Hito eut annoncé sa reddition, le 15 août, que les revendications de la bombe atomique en tant qu'événement unique dans l'histoire de la guerre et de l'humanité furent sérieusement énoncées. [Gordin, 2007, p.108]

De leur côté, ignorant tout de ces développements à venir et autres subtilités psycho-diplomatiques, les membres de l'Alberta, nom codé des scientifiques de Los Alamos détachés à Tinian, pensèrent utile au soir du 7 août d'accélérer au 10 août le lancement de la bombe au plutonium prévue pour le 11 ; puis Paul Tibbets, le pilote qui avait lâché la bombe sur Hiroshima, suggéra dans la foulée d'avancer encore de 24 heures l'opération en raison de prévisions de l'arrivée de plusieurs journées de mauvais temps. Il en résulta une préparation des plus chaotiques de l'engin.

Ces préoccupations se sont toutes déroulées dans le contexte frénétique de l'assemblage de la deuxième bombe atomique le plus rapidement possible. La plupart des équipes de l'Alberta – l'équipe HE [des lentilles explosives], l'équipe du coeur [nucléaire], l'équipe du système de mise à feu et l'équipe d'intégration des systèmes [fusing] – y participaient. Le processus d'assemblage du Fat Man" était significativement plus compliqué que celui du Little Boy. Pendant l'assemblage de l'unité F13 [numéro d'exemplaire donné à cet exemplaire précis de Fat Man], la cabane d'assemblage était devenue si encombrée que Parsons a dû faire sortir tout le personnel non essentiel. [Gordin, 2007, p.92]

Il en résulta, comme nous le verrons dans le prochain chapitre, que le 9 août vit le départ de l'une des missions de bombardement les plus calamiteuses de la Guerre du Pacifique, où tout alla de travers, sauf en partie le lancer final sur Nagasaki, cette cible de deuxième choix, puisque Kokura était recouverte de nuages.

Par un imprévisible concours de circonstances, en quelques heures seulement furent administrés en ce 9 août les deux plus gros chocs envisagés pour dégripper le processus de reddition. Et il y eut bien dégrillage, car la bombe de Nagasaki explosa en plein milieu d'une réunion à Tokyo où se trouvaient les six grands du Conseil privé de l'Empereur venus pour discuter de la reddition.

Aucun accord ne s'avérant possible entre ministres civils et militaires, le litige fut porté devant le souverain qui, le 9 août vers minuit ouvrit la séance d'un Conseil de la couronne. (...) Quand chacun se fut exprimé, l'Empereur prit la parole et, nous rapporte Togo, « déclara posément qu'il approuvait l'opinion du ministre des Affaires étrangères. L'on ne pouvait se reposer sur la confiance de l'Armée dans la victoire finale, car il était arrivé souvent que ses pronostics n'eussent pas été vérifiés par l'événement. (...) Il fallait maintenant supporter l'insupportable (...) ».
On se sépara le 10 août à deux heures et demie du matin (...) [Bauer, 1975, p.245–246]

Il se peut que ce compte-rendu ait été arrangé par son rédacteur pour donner à l'Empereur une stature pacifiste qu'il n'avait pas—ou n'aurait osé exprimer de la sorte ; mais peu importe en fait, car l'important est qu'il fut rédigé de façon à paraître vraisemblable aux yeux des Japonais.

Le 10 août 1945, le Gouvernement japonais fit part de sa volonté de se rendre « à condition que la proclamation des Alliés ne comporte aucune exigence susceptible de porter atteinte aux prérogatives de Sa Majesté en tant que souverain ». Les Américains décrétèrent immédiatement un cessez-le-feu aérien pour encourager la fraction « pacifiste », par inquiétude sans doute que l'URSS s'empare autrement de trop de contrôle sur le Continent. En fait, l'annonce des Japonais prit par surprise Washington où « Stimson était sur le point de partir pour des vacances bien nécessaires—manifestement, il ne s'attendait pas à ce que les bombes atomiques mettent fin à la guerre instantanément—lorsque le message fut reçu ». [Gordin, 2007, p.36] .

Il en résulta une réponse américaine ambiguë quant au sort de l'Empereur qui fit que « la délibération [des Six sages] se prolongea, infructueuse, durant quarante-huit heures. Le 13 août, ne voyant rien venir, Truman choisit d'autoriser la reprise des bombardements non nucléaires, de sorte que l'aéronavale de la 3ème flotte américaine revint une nouvelle et dernière fois à l'attaque de la capitale » [Bauer, 1975, p.249], tandis que le chef du bombardement stratégique américain profita de son côté pour ordonner le 14 août « le plus grand raid aérien de la Deuxième Guerre mondiale », avec plus de mille bombardiers et chasseurs.

En Angleterre, sur le chemin du retour de Postdam à Washington, le président confia au ministre britannique John Balfour ce même 14 août vers midi que, n'ayant encore rien reçu des Japonais, « il n'avait désormais pas d'autre alternative que d'ordonner le lancer d'une bombe atomique sur Tokyo ». Il ignorait probablement que cela nécessiterait une attente d'au moins une semaine, l'engin n'ayant pas encore quitté les États-Unis ; mais, le soir même, à 16h05, la Maison Blanche recevait la notification de reddition tant attendue [Bernstein, 1991 p.167].

Il y avait en effet un nouveau *Fat Man* en partance des États-Unis qui aurait pu être lancé dès le 18 ou 19 août, en fonction de la météo. Truman ignorait encore que l'Empereur avait confirmé le 13 à son cabinet sa résolution d'arrêter la guerre, quel qu'en soit le prix à payer. Après quoi, il ne resta plus à l'Empereur qu'à choisir ce jour-là les motifs à mettre en avant dans l'annonce officielle pour justifier son choix. En dehors de considérations générales, il ne mentionna spécifiquement que la bombe atomique. Le lendemain, 14 août, en parallèle avec l'annonce de la capitulation envoyée aux États-Unis, les ultimes précautions furent prises à Tokyo pour faire face à un possible coup d'État. L'Empereur enregistra un message destiné à ses sujets, à diffuser pour le jour d'après ; et les membres du gouvernement furent aussitôt remplacés par des membres de la famille impériale présumés moins menacés que des roturiers. Et tentative de coup d'État il y eut, mais les putschistes manquèrent leur coup et le *Gyokuon-hōsō* fut radiodiffusé le 15 août.

3.2 ... et dénouement

L'acceptation de la défaite n'arriva à Washington que dans la soirée du 14, et les États-Unis acceptèrent aussitôt le maintien de l'Empereur Hiro-Hito sur le trône. Grâce à ce bon usage de la Raison d'État, la reddition de l'ensemble de forces japonaises fut effectuée avec une bonne volonté aussi complète qu'impensable peu de temps avant ; et pour avoir été mentionné comme cause efficiente de cette reddition, le statut de la Bombe s'éleva à celui d'Arme de la fin du monde ; mais il s'en était fallu de quelques jours pour que son statut ne s'élève pas au-dessus de celui de simple arme tactique [Bernstein, 1991].

De fait, la signature de la Paix le 2 septembre allait « anéantir dans l'oeuf » un début de carrière de la Bombe en tant qu'arme nucléaire tactique ; une possibilité déjà envisagée depuis plus de deux ans.

La première discussion consignée par écrit, en mai 1943, sur d'éventuelles cibles de la bombe A avait inclus le général Groves et les scientifiques-administrateurs Vannevar Bush et James Conant. Ils se focalisèrent sur une cible exclusivement militaire — « un rassemblement de la flotte japonaise dans le port de Truk » [en Micronésie]. Une suggestion de bombarder Tokyo à la place fit l'objet d'un veto parce que si l'arme n'explosait pas au-dessus de la terre ferme, elle pourrait être récupérée, permettant à l'ennemi d'en tirer de précieuses informations. [Bernstein, 1991, p.151]

Manifestement, en 1943, on veillait toujours à éviter de répéter l'erreur de Roland Garros ; mais deux ans plus tard, les Bombes étaient en cours de fabrication pour être utilisées, de sorte que fut créée ladite *Commission des cibles* dont la première séance s'était tenue le 27 avril 1945 pour identifier des objectifs pour des bombes d'une puissance estimée entre 5 et 20 kt [Bernstein, 1991, p.152] ; et quelques jours plus tard, le 7 mai, Oppenheimer avait déjà rédigé un rapport technique sur les possibilités d'utilisation tactique de la Bombe.

Ces thèmes d'une éventuelle utilisation tactique furent relégués au second plan dans un rapport qui semblait supposer une utilisation stratégique à grande échelle de la bombe A. Oppenheimer, dans ce document (...) n'en recommanda pas l'utilisation tactique. Au contraire, en tant que scientifique et administrateur habile, désireux d'exposer les possibilités pour la Washington officielle, il se borna à noter les options et à attendre les ordres. Pour autant que les archives l'indiquent, aucune directive spécifique sur les

armes tactiques n'était disponible au printemps. La conception dominante restait l'utilisation stratégique contre les villes japonaises, qui étaient déjà en train d'être incinérées et leurs non-combattants tués par les bombardements incendiaires des B-29.

(...)

Seul parmi les principaux conseillers du président Truman, le général Marshall s'opposa, bien que brièvement, à l'utilisation prévue des armes nucléaires contre des villes. Son opposition était apparemment basée sur des objections morales et politiques à l'idée de tuer en masse des non-combattants. [Bernstein, 1991, p.154–155]

Même brefs, ces scrupules honorent le général Marshall, ce qui lui valut peut-être d'être retenu plus tard comme un candidat acceptable pour recevoir un prix Nobel de la Paix. Ce dernier lui fut décerné en 1953 pour le plan d'aide économique destiné à l'Europe qui porte son nom, mais avant d'en arriver là, Marshall avait demandé des informations à Groves sur l'utilisation tactique de la bombe, qui lui répondit le 30 juillet, une semaine avant le lancer sur Hiroshima :

Si [une bombe atomique était] larguée sur les lignes ennemies, l'effet attendu serait d'anéantir sa résistance sur une zone de 2000 pieds [600 mètres] de diamètre, de la paralyser sur une zone d'un mille [un kilomètre et demi] de diamètre et de l'entraver sérieusement sur une zone de 5 milles [8 kilomètres] de diamètre. [Bernstein, 1991, p.149]

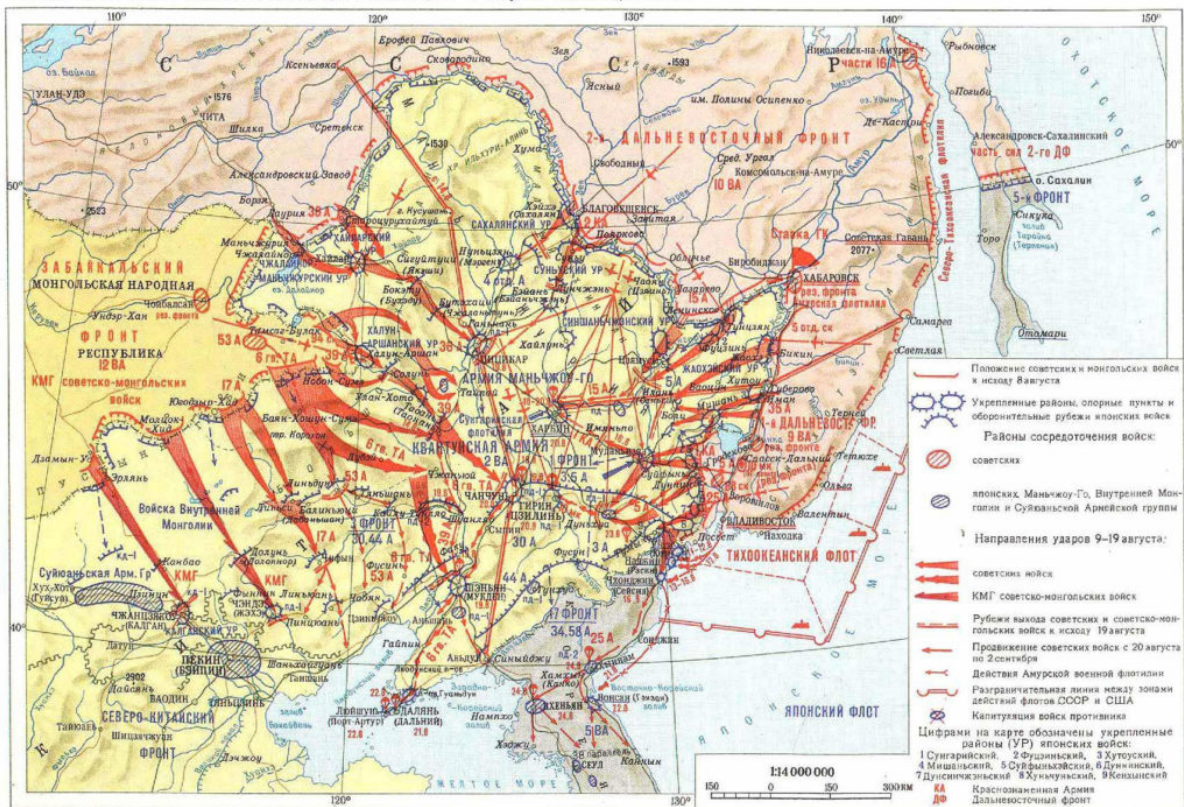
Les 10 et 11 mai, lors de la deuxième séance de la Commission des cibles, il n'était déjà plus question d'utilisation tactique, et seul entra en considération l'emploi stratégique de la bombe atomique sur des villes pour produire le plus grand effet psychologique au Japon afin d'y briser la volonté de résistance, et aussi pour que cela soit « suffisamment spectaculaire » pour que son importance soit reconnue internationalement. Quant à la troisième et dernière séance du 28 mai, il fut décidé que la Bombe serait larguée près du centre d'une ville [Bernstein, 1991, p.153] sans que l'on ne revienne sur une utilisation tactique sur le champ de bataille.

Si l'usage tactique de la Bombe fut déprécié en raison de son emploi stratégique, il en fut de même de l'importance relative de l'intervention de l'Armée rouge en Mandchourie comme motif de reddition. Son importance apparut comme réduite aux yeux des observateurs alors même qu'elle réussit à pulvériser en une dizaine de jours la résistance japonaise toujours vaillante, de sorte que l'ordre de cessez-le-feu voulu par l'Empereur, entré en vigueur le 19 août, n'accéléra qu'à peine la progression déjà rapide des troupes soviétiques.

« Le 23 août, le pavillon soviétique montait sur Port-Arthur [ancienne enclave tsariste en Chine], un peu plus de quarante ans après que celui du tsar y eût été amené en vertu de la capitulation intervenue entre les généraux Nogi et Stoessel, le 2 janvier 1905. » [Bauer, 1975, p.255].

Dès lors, et malgré quelques foyers de résistance jusqu'au 26 août, les Soviétiques purent continuer leur progression à vive allure et pénétrer dans cette Corée qui avait été annexée au Japon en 1910 après en avoir été un protectorat pendant cinq ans, et qui allait être partagée en 1945 en deux zones d'occupation de part et d'autre du 17ème parallèle, avec les Soviétiques au nord et les Américains au sud ; à l'image de l'arrangement qui avait été effectué entre les Alliés en Allemagne.

МАНЬЧЖУРСКАЯ НАСТУПАТЕЛЬНАЯ ОПЕРАЦИЯ 9 августа–2 сентября 1945 г.



[Wellerstein, 2020]

4 La bombe de Nagasaki a-t-elle été inutile ?

Dès la fin de la guerre, l'invocation de la bombe A comme motif du gouvernement japonais pour capituler « sans condition » n'a cessé de soulever les passions : si la bombe atomique d'Hiroshima avait réussi à elle seule à induire cette reddition, est-ce que celle de Nagasaki ne fut pas superflue ?

4.1 Nagasaki : une erreur heureuse pour la paix ?

Comme évoqué plus haut, la deuxième mission de bombardement atomique semble avoir cumulé tous les problèmes imaginables qui ont découlé du choix des hommes présents à Tinian d'avancer du 11 au 9 août le lancer du *Fat Man* pour éviter une période de mauvais temps de plusieurs jours. Mais,

- le 9 août, le temps n'était déjà plus au beau.
- Le vol fut entrepris avec la mention de deux cibles, Kokura et Nagasaki, au lieu des trois réglementaires, probablement parce que Niigata n'avait probablement jamais été autre chose qu'une cible de remplacement pour un raid sur Kyoto et se trouvait trop loin du tandem Kokura-Nagasaki.



Les cinq premières cibles « préservées » en vue d'une attaque atomique [Wellerstein, 2015]

- Les missions de bombardements atomiques devaient être constituées de trois B-29, un premier qui emporte la Bombe, un deuxième chargé d'appareils de mesures, et le dernier pour prendre des photos. Robert Serber, l'adjoint d'Oppenheimer à Tinian qui devait filmer l'explosion avec une caméra spéciale placée à bord du B-29 d'observation, voulut monter à bord en emportant par erreur un canot de sauvetage à la place de son parachute. Le commandant de l'avion refusa d'embarquer Serber alors que c'était pourtant la seule personne qui justifiait l'utilité de ce vol. Pire encore, le silence radio exigé pour effectuer la mission allait empêcher Serber, resté au sol, d'instruire l'un des membres de l'équipage au maniement de cette caméra très spéciale qui se trouvait à bord.

- L'avion de la Bombe partit avec ce qui sembla être une avarie de la pompe d'un des réservoirs de carburant.

- En raison des grands vents (*jet streams*) qui auraient rendu difficile un vol de conserve, les trois avions devaient se retrouver en un point donné ; mais tournèrent en rond au point de rendez-vous,

l'un au-dessus des nuages, les deux autres au-dessous, durant quarante minutes alors que les ordres en tel cas étaient de n'attendre le ou les retardataires qu'un quart d'heure au plus.

- Puis ils volèrent jusqu'à une altitude de 17000 pieds au lieu de 9000 pour échapper au mauvais temps, ce qui entraîna un accroissement de la consommation.

- Après deux passages sans visibilité au-dessus de Kokura (où pour des raisons de sécurité, il n'aurait dû en procéder qu'à un seul), l'avion de la Bombe se dirigea vers Nagasaki où, là comme ailleurs, il avait l'ordre formel de ne procéder à un lancer qu'en mode à vue, et pas au radar.

- Mais il y eut aussi des nuages au-dessus de Nagasaki. Comme l'avion n'avait plus assez de carburant pour retourner avec la Bombe jusqu'à l'aérodrome de secours le plus proche (à Okinawa), il fut quand même décidé de la lancer au radar. Il paraît qu'au tout dernier moment une trouée dans les nuages permit le largage « en visuel » de la bombe dans des conditions médiocres qui firent qu'elle n'explosa heureusement pas au-dessus du centre de Nagasaki comme prévu. Cette imprécision d'environ un kilomètre fit qu'il y eut deux fois moins de victimes qu'à Hiroshima malgré une bombe 50% plus puissante [CosterMullen, 2002, p.69 et suivantes]. En effet, trois jours après la bombe à uranium d'Hiroshima qui avait libéré environ 15 kt, celle de Nagasaki libéra quelques 21 kt ; mais les dommages infligés furent moins élevés parce que le centre de la ville fut manqué et que d'autres quartiers de la ville furent protégés par un relief plus prononcé qu'à Hiroshima qui détourna une partie des effets de l'explosion.



Trajets des B-29 lors des bombardements des 6 et 9 août 1945 [Wikipedia, Atomic]

Donc, il s'est avéré que le raid de Nagasaki fut techniquement complètement raté à la seule exception du lancer final qui, lui, ne l'avait été qu'à moitié ; ce qui a donné de l'eau au moulin de ceux qui ont écrit que la bombe de Nagasaki fut largement inutile, et que celle d'Hiroshima aurait suffi à elle seule à arracher la capitulation. Du point de vue de la seule logique, ils ont très probablement eu raison de le penser.

Cependant, si la deuxième bombe n'avait pas été larguée au moment où elle l'a été,

toute la séquence des événements de la fin de la guerre aurait été gravement affectée. La nouvelle de l'attaque de Nagasaki, trois jours seulement après Hiroshima, est parvenue à l'empereur Hiro-Hito alors qu'il était en pleine réunion critique avec son Conseil de guerre. L'histoire a clairement montré que le moment de cette deuxième attaque, ainsi que l'invasion simultanée de la Mandchourie par la Russie, ont joué un rôle essentiel dans la décision d'Hiro-Hito, pour sauver la face, de passer outre à ses militaires et de mettre immédiatement fin à la guerre en acceptant les conditions extrêmement généreuses de la Déclaration de Postdam. [CosterMullen, 2002, p.402]

Il se pourrait donc, malgré tout, que cette mission de bombardement « inutile », effectuée après l'essai nucléaire « inutile » d'Alamogordo, contribua malgré tout à accélérer le cours de l'histoire. Mais si la condition nécessaire et suffisante d'une reddition avait été celle d'un cumul de deux chocs psychologiques, comme celui provoqué par l'annonce simultanée des attaques de Nagasaki et de l'URSS en Mandchourie, n'aurait-il pas été possible d'administrer quelques temps plus tôt un choc combiné différent, mais à l'effet similaire ?

Commençons donc par supposer que cette combinaison hypothétique de chocs comprenne une explosion nucléaire ; alors, à quelle date aurait-elle pu avoir lieu au plus tôt ?

Notons au passage que le « semi échec » de Nagasaki (imprécision d'un peu plus d'un kilomètre) ne fut que le premier de ceux des lancers aériens. Un an après, le 1er juillet 1946, eut lieu la quatrième explosion atomique de l'histoire, sur l'atoll de Bikini. Un nouveau *Fat Man* largué par un autre B-29 manqua cette fois-ci sa cible d'environ un demi-kilomètre, « probablement à cause d'un aileron défectueux ». Des 90 navires soumis à l'explosion lors de cet essai, seuls cinq furent détruits. D'après wikipédia, l'impossibilité de recueillir les informations aurait eu un effet « négatif » sur le grand public : la bombe atomique s'avérant être une arme « comme une autre ». Cette fois-ci, l'équipage du bombardier fut l'objet d'une enquête par le gouvernement en raison du manque de précision du largage. [Wikipedia, Crossroads]

4.2 À quelle date le Japon aurait-il pu recevoir au plus tôt une première bombe au plutonium ?

Jusqu'ici, nous avons seulement évoqué les éventuelles erreurs d'appréciations des diplomates et militaires, tant Alliés que Japonais, qui auraient retardé la fin des hostilités ; mais pourquoi n'y aurait-il que ces personnes à avoir raisonné de façon suboptimale ? Est-ce que les scientifiques alliés réunis à Los Alamos ont été si irréprochables du point de vue scientifique ? Ont-ils si largement que cela surclassé ceux d'Allemagne et du Japon ? Peut-être ont-ils simplement bénéficié de moyens mille fois plus importants ? Peut-être même auraient-ils dû arriver à leurs fins plus rapidement ?

De fait, les historiens se sont montrés étonnamment peu surpris de la quasi simultanéité, à seulement trois jours d'écart, de l'emploi sur le Japon de deux bombes atomiques aux conceptions techniques radicalement différentes l'une de l'autre. En effet, il n'est pas exagéré de penser que la technologie de la bombe d'Hiroshima (enrichissement de l'uranium-235, « criticalité » obtenue au moyen de la méthode du canon) diffère aussi radicalement de celle de la bombe de Nagasaki (fabrication du plutonium et emploi de la méthode par implosion) que, disons, la technologie des tracteurs diffère de celles des autocars. La raison probable de ce silence est que les quelques données factuelles à disposition ont semblé confirmer ce hasard du calendrier. Le bon sens veut toutefois que l'une des deux technologies ait été forcément prête bien avant l'autre, et que l'on a attendu la mise au point de la plus lente pour les employer coup sur coup ; et ceci à juste titre si le motif fut d'éviter une erreur à la manière de Roland Garros. Mais l'on a aussi vu que le choix des faibles altitudes de détonations des bombes d'Hiroshima et de Nagasaki montre que les responsables américains étaient conscients de la possibilité d'une prédétonation, donc voire même de la prédétonation des deux bombes, pour des raisons statistiques. Et alors, pourquoi n'auraient-ils pas osé prendre le risque de lancer des bombes atomiques moins puissantes mais plus tôt en espérant qu'elles fonctionnent à plein rendements compte tenu de cette anticipation ?

Le problème avec ce scénario hypothétique est que ces responsables auraient dû prendre ce risque sans être sûrs que cela entraîne la capitulation recherchée. Mais, lorsqu'on décrypte les communications de l'ennemi, il reste toujours la possibilité de le *menacer* d'envoyer d'autres bombes, imaginaires si nécessaire...

Passons donc en revue l'histoire du Projet Manhattan dans l'idée d'identifier les circonstances qui auraient pu permettre aux Américains de produire plus tôt une bombe atomique ; bien sûr sans faire appel à des hypothèses délirantes, ni des connaissances scientifiques obtenues bien après la guerre.

Si l'on s'était fiés aux estimations de l'été 1942 des scientifiques américains, c'est-à-dire au moment où ils se sont convaincus de la faisabilité d'une bombe atomique dans la durée de cette guerre, le premier type de bombe atomique à entrer en service aurait dû être la bombe au plutonium, puisque la voie de l'enrichissement de l'uranium semblait requérir des investissements plus massifs et plus incertains que celui de la fabrication de plutonium au sein d'un réacteur. Néanmoins, en raison des incertitudes de la recherche scientifique, on sait que plusieurs techniques d'enrichissement de l'uranium furent étudiées en parallèle pour le cas où la voie du plutonium ne devait pas tenir ses promesses.

Dans tous les cas de figures, même le meilleur, les coûts de développements promettaient d'être si élevés que le seul moyen de les cacher au Congrès des États-Unis, pour « éviter les fuites », était de les camoufler dans le budget de fonctionnement « illimité » de l'Armée de terre ou de la Marine. Le corps des ingénieurs de l'*US Army* fut ainsi choisi pour accomplir cette tâche au détriment de la *US Navy*, alors que cette dernière avait été la première à financer des recherches dans ce domaine en vue de la propulsion de ses sous-marins.

L'*US Army* choisit assez vite de placer sa confiance en un homme très énergique, le colonel Leslie R. Groves, qui dirigea le Projet Manhattan à partir de septembre 1942. Groves, qui avait été l'un des responsables de la construction du plus grand bâtiment du monde, le Pentagone qui venait d'être achevé, était un homme incroyablement déterminé. Il comprit très rapidement que le projet nucléaire devant rester secret à tout prix, cela allait lui permettre d'exercer un pouvoir disproportionné par rapport au nouveau grade qu'il demanda, et obtint, en échange de son accord : *Brigadier général* (Général de brigade en France). Cela a pour résultat de lui donner aux yeux des simples Suisses un statut hiérarchique qu'il n'a jamais eu, ce grade n'équivalant qu'à celui de Brigadier. Néanmoins, ayant réalisé l'importance militaire de l'arme atomique, avec l'accès direct aux plus hauts responsables militaires et civils de l'État, et les pouvoirs spéciaux qui lui furent attribués, notamment pour la priorité absolue qu'on lui avait accordée en matière de matériaux stratégiques, Groves comprit qu'il y avait matière à manoeuvrer hardiment pour obtenir d'envieuses promotions. En 1944, il obtint le grade de *Major général* (Divisionnaire en Suisse, et Général de division en France) à titre temporaire en 1944, puis de *Lieutenant general* (Commandant de Corps, Général de corps d'armée) en 1948 juste avant sa retraite. L'important pour nous est que dès 1944, et peut-être même avant, Groves s'était retrouvé en mesure de donner des ordres à des officiers bien plus titrés que lui. En fait, la chaîne de commandement ordinaire avait été complètement pervertie : avec l'autorisation de Marshall, Groves donnait ses ordres à ses représentants à Tinian qui les faisaient suivre au général Carl Spaatz (commandeur de la *Strategic Air Force* du Pacifique) qui faisait redescendre les ordres le long de la hiérarchie ordinaire à Curtis Le May (chef de la 20ème *Army Air Force*), puis au colonel Paul Tibbets, le commandant du 509ème Groupe aérien [Goldberg, 1998, p.73]. C'est comme si en Suisse un Divisionnaire avait reçu les pleins pouvoirs du Général pour donner les ordres de son choix aux Commandants de corps.

Comme de plus Groves était francophobe, anglophobe, antisémite et qu'il se méfiait des scientifiques pour leur « irrespect » de l'autorité, et qu'il voulait être le seul à avoir une vue d'ensemble du projet afin de ne pas avoir de contradicteur, il finit par être détesté de tout le monde. Mais on lui doit une grande partie de la réussite du Projet Manhattan : jamais aucun autre pays n'a réussi depuis à se doter d'un armement nucléaire en aussi peu de temps [Hymans, 2012] ; ce qui a fait croire que le Projet Manhattan n'aurait jamais pu aboutir plus rapidement. Le résultat est qu'il fallut quelques décennies (!) d'efforts conjugués de quelques passionnés d'histoire américains décidés à compiler les moindres détails techniques du Projet Manhattan qui était progressivement déclassifié pour que l'on puisse être

en mesure de se poser la question d'un succès plus rapide ; et surtout de pouvoir en estimer la vraisemblance.

Tous les témoignages indiquent que la voie du plutonium n'aurait guère pu réussir plus vite. Un problème potentiellement catastrophique pour le projet eut lieu à la fin de septembre 1944, celui de l'empoisonnement aux xénon-135 des réacteurs plutonigènes de Hanford, fut relativement vite résolu sans qu'il y eût besoin de tout reconstruire. En revanche, l'observation au printemps 1944 d'une « importante » présence de plutonium-240 dans le plutonium produit dans l'intense flux de neutrons présents dans ces réacteurs allait rendre impossible l'emploi de n'importe quel type de canon pour réunir la masse fissile, en raison du phénomène de prédétonation. Pour sauver les investissements déjà effectués, les activités du Laboratoire de Los Alamos furent radicalement réorientées en juillet 1944 pour reprendre l'étude des méthodes par implosion. Comme on l'a déjà dit, la complexité des calculs défia tout pronostic d'efficacité de sorte qu'un essai dut être effectué le 16 juillet 1945 à Alamogordo, avec une puissance estimée de l'ordre de 20 *kt*, ce qui permit de fixer l'altitude à laquelle faire détonner l'engin pour produire le maximum de destructions compte tenu du risque de prédétonation.

Les Américains revenaient de loin. En effet, comme l'a écrit Arnold Kramish, si à l'époque de Yalta, du 4 au 11 février 1945, les Japonais, ou les Soviétiques, avaient eu l'opportunité de recevoir des données précises sur l'état d'avancement du programme nucléaire américain, ils n'auraient guère été impressionnés. En effet, à peine six semaines plus tôt, le 30 décembre 1944, le général Groves informait le chef d'État-Major de l'armée (le général George Marshall, le militaire le plus gradé de l'*US Army*) que « nos anciens espoirs que le modèle de bombe à implosion (compression) pourrait être prêt pour la fin du printemps se sont maintenant évanouis en raison de difficultés scientifiques que nous n'avons pas encore été capables de résoudre ». Le chiffre de 500 tonnes de TNT (c'est-à-dire 0,5 *kt*) fut hasardé à cet égard pour la bombe au plutonium [Goldberg, 1998, p.63]. Groves précisa encore que, des deux types d'armes nucléaires en cours de développement, celui ayant la plus grande puissance explosive (10 *kt*, c'est-à-dire 10 000 tonnes d'équivalent TNT) serait prêt vers le 1er août 1945, et qu'il faudrait cinq mois de plus pour qu'un deuxième exemplaire de ce modèle soit disponible [Kramish, 1957, p.21]. On comprend dès lors qu'après le raid de Tokyo du 9 mars 1945 qui fit plus de 100'000 morts sans apparemment susciter de réactions nipponnes, aucun responsable militaire américain n'aurait pu penser qu'une seule « grosse » bombe atomique accompagnée d'une poignée d'autres de bien plus faible puissance auraient pu suffire à briser la volonté de résistance des Japonais. En effet, la surface de destruction d'une telle bombe d'une demi kilotonne n'est—théoriquement—qu'environ quatorze fois supérieure à celle des plus grosses bombes aériennes, britanniques, de 10 tonnes (composées à moitié d'explosif ordinaire), de la deuxième guerre mondiale [Kramish, 1959, p.75–76].

Ce pessimisme nucléaire des responsables américains était assurément encore à l'oeuvre deux mois plus tard lorsque le président Roosevelt décéda le 12 avril. En effet, ses proches conseillers, après avoir très brièvement informé, le jour de son intronisation, son successeur – le vice-président Truman – des recherches en cours, ne se donnèrent la peine de lui fournir plus de détails que deux semaines plus tard. Finalement, la méthode par implosion avec lentilles explosives put être mise au point à Los Alamos en temps utile pour une utilisation durant la guerre ; mais personne ne faisait encore confiance aux calculs de rendement de cet engin, ni ne savait même s'il allait fonctionner. Tout ce qu'on pouvait dire sans faire d'erreur, c'est que l'énergie libérée se trouverait située dans une fourchette allant de 0 en cas d'échec total, à quelques 130 *kt*, dans le cas unimaginable où 100 % des 6.15 kg de plutonium aurait fissionné.

L'énergie libérée le 16 juillet lors de l'essai nucléaire d'Alamogordo au Nouveau Mexique fut estimée à quelques 20 *kt*. La méthode par implosion s'avéra donc quelque quarante fois plus performante par comparaison avec les performances attendues d'un demi *kt* quelques semaines plus tôt.

5 Le Japon aurait-il pu recevoir plus tôt une première bombe à l'uranium ?

L'analyse des documents des John Coster-Mullen, Alex Wellerstein et autres Bruce Cameron Reed, ainsi que ceux de plusieurs historiens chevronnés, montre sans l'ombre d'un doute que la première technologie nucléaire utilisable sur l'ennemi avait été celle de l'uranium enrichi ; et donc que c'est elle qui en tout état de cause « avait attendu » celle du plutonium ; d'où une première question : à quelle date la bombe à uranium aurait pu être « raisonnablement » prête si le général Groves et les scientifiques avaient décidé de mettre l'accent sur la voie de l'uranium plutôt que celle du plutonium ?

5.1 Une bombe plus petite et lancée plus tôt ?

Une première possibilité est de se contenter d'une explosion de puissance plus réduite qu'à Hiroshima, mais quand même assez puissante pour provoquer un « choc psychologique, de sorte que la question est de savoir à quelle date aurait pu être disponible la matière fissile nécessaire à une telle explosion. Pour répondre à cette question, il faut une formule qui donne la puissance de l'explosion en fonction de la matière fissile utilisée que l'on trouve dans le *Los Alamos Primer*, le cours d'introduction de Robert Serber destinés aux nouveaux arrivés à Los Alamos durant la Guerre [Serber, 1943/1992] ; et avoir un tableau de la quantité d'uranium hautement enrichi accumulé dans le stock américain, que l'on peut reconstituer ainsi (mais qui demande à être compris pour être exploité avec profit) :

production des calutrons Bêta période	durée (jours)	enrichissement du lot [% U-235]	production d'uranium enrichi			
			brute [kg]	cumulée [kg]	dont U-235 cumulé [kg]	[crit]
06/24/44—08/04/44	42	?	1.12	1.12	0.86	0.04
08/04/44—08/14/44	10	?	0.34	1.46	1.12	0.06
08/14/44—08/28/44	14	?	0.28	1.74	1.33	0.07
08/28/44—09/11/44	14	?	0.14	1.88	1.44	0.07
09/11/44—09/25/44	14	?	0.46	2.34	1.79	0.09
09/25/44—10/23/44	28	?	1.19	3.53	2.70	0.14
10/23/44—11/06/44	14	?	1.00	4.53	3.46	0.18
11/06/44—11/20/44	14	?	1.27	5.80	4.43	0.23
11/20/44—12/04/44	14	?	1.60	7.40	5.66	0.29
12/04/44—12/16/44	12	?	1.75	9.15	7.00	0.36
12/16/44—12/31/44	15	73.04	3.26	12.41	9.38	0.48
12/31/44—01/14/45	14	79.37	3.26	15.67	11.97	0.61
01/14/45—01/27/45	13	80.63	3.29	18.96	14.62	0.75
01/27/45—02/11/45	14	81.14	3.41	22.37	17.38	0.89
02/11/45—02/25/45	14	82.59	3.22	25.59	20.04	1.03
02/25/45—03/11/45	14	82.10	3.67	29.26	23.06	1.18
03/11/45—03/25/45	14	82.75	3.58	32.84	26.02	1.33
03/25/45—04/07/45	14	82.51	3.26	36.10	28.71	1.47
04/07/45—04/21/45	14	83.53	3.12	39.22	31.32	1.61
04/21/45—05/19/45	28	86.53	6.02	45.24	36.52	1.87
05/19/45—06/02/45	14	88.38	3.11	48.35	39.27	2.01
06/02/45—06/16/45	14	87.32	4.05	52.40	42.81	2.20
06/16/45—07/28/45	42	85.01	22.28	74.68	61.75	3.17
07/28/45—08/11/45	14	85.69	7.74			
08/11/45—09/08/45	28	91.56	22.11			
09/08/45—09/22/45	14	93.00	14.81			
09/22/45—10/06/45	14	92.39	16.07			

Ce tableau est construit à partir de données (chiffres en noir) indiquées à la page 264 de l'ouvrage de

Coster-Mullen [CosterMullen, 2002] où sont reprises celles d'un autre rapport de production bihebdomadaire de l'UHE (uranium hautement enrichi) à Oak Ridge. Pour interpréter ce tableau, il faut savoir que l'enrichissement de l'uranium naturel (contenant 0.7% d'uranium-235) jusqu'à l'uranium hautement enrichi (de 75% à 85% pour la bombe d'Hiroshima) a passé par plusieurs étapes qui ont varié au cours du temps au fur et à mesure que de nouvelles installations d'enrichissement étaient mises en service. L'important est de savoir que l'uranium le plus enrichi est toujours sorti des calutrons Alpha, jusqu'à ce qu'entrent en service en décembre 1944 les calutrons Bêta, ces derniers étant directement alimentés en uranium partiellement enrichi en provenance des calutrons Alpha. La troisième colonne donne le taux d'enrichissement final de l'uranium au sortir des calutrons Bêta à partir du mois de décembre 1944, raison pour laquelle nous avons remplacé le manque de données avant cette date par des points d'interrogation, faute de connaître les taux d'enrichissement des lots fournis par les calutrons Alpha. La quatrième colonne mentionne les quantités d'uranium le plus enrichi récoltées aussi bien par les calutrons Alpha jusqu'à la mi-décembre que par les calutrons Bêta à partir du mois de décembre 1944; mais sans donner les taux d'enrichissement fournis par les calutrons Alpha entre le 24 juin et le 12 décembre, date à partir de laquelle tout l'uranium hautement enrichi a passé par les calutrons Bêta. Néanmoins, le reste du tableau (les chiffres en bleu) peut être reconstitué en remontant dans le temps à partir de la période longue de six semaines que nous avons indiquée en rouge, car on sait par ailleurs que la quantité totale d'UHE produite au 28/07/45 était de 74,68 kg avec un taux d'enrichissement moyen de 82,68 % d'U-235; et par conséquent contenant 61.75 kg d'uranium-235 pur. Finalement, pour avoir une idée approximative des quantités d'uranium hautement enrichi disponibles avant le 16 décembre 1944, nous avons remplacé les valeurs d'enrichissement inconnues par la valeur moyenne qui rend l'ensemble du tableau consistant ; ce qui nous amène à indiquer dans la septième colonne des valeurs exprimées en *crit*, cette grandeur que nous avons décrite dans l'encadré du chapitre 2, qui est l'unité de mesure de la masse critique à considérer pour estimer l'efficacité des bombes à fission.

Nos reconstructions chiffrées, sont-elles compatibles avec d'autres données que l'on trouve dans la littérature ? En gros, oui ; mais il faut faire attention. Par exemple, Coster-Mullen cite lui-même un autre document qui affirme que la bombe d'Hiroshima contenait 141,42 livres américaines d'uranium-235, soit quelques 64,15 kg [CosterMullen, 2002, p.17], ce qui est plus que la quantité d'U-235 présente dans les 74,68 kg d'uranium enrichi que l'on a déduit du tableau (61.75 kg). Jones pense, à juste titre, que cela provient d'une confusion entre 141,42 livres d'uranium-235 et la même masse d'uranium enrichi à quelques 82.5% ce qui donne environ 52,9 kg d'U-235 [Jones, 2015, p.5]. Nous sommes d'accord avec Jones, car on ne voit pas comment on pourrait obtenir cinq chiffres significatifs pour l'U-235 (141,42) à partir de n'importe quelle masse d'UHE caractérisée par un taux d'enrichissement connu avec seulement trois chiffres significatifs (82,5).

Le fait qu'il n'y ait dans ce tableau qu'une seule ligne pour les six semaines allant du 16 juin au 28 juillet nous dit qu'il s'est alors passé quelque chose de spécial. On devine que c'est durant cette période que la très complexe routine habituelle, destinée à accumuler le maximum d'uranium enrichi sans qu'une limite de temps soit fixée, a été remplacée par des manipulations pour récolter un maximum d'uranium enrichi destiné à la bombe d'Hiroshima. En effet, durant ces six semaines, il fut accumulé 22.28 kg d'uranium enrichi contre 12 à 13 kg en moyenne dans les périodes de six semaines qui précèdent. Pour cette raison, un tel quasi doublement aurait probablement eu lieu si la date du lancer de la bombe avait été choisie plus tôt. Comme on observe que la production bihebdomadaire a été remarquablement constante du 16 décembre 1944 au 16 juin 1945, avec un peu plus de trois kilogrammes toutes les deux semaines, on en déduit que la quantité de matière fissile qui aurait pu être disponible à une date voulue avoisinerait la quantité mentionnée dans le tableau à une date avancée de cinq à six semaines. Par exemple, la matière fissile d'un *Little Boy* chargé à 1,87 *crit* (1,47 *crit*) aurait probablement été disponible autour du 25 mars (25 février), et l'engin aurait pu être lancé autour du 1er avril (1er mars).

Pourquoi citons-nous ces chiffres précis et les donnons-nous en *crits* plutôt qu'en kilogrammes ? C'est que plusieurs indications cruciales dont nous avons besoin se trouvent dans le mémorandum de Conant à Groves du 17 août 1944, déjà mentionné au chapitre 2. À partir des indications mentionnées dans ce rapport [CosterMullen, 2002, p.250–251], et dans le *Los Alamos Primer* de Robert Serber qui date de 1943, nous pouvons tenter de nous mettre à la place des scientifiques

américains avec leurs connaissances de l'époque, pas les nôtres d'aujourd'hui, et voir dans quelle mesure en faisant de meilleurs choix, ou d'autres choix, ils auraient pu accélérer le lancer d'une bombe à uranium. La dernière colonne du tableau indique qu'une bombe du « modèle d'Hiroshima » lancée dans la foulée du bombardement incendiaire de Tokyo du 9 mars n'aurait pu être actionnée que par une charge d'environ 1,7 *crit* et aurait eu un rendement assez faible (non spécifié dans le mémorandum). En revanche, attendre la mi-juin pour disposer d'une charge proche de 3 *crits* aurait permis d'anticiper un rendement « significatif », que nous avons maintenant la chance de pouvoir déterminer grâce aux formules du *Los Alamos Primer* ; et surtout parce que nous savons aujourd'hui avec quelle quantité de matière fissile était chargé le *Little Boy* du 6 août 1945.

Avec ces indications, on peut imaginer et jauger des scénarios alternatifs d'emploi de bombes atomiques de plus faibles puissances qu'effectivement utilisées, en vue de raccourcir la guerre. On peut par exemple imaginer la stratégie de *retarder* les bombardements incendiaires massifs jusqu'à la mi-juin pour faire coïncider à cette date un « double choc » napalm-atomique. Mais on se doute que ces deux mois de répit accordés aux Japonais ne les auraient pas incités à se rendre plus tôt qu'ils ne l'ont fait ; de sorte que dans ce nouveau scénario spécifique il est difficile d'imaginer pourquoi les responsables japonais auraient été convaincus de se rendre en août plutôt qu'en septembre. Mais on peut penser à d'autres scénarios d'emploi de la bombe bien plus précoce que celui qu'on vient de mentionner ; voire plus tardifs, comme en avaient probablement en tête le général Groves lorsqu'il annonça le 29 décembre 1944 à sa hiérarchie que la bombe à uranium, puissante, serait très certainement prête pour le 1er août 1945 : et qu'une petite poignée de bombes au plutonium de puissance douteuse seraient également prêtes à cette date.

Qu'en est-il des possibilités d'emploi très précoce d'une bombe atomique ? Pour ne pas imaginer n'importe quoi, il nous faut avoir une idée des connaissances disponibles à Los Alamos vers 1944–1945. Pour le savoir, le document le plus important à connaître est sans doute le *Los Alamos Primer*, qui date de 1943. Ce document est resté *top secret* pendant vingt ans avant d'être déclassifié ; puis il a été finalement republié en 1992 avec des commentaires additionnels de son auteur, Robert Serber, ce qui en fait un document historique des plus intéressants. Serber mentionne en particulier une formule [Serber, 1943/1992, chap.13] qui donne la puissance approximative d'explosion atomique en fonction de la quantité de matière fissile disponible. Nous utiliserons cette formule sans précaution ; à savoir que *flibérée*, la fraction d'énergie effectivement libérée par rapport au total qui résulterait de la fission de toute la matière fissile, est proportionnelle au cube d'un paramètre sans dimension Δ qui, lui, caractérise le volume de la masse critique qui se dilate sous l'effet de la réaction en chaîne jusqu'au moment où elle repasse en mode sous critique :

$$f_{libérée} = K \Delta^3 \quad ; \quad \text{et} \quad \Delta = (m_{fissile}^{1/3} - 1)$$

où K est une constante numérique alors estimée valoir entre un quart et une demie, et où $m_{fissile}$ est la masse de matière fissile exprimée en unités de *crits*, quelle que soit la valeur physique du *crit*. Cette formule prédit en particulier une absence de libération d'énergie s'il n'est possible de réunir qu'une quantité de matière fissile égale à la masse critique, car alors $m_{fissile} - m_{crit} = 1 - 1 = 0$. En effet, dans ce cas, l'expansion de la matière fissile produite sous l'effet de la chaleur rayonnée fait aussitôt repasser l'assemblage en mode sous-critique.

En juin 1944, on estimait encore à Los Alamos que la valeur du *crit* pour l'uranium (avec réflecteur de neutrons) devait avoisiner quelques 13 ± 2 kg ; alors que sa valeur expérimentale voisine de 19.5 kg n'a pu être mesurée qu'en avril 1945, après qu'une trentaine de kg d'UHE ait été disponible. Avec cette dernière valeur, et sachant que la bombe d'Hiroshima était chargée avec 64.15 kg d'UHE à 82,5%, soit 52,9 kg d'U-235, on calcule qu'il y avait 2,71 *crits* à bord de l'engin, d'où

$$\Delta = (\sqrt[3]{2,71} - 1) = (1,395 - 1) = 0,395 \quad \text{et alors} \quad f_{libérée} = K (0,395)^3 = 0,0617 K.$$

On sait que l'explosion d'Hiroshima a libéré quelques 15 *kt*, sur un maximum de 1058 *kt* (puisque $52,9 \times 20 = 1058$), de sorte que $f = 0.0142$. Comme par ailleurs $f = 0.0617 K$, on en déduit pour le *Little Boy* une valeur de K d'environ 0.23 ; ce qui permet d'estimer la puissance explosive d'un tel modèle chargé avec les quatre autres valeurs en *crit* que nous avons évoquées :

$M_{fissile}$ [crits]	$\sqrt[3]{M_{fiss}}$	Δ	E [kt] ($\div \Delta^3$)	aire détruite ($\div \Delta^2$)
(Hiroshima) 2.71	1.395	0.395	15.00	100 %
2.00	1.251	0.251	3.85	40 %
1.87	1.233	0.233	3.07	35 %
1.47	1.135	0.135	0.61	11 %
1.00	1.000	0.000	0	0 %

Nous retiendrons de ces chiffres qu'un *Little Boy*, chargé à 1,87 *crit*, lancé autour du 1er avril 1945, soit un mois avant la fin de la guerre en Europe, aurait déjà provoqué des destructions équivalentes à 35% de celles effectuées 4 mois plus tard à Hiroshima. Cela n'aurait-il pas pu « choquer » suffisamment les décideurs japonais au moment où l'URSS leur signifia le 5 avril qu'elle ne reconduirait pas son traité de non-agression avec le Japon ?

Quant au lancer d'un *Little Boy* chargé à 1,47 *crit* d'uranium enrichi produit autour du 1er mars, il n'aurait certes causé qu'un neuvième des destructions d'Hiroshima ; mais lancé autour du 9 mars en coïncidence avec la date du premier bombardement incendiaire sur Tokyo, cela aurait aussi pu constituer un « double choc » asséné deux mois plus tôt que dans la réalité. Mais, est-ce que cela aurait été suffisant pour fournir au Conseil suprême le prétexte qui lui permette de sauver la face ?

La principale difficulté avec ces raisonnements hypothétiques est qu'ils présupposent, pour une mise en oeuvre en temps voulu, une connaissance assez précise des masses critiques déjà vers la fin de 1944. Or, on l'a déjà dit, la valeur correcte du *crit* ne fut établie qu'en avril 1945 alors qu'il fallait compter plus d'un mois entre la décision de collecter le maximum d'uranium et le largage de la bombe sur la cible. Le mérite du raisonnement ci-dessus est cependant de confirmer que, dans l'idée d'éviter une erreur « à la Roland Garros », c'est bien la technologie de l'uranium qui a attendu sur celle du plutonium.

5.2 La production d'uranium enrichi telle qu'elle fut (1942–1945)

La deuxième possibilité pour lancer une bombe à uranium plus tôt aurait été de produire l'uranium enrichi plus rapidement que ce fut le cas, soit en bâtissant plus d'installations de production, ou alors en procédant de façon plus intelligente, sachant que le seul coût de ces installations avoisina 75% de l'ensemble des 1,9 milliards de dollars de dépenses du Projet Manhattan [Schwartz, 1998, p.60]. Ce nombre n'inclut d'ailleurs pas tous les coûts ; comme les quelques 60 millions de dollars pour les 65 B-29 modifiés afin qu'ils puissent emporter des bombes atomiques (à 814'000 dollars l'unité, plus les frais de logistique) ou encore les installations et le personnel mis à disposition par l'*US Army* et l'*US Navy* (faut-il par exemple inclure le coût du croiseur *Indianapolis* torpillé le 30 juillet 1945 quatre jours après avoir débarqué à Tinian et les dernière pièces manquantes du *Fat Man* lancé sur Nagasaki ?). Ce qui est sûr, c'est que le président Truman a mentionné une fois un coût global de quelques 2.6 milliards de dollars pour le Projet Manhattan, un montant à comparer avec les estimations initiales des scientifiques.

Quoi qu'il en soit, 2 milliards de dollars, c'est à la fois peu et beaucoup. Peu, car cela n'a représenté que 9 jours des dépenses militaires totales des États-Unis durant la Deuxième Guerre mondiale ; mais cela est à comparer d'autres armements qui ont pu manquer faute de moyens financiers comme on pourra s'en faire une idée plus bas. Et c'était aussi beaucoup d'un autre côté, car en 1941,

lorsque Bush et Conant avaient décidé d'entreprendre un programme de construction de la bombe, la meilleure estimation qu'ils avaient du coût total du projet était de 133 millions de dollars. Lorsque les dépenses eurent déjà dépassé 500 millions de dollars en décembre 1942, Conant fut ébranlé, mais toujours déterminé à aller de l'avant.
[Goldberg, 1998, p.70]

Pour cette raison, on peut penser que le général Groves n'aurait pas osé demander plus que les montants astronomiques qui lui furent accordés semestre après semestre. Et effectivement, les chiffres ci-dessous [Schwartz, 1998, p.60] du Projet Manhattan se comparent défavorablement avec ceux des dépenses de la recherche et développement des technologies qui ont effectivement permis aux États-Unis de vaincre durant la Deuxième guerre mondiale : 2,8 milliards de dollars pour l'ensemble des dépenses sur le radar (dont 1,3 milliards pour le seul *Rad Lab* du MIT) [Brown, 2009, p.173] ; ou encore 27 millions de dollars seulement pour la mise au point des détonateurs de proximité, et même, on l'a vu, 360'000 dollars à Fieser pour l'invention et l'adaptation du napalm « à diverses applications ».

Sites/Programmes	1945 dollars	1945 dollars	%
Oak Ridge (total)	1,188,352,000		63%
K-25 Usine d'enrichissement par diffusion gazeuse		512,166,000	27%
Y-12 Usine d'enrichissement électromagnétique		477,631,000	25%
logements, mobilier urbain, installations générales, etc.		155,951,000	8%
Clinton Laboratories (X-10, chimie du plutonium)		26,932,000	1%
S-50 Usine d'enrichissement par diffusion thermique		15,672,000	1%
Hanford (production et retraitement du plutonium)	390,124,000		21%
Matériaux spéciaux (uranium, graphite, fluor, etc.)	103,369,000		5%
Los Alamos	74,055,000		4%
Recherche et Développement	69,681,000		4%
Frais généraux gouvernementaux	37,255,000		2%
Usine de production d'eau lourde	26,768,000		1%
Total général	1,889,604,000		

Mais, comparaison n'est pas toujours raison : une fois produit en quantité industrielle, le détonateur de proximité proprement dit ne coûtait plus que 40 *cents* la pièce, un coût infime comparé au reste de l'obus antiaérien dont il faut bien pourtant à un moment donné comptabiliser aussi le prix ; sans oublier que cet obus était à son tour incomparablement moins coûteux qu'un cuirassé à 150 millions de dollars défendu par ses propres batteries de canons antiaériens ou qu'une simple forteresse volante B-17 à 315 000 dollars l'unité. Il en résulte qu'on pourra toujours dire de la bombe atomique ce qu'on a dit du coût des *Liberty ships*, qu'elle a coûté trop cher ; mais trop cher par rapport à quoi ?

Le meilleur indice qu'une approche autre que celle adoptée par Groves, et donc par le *Manhattan Engineering District*, aurait pu être plus économique—et surtout plus rapide—est la simple observation qu'il a été dépensé trois fois plus pour l'enrichissement de l'uranium à Oak Ridge que pour la production de plutonium à Hanford ; avec près d'un milliard et deux cents millions de dollars contre quatre cents millions. En lui-même, ce simple indice de mauvaise gestion est peu probant mais il prend son sens lorsque l'on entre dans les détails des progrès péniblement effectués dans l'exploration en parallèle des diverses voies d'enrichissement explorées.

En héritant du programme de recherche nucléaire de l'*OSRD*, le général Groves et l'*US Army* héritèrent des idées des chercheurs, en y ajoutant un surcroît de précautions qui allait notablement ralentir l'efficacité de la recherche scientifique, au nom de la sécurité militaire. La compartimentalisation est un principe de précaution qui veut que chacun ne doit savoir que ce qu'on croit qu'il a besoin de savoir pour la tâche qui lui a été assignée. Le résultat d'une telle politique est que les idées scientifiquement fausses ne peuvent plus être corrigées à l'occasion des débats d'idées, et que plus aucune personne ne se retrouve être en mesure d'argumenter en faveur de combinaisons qui dépasseraient son domaine d'expertise autorisé.

Si, comme tout le monde l'avait pensé à l'origine, il devait y avoir une méthode d'enrichissement supérieure à toutes les autres dans toutes les circonstances, la détermination de Groves y aurait fait autant merveille que dans le cas du plutonium. Le problème est que la meilleure méthode

d'enrichissement fut difficile à identifier de façon convaincante, de sorte que pour gagner du temps Groves décida de commencer à construire des usines d'enrichissement sans savoir quelle méthode serait la meilleure. Groves choisit de procéder rapidement par élimination en se fiant à ses intuitions, ainsi qu'à son désir de n'avoir personne en position de se mettre en travers de son chemin. Ce fut ainsi une de ses raisons de tenir à l'écart l'*US Navy* en matière de nucléaire, un poids lourd capable de parler à égalité avec l'*US Army*.

L'amiral Harold Bowen (1913–2000), directeur du Navy's Bureau of Engineering, avait critiqué l'OSRD de vouloir supplanter les laboratoires militaires et détourner ainsi les financements nécessaires au NRL, et l'amiral Alexander Van Keuren (1899–1962), qui devint directeur du NRL en 1942, avait été scandalisé par les dépenses aux "montants astronomiques" de l'US Army pour le projet d'uranium. [Reed, 2011, p.168]

Il est certain que c'est Vannevar Bush, et pas Groves, qui demanda au président Roosevelt de tenir la *Navy* à l'écart des affaires nucléaires en raison des réticences de l'amiral Bowen vis-à-vis du *NDRC* ; mais Groves aurait à coup sûr pu rectifier le tir s'il en avait eu le désir ou éprouvé le besoin. Mais, vicieusement, Groves mit constamment des bâtons dans les roues de l'*US Navy*, sans doute pour s'épargner toute comparaison qui puisse lui être défavorable. Il fut aidé en cela par la politique de cloisonnement qui interdisait en particulier à ses chercheurs de s'inspirer des travaux menés par la *Navy*, dans le but officiel d'éviter le maximum de fuites qui auraient pu bénéficier à l'ennemi, mais qui en pratique mettait Groves seul en position de tout contrôler et d'être indéboulonnable. Ross Gunn, le conseiller technique du *NRL* (Naval Research Laboratory) a rapporté devant la Commission de l'énergie atomique du Sénat américain en décembre 1945 les machinations politiques entourant le projet d'enrichissement par diffusion thermique liquide :

L'une des difficultés sérieuses à l'époque fut la préparation d'approvisionnements adéquats en UF₆ [hexafluorure d'uranium]. (...) Le Dr Abelson avait mis au point une méthode praticable pour une production à grande échelle, ce qui aurait permis au laboratoire de satisfaire ses propres besoins. Le Manhattan District était désireux d'utiliser la méthode [pour ses besoins] et on nous a demandé de remettre ces précieuses informations à la Harshaw Chemical Co. Cela fut fait le 1er décembre 1941. Plus tard, le Manhattan District a récompensé nos efforts pour faire avancer [notre] programme de production d'uranium en ordonnant au War Production Board, en novembre 1943, de refuser au NRL les livraisons en UF₆ pour faire fonctionner (...) notre usine. Il a fallu des mois d'efforts, en pleine guerre, pour corriger cette action politique sordide et incroyable...

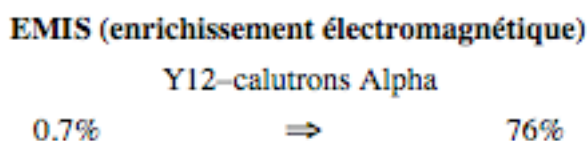
Le Manhattan District n'a manqué aucune occasion de saboter le programme du NRL et aucune aide utile n'a jamais été obtenue de sa part. En revanche, le NRL a tenu le District informé de toutes les façons possibles. Par exemple, le général Groves a visité notre usine pilote le 10 décembre 1942 et a eu accès à tous nos résultats. Le mois suivant, un groupe consultatif du District visita le laboratoire et fit un rapport favorable sur nos progrès, mais ces informations et recommandations furent déposées au fond d'un tiroir et le rapport important sur notre travail pour l'effort national en matière d'uranium ne fut pas examiné pendant plus d'un an. Je pense que cette action a prolongé la guerre de plusieurs mois. [Reed, 2011, p.172–173]

Comme d'un autre côté les méthodes d'enrichissement par voies chimiques étudiées dans les universités ne pouvaient pas conduire à des perspectives d'utilisation au cours de la Deuxième Guerre mondiale, il s'ensuivit qu'après avoir également mis de côté la voie de l'enrichissement étudiée par l'*US Navy*, il ne resta plus au général Groves qu'à trancher entre les trois dernières méthodes les plus prometteuses : l'EMIS (*ElectroMagnetic Isotope Separation*), une méthode d'enrichissement électromagnétique mise en avant par le professeur Ernest O. Lawrence de l'Université de Berkeley ; celle de l'enrichissement par diffusion gazeuse considérée comme la plus intéressante par les Britanniques et reprise avec quelques changements suggérés par les chercheurs américains ; et enfin, celle de l'enrichissement au moyen d'ultracentrifugeuses étudié essentiellement par Jesse Beams de l'Université de Virginie. On sait que cette méthode avait démontré sa capacité à séparer l'uranium-235 en novembre 1941, de sorte que Urey avait pu écrire au début de 1942 que

trois méthodes de séparation avaient atteint à ce moment-là le niveau de l'ingénierie; à savoir les méthodes d'enrichissement par diffusion gazeuse anglaise (gaz d'hexafluorure d'uranium [UF₆] à basse pression nécessitant de puissantes pompes) et américaine (système à haute pression du même gaz avec des pompes plus conventionnelles, mais qui exige des barrières poreuses extrêmement fines), et la méthode par centrifugation. [Rhodes, 1986, p.492]

La méthode paraissant la moins prometteuse des trois, l'ultracentrifugation, fut rapidement mise de côté, et Groves décida à la fin de 1942 d'entreprendre simultanément la construction d'une usine d'enrichissement électromagnétique (baptisée Y-12), et d'une autre d'enrichissement par diffusion gazeuse (K-25) basée sur le procédé américain sans qu'il soit clair en quoi il était supérieur au procédé britannique. On peut néanmoins penser que ce fut lié à une politique délibérée de restriction des échanges américano-britanniques voulue par Groves et les responsables de l'OSRD afin d'éviter d'avoir dans l'après-guerre un puissant concurrent britannique en matière de technologie nucléaire (brevets, etc.), ce dont on rediscutera plus loin. Quoi qu'il en ait été, aussi bien l'EMIS que la séparation par diffusion gazeuse devaient servir de roue de secours à l'autre en cas de problème, au même titre que la voie du plutonium et de l'uranium se servaient mutuellement de roues de secours.

En bref, la méthode par diffusion gazeuse semblait théoriquement la plus prometteuse du point de vue de la production en masse, mais l'EMIS promettait de délivrer plus rapidement les premières quantités non négligeables d'uranium enrichi nécessaires aux scientifiques pour élaborer une bombe. En effet, Lawrence et son groupe de chercheurs à Berkeley avaient pu démontrer au début de 1942, la faisabilité de l'utilisation de cyclotrons modifiés pour la séparation isotopique. Mais, pour séparer assez de matière fissile, il allait falloir disposer d'un à deux milliers de ces unités de séparation électromagnétique appelées calutrons ("tron" étant un suffixe grec signifiant instrument) [Yergey, 1997, p.946]. Pour des raisons d'efficacité technique, 96 de ces sous-unités d'électroaimants alternant avec des récipients de collecte de la matière enrichie étaient disposés en ovale de sorte à minimiser le coût énergétique nécessaire au fonctionnement des aimants [Quist, 1999, p.8] ; et on espéra d'abord atteindre le niveau d'enrichissement requis en une seule étape avec un seul modèle de calutrons, selon le schéma :



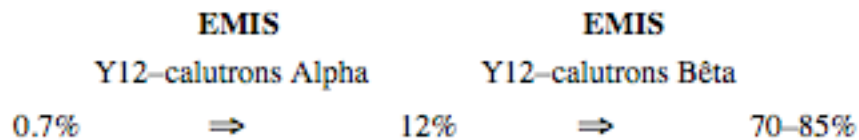
En fait, plusieurs erreurs de conception retardèrent la mise en service des calutrons, et la gestion de l'entreprise fut parfois calamiteuse. Il fallut attendre l'automne 1943 pour que le premier rack de 96 calutrons Alpha entre en service, mais en octobre de cette année-là, ces 96 premières unités durent être retournées en usine jusqu'à la fin de l'année avant que les affaires ne s'améliorent progressivement au fur et à mesure que de nouveaux racks de 96 unités de calutrons Alpha entraient en service ; de sorte qu'en décembre 1943 on n'avait guère récolté « à la moribonde Y-12 » qu'un gramme d'uranium-235 à exhiber en retour de son énorme financement » [Rhodes, 1986, p.492], et qu'en février 1944 on n'avait encore collecté que quelques 200 grammes d'uranium à 12 % d'enrichissement [Yergey, 1997, p.951]. Bien que ce taux représente un enrichissement plus de 15 fois supérieur au niveau d'abondance naturelle de 0,7 %, il ne représentait qu'environ un septième de l'enrichissement nécessaire à une arme atomique [Yergey, 1997, p.943]. On finit aussi par réaliser que si un calutron peut être conçu et exploité pour fournir l'enrichissement requis en une seule étape, son débit serait alors trop faible pour être utile; d'où l'idée de procéder à un enrichissement en deux étapes, avec un premier type de calutron optimisé pour avoir un rendement important, et un deuxième type qui minimise les pertes du précieux uranium déjà partiellement enrichi [Quist, 1999, p.6].

Par conséquent, les calutrons Alpha étaient plus grands que les calutrons Bêta (et il fallait plus d'unités) parce qu'un débit plus important était requis pour l'étape initiale d'enrichissement. La taille plus petite des unités Bêta facilitait la récupération de la matière première très précieuse (environ 12 % d'U-235) déposée sur la surface interne des récipients et autres pièces internes de ces calutrons Bêta. [Quist, 1999, p.6]

Un total de 864 calutrons Alpha entra finalement en opération sur le site Y-12, répartis en cinq racks de 96 unités à double faisceaux baptisés α -1 et de quatre autres racks d'unités à quadruple faisceaux baptisés α -2. La matière pré-enrichie qu'ils produisaient était alors injectée dans les calutrons Bêta pour l'enrichissement final. Au total, 288 calutrons Bêta furent finalement mis en service, assemblés sous forme de huit racks de 36 unités à double faisceaux ; mais seules 216 de ces 288 unités entrèrent en service avant la fin de la guerre. [Yergey, 1997, p.947]. Notons qu'avec un total de 1080 calutrons entrés en service en août 1945, on ne s'approcha jamais des 2000 envisagés en 1942 par Lawrence pour produire en 300 jours les 30 kg d'uranium hautement enrichi alors supposés suffisants au bon fonctionnement d'une bombe. Néanmoins, la totalité de l'uranium de la bombe d'Hiroshima reçut son enrichissement final en passant par les calutrons Alpha ou Bêta ; mais cela n'avait pas été sans mal...

En septembre 1944 les premiers calutrons Bêta entrèrent en service pour l'enrichissement final [Rhodes, 1986, p.600] ; mais deux mois plus tard un observateur britannique (!), Mark Oliphant, pouvait écrire « Mais une mauvaise planification de la récupération chimique de ces matières dans les récipients Bêta a entraîné un gaspillage d'environ 40 % , ... La chimie, considérée dans son ensemble, constitue, à mon avis, un exemple effroyable de manque de coordination, d'inefficacité et de mauvaise gestion. » [Rhodes, 1986. p.600-601]. Informé, Groves prit aussitôt des mesures correctives, comme on peut même le subodorer rien qu'en lisant, sur le tableau en tête du chapitre, les chiffres de l'accroissement du taux d'enrichissement des lots en décembre 1944 ; mais, pourquoi Groves ne s'activa-t-il pas de lui-même pour le vérifier avant ?

Les calutrons Bêta n'avaient en effet commencé à délivrer régulièrement de l'uranium hautement enrichi qu'en décembre 1944, de sorte qu'à cette date il n'avait été produit par les calutrons Alpha que 9.4 kg d'uranium enrichi à 76% comme le tableau mentionné plus haut l'indique ; puis on passa à un schéma où la matière pré-enrichie produite par les calutrons Alpha (à environ 12 % d'U-235) était utilisée pour alimenter les calutrons Bêta qui, eux, produisaient l'uranium hautement enrichi (85% ou plus d'U-235) destiné à être utilisé dans les armes nucléaires:

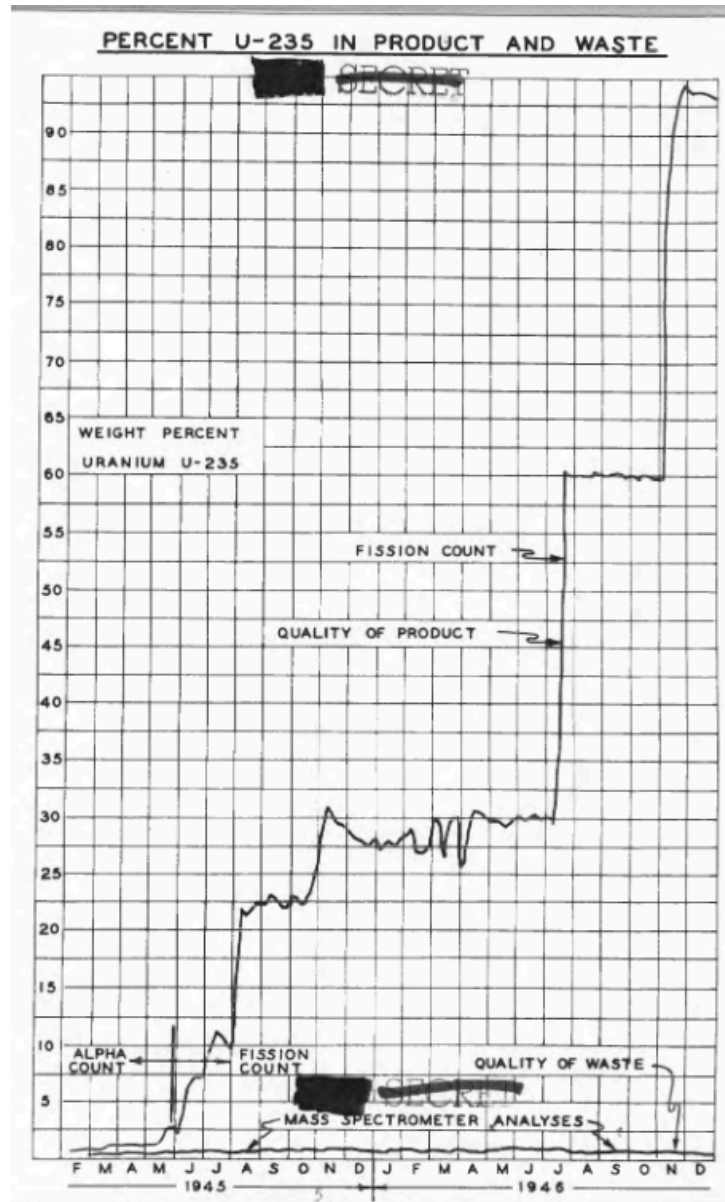


Ces chiffres, et le nombre de calutrons de divers modèles impliqués, montrent que les premières phases de l'enrichissement sont disproportionnellement moins efficaces que les dernières, raison pour laquelle on parle déjà d'uranium hautement enrichi (UHE) dès que le taux d'enrichissement dépasse les 20% ; parce que l'on est déjà en pratique très proche de l'effort requis pour une utilisation dans une bombe (disons de 85% à 93%).

Toutes les difficultés rencontrées avec l'EMIS résonnèrent avec celles rencontrées dans la voie de l'enrichissement par diffusion gazeuse. Comme indiqué plus haut, Groves avait décidé de lancer la construction d'une usine de diffusion gazeuse à cent millions de dollars selon le procédé américain avant même que l'on sache réaliser les barrières requises qui puissent résister à la corrosivité extrêmement élevée de l'hexafluorure d'uranium. Cette gigantesque usine, baptisée K-25, allait devenir en 1944 le plus grand bâtiment du monde, ce qui était loin d'effrayer le général Groves, puisqu'on a déjà vu que ce dernier avait déjà supervisé la construction du Pentagone qui ne resta le plus grand bâtiment que durant quatre ans. Néanmoins, en septembre 1944, on n'avait toujours pas conçu de barrière de qualité même insuffisante alors que K-25 était déjà à moitié terminée [Rhodes, 1986, p.550-551]. Cela tournait à la catastrophe généralisée lorsqu'en janvier 1945 des barrières de qualité suffisante purent être installées. Le 20 janvier 1945, la plus moderne des usines industrielles automatisées au monde, K-25, commença à entrer en service ; de sorte qu'en février 1945, la chaîne d'enrichissement avait pris sa forme finale, avec la présence inattendue, et expliquée dans la section suivante, d'une troisième usine d'enrichissement baptisée S-50 :

Diffus. thermique	Diffus. gazeuze	EMIS	EMIS
S50	K25	Y12-calutrons Alpha	Y12-calutrons Bêta
0.7% ⇒	0.89% ⇒	1,1% ⇒	12% ⇒ 80-85%

Le graphique ci-dessous montre l'évolution du pourcentage d'uranium-235 présent dans l'hexafluorure d'uranium (UF₆) fourni à la sortie de K-25 en 1945 et 1946 [Manhattan, 1947] :



Alimentée par de l'uranium enrichi à 0,89% en provenance de S-50, K-25 produisit d'abord pendant trois mois de l'uranium enrichi à environ 1,1% (ce qui représente un accroissement de quelques 25% du taux d'enrichissement). Puis la proportion d'uranium-235 dépassa la barre des 2% à la fin de mai 1945, puis des 5% autour du 10 juin, pour atteindre les 11% à la mi-juillet. Autrement dit, si l'on ne se base que sur les chiffres qui passent de 1,1% à 11% dans les trois derniers mois de la guerre, la production d'uranium hautement enrichi à la sortie des calutrons de Y-12 aurait dû être accrue de 1000 % grâce à K-25 ; mais cela n'apparaît pas dans le premier tableau de notre section 5.1. Peut-être que l'accroissement du taux fut compensé par une réduction d'ampleur similaire de la masse d'uranium traitée ? Sans doute aussi y eut-il un goulot d'étranglement au niveau de la transformation de l'hexafluorure en tétrachlorure d'uranium (UCl₄) nécessaire au fonctionnement de Y-12. En effet, parmi les données mentionnées à la page 264 de [CosterMullen, 2002] que nous n'avons pas reprises

pour notre premier tableau, il semble bien indiqué que ce n'est qu'à la mi-juin 1945 que commença l'alimentation des calutrons Alpha en tétrachlorure d'uranium fabriqué à partir de l'hexafluorure d'uranium en provenance de K-25 entrée en service le 20 février ; ou pour toute autre raison, comme la mise hors service progressive dès juillet 1945 de certaines portions de S-50 au profit de K-25, faute de disponibilité suffisante en énergie. Cela s'observe bien dans le compte-rendu de la production de S-50 : [Manhattan, 1946, p.1]

<u>Month</u>	<u>Output of Product (pounds)</u>
October 1944	10.8
November	171.8
December	157.5
January 1945	840.9
February	3168.0
March	6004.4
April	9083.8
May	9299.4
June	12730.1
July	3381.8
August	3879.0
September	2786.8
Total	56504.6

Quoi qu'il en ait été précisément de toutes ces incertitudes, il est certain à la vue des chiffres dont nous disposons aujourd'hui que la voie de l'enrichissement par diffusion gazeuse ne justifia en aucune manière le demi-milliard de dollars alloué à cette aventure. Si cet incroyable gaspillage fut occulté, c'est qu'une fois les bonnes barrières poreuses devenues disponibles, le taux d'enrichissement de 93% fut relativement vite atteint à K-25 ; et cette usine allait désormais fonctionner pendant des décennies avec la maintenance normale prévue. [Rhodes, 1986, p.602]

5.3 La production d'uranium enrichi telle qu'elle aurait pu l'être ?

Est-ce que la méthode par enrichissement électromagnétique au moyen de *calutrons*, proposée par le professeur Lawrence, un prix Nobel, était vraiment plus prometteuse que celle par centrifuge, ou fut-elle sélectionnée pour une autre raison ? Le fait est que Groves semblait apprécier le caractère d'un Lawrence à l'optimisme exacerbé qui promettait tout à qui voulait bien l'entendre, tout en laissant à ses subordonnés le soin de résoudre les problèmes qu'il n'avait pas correctement anticipés. Ces bévues ne portaient guère à conséquences pour Lawrence car il était très proche de l'industriel philanthrope Alfred Lee Loomis, qui dirigeait une des divisions de l'*OSRD* et qui le dépannait au besoin financièrement (c'est-à-dire fréquemment). Loomis était en plus un neveu du très puissant secrétaire d'État à la Guerre Henry L. Stimson qui, lui, avait parmi ses nombreuses attributions celle de stimuler l'avancement du projet Manhattan. Rappelons que c'est Stimson qui imposa quasiment à lui seul d'épargner Kyoto ; et qu'il fut probablement la seule personnalité désireuse, et capable, de s'opposer aux désirs de Groves qui, il est vrai, était techniquement son subordonné.

En fait, comme on a commencé à le montrer dans la section précédente, la manière d'approcher la voie de l'enrichissement de l'uranium fut désastreuse en comparaison de celle de la production de plutonium en réacteurs ; et cela aussi bien par la faute du général Groves, que par celle de ses hauts conseillers de l'*OSRD* (Bush, Conant, Tolman), des membres de ladite *Commission S-1* établie le 19 juin 1942 et qui était composée de James B. Conant (président), Lyman J. Briggs, Arthur H. Compton, Ernest O. Lawrence, Eger V. Murphree et Harold C. Urey ; ou encore des scientifiques rassemblés à Los Alamos sous la direction scientifique d'Oppenheimer. Ce fait est rarement mentionné, sans doute parce qu'il est difficile à quiconque de se convaincre qu'une méthode de gestion favorable dans une circonstance pourrait être défavorable dans une autre ; même si cela a été parfois sous-entendu dans les témoignages des scientifiques qui ont eu à se plaindre de Groves.

En l'occurrence, il semble bien, pour le problème qui nous intéresse ici, que les principaux « responsables du cafouillage de l'enrichissement de l'uranium » ont été les scientifiques plutôt que

Groves. En effet, pour la voie du plutonium, la seule grande question *scientifique* avait été de savoir si le modérateur des réacteurs plutonigènes devait être de l'eau lourde ou du graphite ultra pur. Szilard ayant montré qu'il était possible de fabriquer du graphite suffisamment dépourvu d'impuretés capables d'absorber des neutrons (comme le bore), Groves put appliquer avec succès son approche volontariste en ordonnant la construction des très coûteux réacteurs plutonigènes avant même que tous les paramètres scientifiques aient été connus. La chance voulut que « ses » scientifiques de Los Alamos, et les ingénieurs de DuPont de Nemours en charge de la construction de l'usine de Hanford, furent capables de faire face aux obstacles imprévus (prédétonation due au plutonium-240, empoisonnement au xénon-135 du réacteur plutonigène de Hanford, friabilité de la phase alpha du plutonium pur résolue par l'adjonction de 1% de gallium). Il y eut bien évidemment aussi la phénoménale capacité de Groves à faire avancer les choses. Son pouvoir de conviction et sa capacité à oser risquer gros qui fonctionna si utilement dans le cas de la voie de la fabrication du plutonium allait néanmoins se révéler contre-productive dans la voie de l'enrichissement de l'uranium.

Les affaires semblant procéder sans trop de difficultés durant l'année 1942, Groves, ses conseillers de l'OSRD, et le président Roosevelt arrivèrent vite, par excès de confiance, à la conclusion au début 1943 qu'il était possible *et souhaitable* d'exclure les Britanniques des développements effectués aux États-Unis au prétexte que c'étaient les Américains qui avaient mis la quasi-totalité des fonds dans ces recherches nucléaires. C'était bien sûr vrai, mais la raison d'État les aida aussi à oublier que sans les stimulations permanentes des physiciens britanniques de 1940 à 1942, les Américains n'auraient probablement même pas commencé à explorer le potentiel militaire du nucléaire malgré les trois lettres adressées à cet effet par Einstein au président Roosevelt, datées respectivement des 2 août 1939, 7 mars et 25 avril 1940. Puis, à la surprise sans doute de tout le monde, les développements persistèrent à piétiner dans toutes les voies explorées de l'enrichissement malgré l'injection répétée de sommes énormes. Cela commença à faire jaser bien que tout fût effectué sous le sceau du secret.

Parce que c'était son job à ce moment-là, ou simplement pour protéger ses arrières, James F. Byrnes, le très redouté directeur de l'OWM (Office of War Mobilization) écrivit le 11 septembre 1943 au secrétaire à la Guerre Stimson ce qui suit :

J'ai récemment discuté avec mon équipe des constructions secrètes de l'Army placées sous l'étiquette de Manhattan (...). Cette entreprise s'est développée jusqu'à impliquer une dépense d'un demi-milliard de dollars à une date du début de l'année.... [et] au moins neuf projets distincts en plusieurs endroits allant de la Floride à Puget Sound impliquent des dépenses supplémentaires estimées à environ cinq cents millions de dollars pour l'année en cours

Dans les récentes demandes d'attribution d'acier dans le cadre de la procédure CMP [Programme de contrôle des matériaux] du War Production Board, 75'000 tonnes d'acier au carbone (acier doux) ont été attribuées au Manhattan pour le quatrième trimestre. Ceci [est à comparer avec] les seuls 8'500 tonnes pour toutes les autres constructions industrielles et avec 53'000 tonnes pour l'ensemble des constructions de l'Army (à l'exception du Manhattan), y compris les bâtiments de commandement, les constructions industrielles, les rivières et les ports, et la "protection passive". Il apparaît comme probable, à la lumière de ces chiffres, que plus de la moitié des constructions militaires de l'Armée de terre entrent dans la catégorie du Manhattan.
[Goldberg, 1998, p.66]

Pour saisir l'énormité de ces chiffres, rappelons par comparaison que 75'000 tonnes représentent le poids d'environ trois des porte-avions de combat mis en service à cette époque, ou encore 2500 des quelques 50'000 chars d'assaut M4 Sherman de 30 tonnes qui furent produits durant toute la guerre. Comme le Projet Manhattan était manifestement secret et sous couvert de l'autorité du Président, bien qu'illégal, Byrnes se contenta des réponses évasives de Stimson car son rôle et celui de sa commission n'était pas de savoir si l'argent public était dilapidé ou non, mais seulement de s'assurer que les entrepreneurs de certains États de l'Union n'étaient pas défavorisés par rapport à d'autres. Néanmoins, lorsque que plus tard ce même Byrnes fut nommé secrétaire d'État le 3 juillet 1945 par le tout nouveau président Truman, on comprend qu'il fut rapidement aussi motivé que les Stimson,

Bush, Conant ou autres Groves pour que la décision d'utiliser la bombe continue d'aller de l'avant; car si le projet Manhattan s'était avéré un échec, ils auraient eu à subir de « nombreuses et interminables enquêtes et critiques ». [Goldberg, 1998, p.67]

On comprend aussi pourquoi les Américains se résignèrent au retour d'une coopération partielle avec les Britanniques qui s'empressèrent de déléguer leurs meilleurs spécialistes pour occuper les meilleurs strapontins qu'on leur offrait. Les déboires américains avaient permis aux Britanniques de reprendre leur coopération nucléaire grâce à un accord à bien plaisir—pas un traité—passé entre Roosevelt et Churchill à la Conférence de Québec en août 1943. En gros, il fallut presque une année pour remettre sur les rails la dynamique gagnante de 1942 ; car sans la trentaine d'experts britanniques hautement qualifiés arrivés aux États-Unis à partir de l'automne 1943, il n'est pas sûr que les bombes à uranium (fonctionnement de l'usine d'enrichissement par diffusion gazeuse) et à plutonium (réalisation des lentilles explosives) auraient pu être prêtes avant la capitulation japonaise.

Parmi les reproches que nous pouvons adresser à Groves, nous avons déjà mentionné plus haut l'action retardatrice de ce dernier envers les efforts d'enrichissement de la Navy ; ce qui non seulement entraîna des retards dans ce programme de recherches, mais entraîna aussi la mort de deux civils travaillant pour la Navy lorsqu'un récipient d'hexafluorure d'uranium explosa le 2 septembre 1944 à proximité de l'installation pilote du NRL à Philadelphie qui comprenait 102 colonnes d'enrichissement hautes de 16 pieds. Une enquête établit la cause de l'accident comme venant de la conception des récipients :

parce que l'US Army avait la priorité dans toutes les installations de production de nickel, le NRL n'avait pas pu se procurer des récipients en nickel monobloc et a donc dû fabriquer des récipients recouverts à l'intérieur d'un mince revêtement en nickel soudé sur un alliage d'acier vraisemblablement corrodé qui éclata. [Reed, 2011, p.177]

On comprend qu'en présence de tels obstacles le NRL ne put jamais réaliser son usine d'enrichissement initialement envisagée avec 21 800 colonnes de 36 pieds de hauteur (toutes ne fonctionnant pas en série) susceptibles de produire un kilogramme par jour d'U-235 à 90%. D'après des estimations—sans doute trop optimistes—son coût de construction et d'exploitation était alors évalué à quelques 75 millions de dollars. [Reed, 2011, p.170–171]

Le professeur Harold C. Urey de l'Université de Columbia à New York, était probablement le scientifique le plus compétent pour comparer entre eux les divers procédés d'enrichissement. La Commission S-1, dont il était membre, s'était prononcée en faveur d'une première installation industrielle d'enrichissement par diffusion gazeuse qui était toujours en cours de construction à la fin de 1943 alors même que les chercheurs et les industriels n'avaient toujours pas réussi à réaliser une barrière poreuse « parfaite », capable de résister au passage de l'hexafluorure d'uranium gazeux très corrosif. Cette installation fut alors « rasée » en janvier 1944 sur ordre de Groves, contre l'avis d'Urey, afin de pouvoir en récupérer des matériaux pour construire une autre usine conçue pour utiliser une barrière plus performante que celle éliminée. Pour Urey, c'était une erreur de jugement, car l'usine qui fut rasée aurait pu entrer en service plus tôt que la nouvelle, et ainsi produire à une date plus précoce la quantité d'uranium enrichi requise pour une bombe ; ce qui aurait surcompensé l'inconvénient d'avoir à utiliser une barrière de qualité médiocre [Rhodes, 1986, p.495]. En fait, Groves, avait déjà pris seul sa décision à la fin de 1943 ; mais pour préserver la vraisemblance d'une décision collective et objective, il avait organisé une petite machination pour que des « arbitres neutres » (en l'occurrence des Anglais auxquels il ne se fiait en général pas !) parviennent à un avis contraire à celui d'Urey, qui n'en fut pas dupe.

En changeant les barrières plutôt qu'en abandonnant la diffusion gazeuse, [Groves] a confirmé ce que de nombreux scientifiques du Projet Manhattan n'avaient pas encore réalisé : que l'engagement des États-Unis dans le développement d'armes nucléaires s'était étendu par rapport à l'objectif apparemment urgent mais limité de battre les Allemands [dans la course] à la bombe. La construction d'une usine de diffusion gazeuse, qui interférerait avec la production de guerre conventionnelle, coûterait finalement un demi-milliard de dollars mais ne contribuerait presque certainement pas

de manière significative à raccourcir la guerre, signifiait que les armes nucléaires devaient désormais être considérées comme un ajout permanent à l'arsenal américain.
[Rhodes, 1986, p.496]

Urey songea dès lors à orienter ses efforts vers le contrôle de l'énergie atomique et non pas vers ses applications, ce qui allait lui donner plus tard l'occasion de croiser le fer plusieurs fois avec Groves. Ce dernier avait donc assez probablement fait le pari, raisonnable au début 1944, que la voie du plutonium allait suffire à elle seule pour mettre fin à ce conflit. Mais, après que sa décision de raser l'usine susmentionnée fût prise arriva la surprise du plutonium-240 en juin 1944, ce qui nécessita de réintroduire la bombe à uranium dans la course à l'utilisation militaire, bien qu'aucune des approches par enrichissement n'ait encore démontré son efficacité [Rhodes, 1986, p.495–496].

Le 21 octobre 1944, faute de pouvoir faire autrement avec le temps qui filait, Groves prit la décision de faire au mieux avec la qualité des barrières fournies en se résignant à l'idée que les performances de K-25 soient limitées à un enrichissement maximal de 50% ; et que l'uranium qui y serait produit serve alors à alimenter les calutrons Bêta, comme le faisaient déjà les calutrons Alpha. Même ainsi, cela signifiait que K-25 n'allait pas pouvoir entrer en service avant le début de 1945, de sorte que la guerre risquait de se terminer sans bombe à uranium, ou alors une bombinette, alors que dans le même temps la technique des lentilles implosives n'était toujours pas au point pour la bombe au plutonium. La production d'uranium enrichi s'accrut alors lentement mais sûrement au fur et à mesure qu'entraient en service de nouvelles unités d'enrichissement ; même si, on l'a vu plus haut, tout l'uranium enrichi ne fut fourni jusqu'au tout début 1945 que par les calutrons Alpha et Bêta de l'usine Y-12, et que les déboires continuaient avec les barrières poreuses pour la diffusion gazeuse.

Urey ayant estimé, lui, que la diffusion gazeuse aurait dû être abandonnée alors que l'EMIS piétinait, que lui restait-il d'autre à proposer si ce n'est de reconsidérer un retour à l'ultracentrifugation ?

C'est que Groves avait commis une autre bétise, peut-être moins évidente, mais également révélatrice d'une de ses faiblesses de caractère : une forme de jalousie envers les universitaires. N'aimant pas les professeurs en général, et en particulier ceux qui lui faisaient comprendre qu'il était trop brutal ou que son règlement de cloisonnement excessif allait retarder le succès du Projet Manhattan, Groves se désintéressa dès décembre 1942 de l'approche par centrifugeuses, contre le jugement de quelques scientifiques qui prirent sur eux de continuer l'exploration de cette méthode malgré les difficultés réelles rencontrées. C'est ainsi que Groves s'était décidé à la fin de 1942 déjà à ne se focaliser que sur les deux méthodes d'enrichissement par diffusion gazeuse et par voie électromagnétique ; la première parce qu'en théorie la plus prometteuse, et la deuxième méthode peut-être parce que Groves appréciait Lawrence. En effet, on a pu dire de Lawrence et de Groves ce qu'on a dit de Churchill ; à savoir que leurs grandes capacités de travail et leur grand pouvoir de conviction leur permettaient de compenser dans une large mesure les problèmes qu'ils avaient eux-mêmes causés par leur trop grande impulsivité, comptant sur leurs subordonnés pour réparer leurs erreurs d'appréciation.

Dans une optique « tout centrifuge, » les calculs avaient montré que pour produire 1 kilogramme d'U-235 par jour enrichi à 90 %, il aurait fallu une usine avec environ 17 000 centrifugeuses de 11 pieds de long, avec un coût de construction et de démarrage de quelques 85 millions de dollars et des coûts de fonctionnement de 35'500 dollars par jour en comptant un effectif de 1400 personnes [Reed, 2009, p.432–433]. Mais les performances des centrifugeuses n'avaient pas été à la hauteur des prévisions théoriques, de sorte que le général Groves cessa de considérer cette approche à la fin de 1942. Cela n'empêcha pas quelques universitaires, soutenus par leurs institutions, de poursuivre leurs recherches jusqu'en janvier 1944. Une nouvelle fois contre l'avis du professeur Urey, le général Groves renonça définitivement à soutenir le développement de cette technologie qui est aujourd'hui reconnue comme la plus proliférante ; et cela à un moment où cette méthode avait atteint dans une usine pilote des performances proches de celles théoriquement attendues, et que de nombreuses difficultés technologiques avaient été surmontées. Toutefois,

L'exploration de la centrifugation comme moyen d'enrichissement des isotopes au cours du projet Manhattan a été beaucoup plus approfondie qu'on ne le pense généralement.

Au moment où cette méthode fut abandonnée en janvier 1944, l'enrichissement de l'U-235 par centrifugation avait été démontré dans des opérations en usine pilote à des niveaux proches de ceux qui étaient théoriquement attendus ; un certain nombre de difficultés techniques liées aux roulements, au contrôle thermique et à l'amortissement des vibrations avaient été surmontées ; et des plans détaillés d'usines de production à grande échelle avaient été établis. Alors que les délais de fabrication auraient probablement empêché l'enrichissement de l'U-235 en matériaux de qualité militaire par une usine indépendante, même si la guerre s'était poursuivie en 1946, la proposition de Murphree du 15 mars 1943, pour une usine de centrifugeuses longilignes de 624 unités, permettant d'enrichir partiellement l'alimentation de l'installation de diffusion gazeuse K-25 en vue de matériaux de qualité militaire, aurait pu être réalisée au début de 1945. [Reed, 2009, p.439]

Il est effectivement vraisemblable que la durée de construction d'une telle usine avec plusieurs milliers de centrifugeuses, cumulée au temps relativement long requis pour atteindre l'équilibre nécessaire à un fonctionnement régulier, auraient empêché un enrichissement complet de l'uranium au moyen de ce seul procédé avant la fin de la guerre ; mais, comme on vient de le voir, la proposition du 15 mars 1943 de Murphree – un chimiste membre de la Commission S-1 – suggérant une installation de taille plus modeste n'hébergeant que 624 centrifugeuses, pour pré-enrichir de l'uranium à injecter dans l'usine à diffusion gazeuse K-25, aurait bien pu entrer en service au début 1945 ; c'est-à-dire à temps pour intervenir utilement lors de cette guerre.

C'est probablement pour dissimuler cette bévue de Groves, et cacher l'intérêt des centrifugeuses aux futurs adversaires et concurrents des États-Unis, que les comptes-rendus officiels du Projet Manhattan ne mentionnent les centrifugeuses que jusqu'en date de l'automne 1942.

Le fait est que tout au long de la guerre, les scientifiques ne surent *pas* identifier la meilleure façon d'enrichir l'uranium jusqu'au niveau hautement enrichi requis pour une bombe. L'idée persistante — et fautive — était qu'il devait exister *une* meilleure méthode que toutes les autres pour passer « d'un coup » de l'uranium naturel à l'uranium hautement enrichi (disons à plus de 80%).

Pour une raison qu'il est difficile de comprendre de la part de physiciens aussi talentueux que ceux impliqués dans le Projet Manhattan, aucun d'entre eux semble avoir *sérieusement* envisagé l'intérêt d'enchaîner les diverses méthodes d'enrichissement plutôt que de les mettre en concurrence. Et pourtant, les indices allant dans ce sens n'ont pas manqué ; et ce dès le mois de mars 1943.

On a vu que la seule méthode d'enrichissement qui fonctionnait en date de décembre 1944, médiocrement, fut celle de l'enrichissement électromagnétique à l'usine Y-12. Mais, c'était déjà en mars 1943 que Groves avait autorisé la construction des calutrons Bêta, de la taille d'un calutron Alpha divisée par deux, dans le but délibéré que les calutrons Alpha alimentent les calutrons Bêta pour la suite de l'enrichissement ; ce qui est une forme d'enchaînement.

Puis, nous venons de le voir, il y eut aussi la suggestion du 15 mars 1943 de Murphree d'alimenter la future K-25 à l'aide d'uranium pré-enrichi au moyen d'ultracentrifugeuses.

Et il y eut encore la décision de Groves du 21 octobre 1943 d'alimenter les calutrons Bêta avec de l'uranium en provenance de K-25 ayant un taux d'enrichissement de 50%, la qualité des barrières poreuses réalisées à cette date n'étant plus rentable au-delà [Rhodes, 1986. p.495]. Là encore, ce fut considéré comme un pis-aller plutôt que comme l'opportunité d'une stratégie à rechercher.

Finalement, malgré le cloisonnement voulu par les militaires, Philip Abelson qui travaillait à l'enrichissement pour l'*US Navy* déduisit correctement, à partir de vagues indications qui circulaient, que les scientifiques de Los Alamos n'avaient toujours pas compris l'intérêt des pré-enrichissements en général, et en particulier d'un pré-enrichissement à l'aide de la diffusion thermique. En effet, même si la proportion d'uranium-235 ne passe que de 0,7 % à 0,89 %, c'est déjà un enrichissement de 25% ; et le débit de toute la suite de la chaîne de production s'en trouve accru d'autant. Il se décida à le faire savoir ; et ce fut finalement une petite machination impliquant Abelson et Parsons, tous deux de la *Navy*, qui permit « officiellement » à Oppenheimer de découvrir « par hasard » cette évidence et de prévenir Groves le 28 avril 1944 sans laisser deviner que la *Navy* avait contourné les

règles pour lui venir en aide. Groves écrivit après la guerre que Oppenheimer lui apprit soudainement qu'ils avaient fait une terrible erreur scientifique en ne considérant pas [la diffusion thermique] comme une portion d'un processus à considérer dans son entier [Rhodes, 1986. p.552–553].

Bien plus d'une année avait été perdue, mais cette fois-ci Groves ne put, ni ne voulut, snober la Navy et réagit avec son énergie habituelle, ordonnant la construction à Oak Ridge d'une usine d'appoint baptisée S-50.

Fondamentalement, l'usine S-50 fut conçue comme vingt et une copies de l'installation à 102 colonnes à Philadelphie. Les 2 142 colonnes qui en résultèrent furent exploitées en parallèle pour fournir une grande quantité d'U-235 légèrement enrichi pour alimenter d'autres méthodes d'enrichissement. [Reed, 2011, p.177]

Plus intéressant encore,

La production de S-50 commença en octobre 1944 avec une production de 10,5 livres et atteignit son apogée en juin 1945 avec 12 730 livres. La production cumulée s'éleva à près de 45 000 livres à la fin du mois de juillet, et à un peu plus de 56 500 livres à la fin du mois de septembre. Si la totalité de cette matière avait une concentration de 0,85 % d'U-235, cela représenterait quelque 220 kg d'U-235. La production de juin à elle seule s'éleva à environ 1,6 kg d'U-235 par jour. (C'était considérablement moins que les 10 kg par jour d'U-235 à 90% que le comité de révision Lewis avait estimé en juin 1944, car maintenant les colonnes de S-50 fonctionnaient en parallèle et non plus en série). Le coût de l'usine S-50 s'éleva à un peu moins de 20 millions de dollars, soit environ 1% du coût total de l'ensemble du projet Manhattan. Ce montant comprenait 12,9 millions de dollars pour la conception et la construction de l'usine S-50, et un peu moins de 7 millions de dollars pour son exploitation. Ces données n'incluent pas les coûts de recherche supportés par la Marine, que Ross Gunn a estimé à moins de 2 millions de dollars. [Reed, 2011, p.178–179]

Autrement dit, la diffusion thermique permit un accroissement de 25% de la production finale d'uranium hautement enrichi au prix de quelques 20 millions de dollars, soit un soixantième seulement des 1200 millions de dollars dépensés pour l'ensemble des procédés d'enrichissement ; à comparer avec le « misérable » enrichissement de 24% de la production obtenu grâce à la diffusion gazeuse au coût exorbitant de quelques 512 millions de dollars, plus quelques millions de frais de recherches. Mais, cela n'allait plus durer puisqu'au mois de juillet 1945, le dernier mois complet de la guerre, les taux d'enrichissements devenaient :

Diffus. thermique		Diffus. gazeuze		EMIS		EMIS	
S50		K25		Y12-calutrons Alpha		Y12-calutrons Bêta	
0.7%	⇒	0.89%	⇒	7%	⇒	15%	⇒ 90%

Il est vrai que ces nouveaux chiffres ne disent encore pas tout, puisqu'après la guerre, deux copies de K-25, baptisées K-27 et K-29, entrèrent en service sans coût de R&D (recherche et développement) supplémentaire. À elles trois, ces usines donnèrent pour plusieurs années aux États-Unis un monopole sur la fourniture d'uranium enrichi vendu à l'étranger à prix coûtant ; avec pour résultat de torpiller un peu partout l'essor des filières de réacteurs à l'uranium naturel, dont la filière suisse.

Quoi qu'il en soit, nous avons de bonnes raisons de croire que le Projet Manhattan aurait aussi bien pu déboucher à la fin de la guerre sur un schéma d'enrichissement sans doute plus complexe, mais avec des usines d'enrichissement plus petites et moins chères que celles construites ; avec très probablement une production globale d'uranium hautement enrichi plus élevée ; mais hélas impossible à estimer :

Diff. thermique	Centrifugeuses	Diff. gazeuse	EMIS	EMIS
S50	(usine hypothétique)	K25	Y12-calutr. Alpha	Y12-calutr. Bêta
0.7% ⇒	0.89% ⇒	? % ⇒	? % ⇒	60% ⇒ 93%

L'idée d'enchaîner les méthodes d'enrichissement est une chose, l'ordre dans lequel procéder à l'enchaînement en est une autre, puisque cela demande de connaître les formules explicites d'efficacité de chacune de ces méthodes en fonction du taux d'enrichissement, des coûts de fonctionnement, et d'autres paramètres d'ordres techniques. La logique qui s'en dégage est qu'il y a intérêt à commencer l'enrichissement avec la matière la plus dense possible et finir avec la moins dense : hexafluorure d'uranium sous forme liquide (diffusion thermique), puis sous forme gazeuse (ultracentrifugation, diffusion gazeuse) ; et finalement tétrachlorure d'uranium sous forme de faisceaux d'ions à la densité évanescence (séparation électromagnétique) circulant dans un gaz résiduel (d'une densité d'environ 30 milliardièmes de notre atmosphère) qui permet de réduire d'un facteur 400 les limitations dues à la répulsion électrostatique. [Parkins, 2005, p.42 et 50]

5.4 Le sauvetage qui n'eut pas lieu

Mais la question de la réalisation plus précoce de bombes à uranium ne s'arrête pas là. En effet, on a vu plus haut que le laboratoire de Los Alamos fut complètement réorganisé, jusqu'à quadrupler les effectifs des scientifiques, aussitôt qu'il fut clair que la présence « massive » de plutonium-240 allait interdire la méthode du canon pour une bombe au plutonium. Bien sûr, on l'a dit, et cela a été écrit, que le programme d'urgence, et hautement risqué, de conception de lentilles explosives destinées à la méthode par implosion, avait été entrepris pour « sauver les énormes investissements » déjà engagés dans l'usine de production de plutonium à Hanford.

Mais le tableau des dépenses du Projet Manhattan mentionné plus haut nous montre que celles en faveur du plutonium ne représentèrent que quelques 20% des dépenses totales du projet ; contre quelques 60% dépensés pour la production de l'uranium enrichi. La question est donc de savoir pourquoi il ne semble jamais avoir été question d'un programme d'urgence pour sauver les investissements effectués dans la voie de l'uranium enrichi ; alors que la compilation des récits des historiens montre à l'évidence que l'approche de la voie de l'uranium fut très mal pensée et gérée, aussi bien par le général Groves que par ses scientifiques. Et pourtant, déjouant leurs pronostics, la voie de l'uranium enrichi devança malgré tout celle du plutonium. En fait, on a même l'impression que la voie de l'uranium enrichi aurait pu aboutir jusqu'à six mois, voire même une année, plus tôt.

Il devient dès lors difficile de prétendre — compte tenu de ce que nous avons discuté plus haut au sujet de la grande adaptabilité des Japonais aux circonstances — qu'il aurait été impossible de leur imposer un arrêt des hostilités au début de l'année 1945, grâce à une ou plusieurs bombes à l'uranium, à un moment où Roosevelt encore vivant possédait une autorité suffisante pour expliquer à ses concitoyens l'intérêt de sauver la dynastie impériale.

On peut penser, mais pas prouver, que l'absence de plan de sauvetage de la voie de l'uranium enrichi a plus tenu au désir profond des Américains de tenir à l'écart les Britanniques de la maîtrise de la technologie nucléaire dans l'Après-guerre que de terminer la Deuxième Guerre mondiale au plus tôt. L'Accord de Québec, passé à bien plaisir entre Roosevelt et Churchill, ne permettait en effet aux Britanniques de tirer des enseignements utiles de l'effort commun que dans les domaines où ils avaient réellement apporté des contributions majeures. Ils auraient ainsi grandement bénéficié d'un plan de sauvetage agressif en faveur de l'uranium qui aurait condamné définitivement la voie du plutonium. La mort de Roosevelt laissa finalement les Britanniques sans aucune bonne carte en mains lorsque les Américains n'eurent plus besoin d'eux à la fin de la guerre : les savants britanniques durent en effet quitter Los Alamos sans même pouvoir emporter avec eux les rapports scientifiques qu'ils y avaient rédigés. Les Britanniques ont-ils alors été floués ? Oui, si l'on peut nous exhiber un exemple historique de partage du monde à parfaite égalité entre deux partenaires dont l'un a apporté 98% des investissements contre 2% pour l'autre.

6 Et s'il n'y avait pas eu de bombe atomique à l'horizon ?

6.1 L'apport des sciences humaines

Jusqu'à présent, nous avons présenté quelques scénarios suggérant qu'en procédant autrement une bombe atomique aurait très vraisemblablement pu être lancée sur le Japon plus précocement que le 6 août 1945, écourtant ainsi la guerre. Cela ne pourra évidemment jamais être formellement prouvé, même si c'est plausible ; mais ce n'est pas tout à fait la même chose que l'affirmation du titre de notre essai qui suggère que la bombe atomique a plus probablement retardé la fin de la Guerre du Pacifique.

Si cette hypothèse n'est presque jamais sérieusement évoquée, c'est qu'elle suggère que les Japonais se seraient en fait rendus pour une raison échappant à la fois aux deux belligérants, ce qui va contre le paradigme dominant que les initiatives politico-militaires sont prises sur des bases rationnelles. En fait, une telle rationalité optimale ne peut pas toujours s'exprimer, en particulier lorsque les belligérants sont submergés de propagande de guerre.

Le physicien et irénologue André Gsponer estimait qu'une longue période de présence sur le champ de bataille, qui implique une mise en danger de mort permanente, est si contre-naturelle aux soldats qu'il est presque inévitable que ceux-ci adoptent des comportements aberrants ou criminels lorsque la pression est devenue intolérable. On fait donc appel à des techniques éprouvées pour inciter ces hommes à aller de l'avant : promesse d'une place au paradis, usage de drogues, pressions psychologiques, exécution des réfractaires, et surtout diffusion d'une propagande spécifiquement étudiée pour induire une haine inexpiable envers l'adversaire déshumanisé.

Le problème est que si les guerres ont en général une fin, il y eut bien des paix perdues en raison de la persistance dans les mémoires de stéréotypes fabriqués en temps de guerre. L'exemple paradigmatique en est la mauvaise conception—et surtout le mauvais suivi—du traité de Versailles qui conduisit mécaniquement à un retour en force d'une Allemagne revancharde et à la réouverture des hostilités vingt ans plus tard, malgré l'instauration d'une *Société des Nations* qui aurait dû empêcher cela. Le processus était parfaitement prévisible, puisqu'il fut déjà décrit en grand détail en 1920 par Jacques Bainville dans *Les conséquences politiques de la paix* [Bainville, 1920], où il annonce avec une exactitude hallucinante la succession d'actions qu'allait entreprendre Hitler après son accession au pouvoir.

Lors de la Guerre du Pacifique, il ne fut que trop facile de faire croire aux soldats américains que les Japonais étaient prêts à combattre vicieusement jusqu'à la mort pour l'Empereur, puisqu'il y avait effectivement là-dessous un sérieux fond de vérité :

Après la guerre, plusieurs enquêtes permirent d'établir la certitude que ces exactions [japonaises] avaient été perpétrées de façon quasi systématique, en suivant des directives précises. [Courmont, 2007, p.177]

Les troupes américaines en arrivèrent vite à ne plus vouloir faire de prisonniers, sauf afin d'en faire parler quelques-uns. Il s'ensuivit qu'après avoir vu leurs camarades qui se rendaient abattus sans sommations par l'adversaire américain, et occasionnellement leurs dents en or arrachées sous leurs yeux, [Dower, 1993, p.70], les Japonais effectivement estimèrent n'avoir plus de meilleurs choix que de combattre jusqu'au bout, et de rendre haine pour haine le cas échéant. Un sondage de l'armée américaine effectué en 1943 indiquait déjà qu'environ la moitié des GIs estimaient qu'il serait nécessaire de tuer tous les Japonais avant que la paix puisse être obtenue. [Dower, 1993, p.53]

La Guerre du Pacifique devint ainsi rapidement totale, comme a pu s'en apercevoir à sa grande surprise l'aviateur Charles Lindbergh, celui-là même qui en 1927 avait été le premier à traverser l'Atlantique à bord du *Spirit of St-Louis*, et qui était en tournée dans le Pacifique pour soutenir le moral des troupes. Son journal du temps de guerre [Lindbergh, 1970] montre que lui-même estimait la sauvagerie de ses compatriotes avoir presque atteint le niveau des Japonais [Dower, 1993, p.69–71]. Bien entendu, les hiérarchies militaires en temps de guerre peinent à réprimer un tel état d'esprit de leurs soldats, lorsqu'elles ne l'encouragent pas ; avec pour résultat prévisible, lui aussi, que les plus hautes sphères politiques et militaires américaines n'arrivaient guère à imaginer autre chose qu'une responsabilité complète de l'empereur en tant que chef d'État tout puissant, et la destruction complète du Japon en cas de refus d'une reddition sans condition. Oppenheimer, qui n'était pas un pacifiste, rapporte ainsi que :

J'entends encore M. Stimson me dire qu'il était effroyable de voir que personne ne protestait contre nos raids aériens sur le Japon, raids qui, dans le cas de Tokyo, aboutissaient à des pertes extraordinairement lourdes en vies humaines. Il ne disait pas qu'il fallait interrompre ces opérations, mais trouvait étrange qu'il n'y eût personne dans le pays à s'interroger à ce sujet. [Courmont, 2007, p.120]

Malgré ses scrupules, Stimson écrivit dans un mémorandum résumant deux jours de réunion de la *Commission provisoire* (31 mai–1er juin 1945) en charge de l'élaboration de la politique d'utilisation des armes nucléaires avant que le Congrès n'ait été mis au courant du projet Manhattan, que pour obtenir cette reddition pure et simple de l'empereur et de ses conseillers militaires, il fallait provoquer un choc psychologique effroyable qui apporterait la preuve que les USA avaient le pouvoir de détruire l'Empire, et que la cible serait une installation militaire de premier ordre afin de provoquer le maximum d'effets psychologiques sur le gouvernement japonais. [Courmont, 2007, p.117]. Il est clair qu'en mentionnant des chocs psychologiques plutôt que des massacres de civils, Stimson écrivait déjà dans le but de consigner pour l'avenir que les dirigeants américains n'étaient pas animés d'intentions aussi meurtrières que ceux de l'Axe, malgré le fait que lui-même dut aussi rapporter qu'aucun avertissement préalable ne serait émis avant l'emploi de la bombe atomique.

Stimson n'était pas le seul à ne pas dire exactement ce qu'il pensait.

Après son rapatriement du Japon dans la première moitié de 1942, l'ancien ambassadeur américain Joseph Grew, que certains Occidentaux considéraient comme un oracle sur les choses japonaises, s'est inspiré à parts égales des règnes des insectes et des animaux dans ses conférences sur l'ennemi. Il n'a jamais tenté de dissimuler son respect et son affection personnels pour certains membres « modérés » des classes supérieures cultivées du Japon, mais ses déclarations les plus souvent citées sur le peuple japonais en général étaient celles qui les dépersonnalisèrent aussi fondamentalement. [Dower, 1993, p.83]

De tels doubles langages ont parfois des raisons d'être, souvent culturelles. Avec un langage trop policé, Grew aurait peut-être été écarté des cercles du pouvoir et n'aurait plus pu être en position de « sauver l'empereur » ; tandis que du côté japonais, pour des raisons similaires, le général Anami, le ministre de la Guerre, ne cessa jamais de proclamer haut et fort son désir de poursuivre coûte que coûte les hostilités, alors que pourtant :

En refusant de démissionner de ses fonctions, comme son opposition à Suzuki aurait pu le justifier, Anami se montra d'une certaine manière favorable aux efforts du premier ministre en vue de trouver un compromis. [Courmont, 2007, p.251]

Malgré les difficultés des responsables à saisir complètement la pensée japonaise, la « stratégie de choc » recherchée par les Américains se trouva miraculeusement rendue possible grâce à l'apparition de la Bombe au bon moment ; et il sembla immédiatement évident à tous que cet engin fut l'instrument providentiel qui permit de se rendre compte que les idées préconçues de chacun des belligérants sur l'adversaire étaient fausses. Ce ne fut qu'après quelques années de cohabitation forcée entre Japonais devenus pacifistes et forces d'occupations américaines « débonnaires » qu'on

put admettre de part et d'autre que le Japon, vaincu comme il l'avait été, devait avoir été « prêt » depuis quelque temps à se rendre pour peu que la permanence de l'institution impériale fût assurée ; avec pour conséquence possible que c'est bien la volonté d'utiliser l'arme atomique qui aurait retardé la fin des hostilités. Et inversement, peut-on penser, la paix aurait pu être accordée quelques semaines, voire mois, plus tôt si les responsables américains avaient été mieux éclairés.

L'ironie est que dans les temps requis, de la fin 1944 au début 1945, il y eut bien un « équivalent américain de Jacques Bainville » sous la forme d'une grosse poignée de citoyens américains.

En coulisses, des évaluations modérées et conciliantes des Japonais ont été proposées par un certain nombre de personnes, notamment un petit groupe d'analystes centré autour du capitaine Ellis Zacharias dans les services de renseignements de la marine, des spécialistes des sciences sociales dont Ruth Benedict et Clyde Kluckholm au Bureau des informations de guerre [de l'OWI], et des spécialistes du Japon dirigés par Hugh Borton et George Blakeslee au Département d'État. [Dower, 1993, p.55]

Ils se basaient sur des enquêtes et des témoignages sérieux qui montrèrent, par exemple, que :

84% des membres d'un groupe de prisonniers japonais interrogés (dont beaucoup étaient blessés ou inconscients lors de leur capture) ont déclaré qu'ils s'attendaient à être tués ou torturés par les Alliés s'ils étaient faits prisonniers. Les analystes de l'OWI ont décrit cette situation comme étant typique et ont conclu que la peur des conséquences d'une reddition, « plutôt que le Bushido », était la motivation de nombreux Japonais de mourir au combat dans des circonstances désespérées— autant, et probablement plus, que les deux autres considérations majeures : la peur de la disgrâce chez soi, et « le désir positif de mourir pour sa nation, ses ancêtres et son empereur-dieu ». [Dower, 1993, p.68]

Ils montrèrent à la fin de 1944 que le moral des Japonais se détériorait (défaitisme, apathie, peur de désintégration sociale) de sorte qu'il serait possible de les persuader de se rendre si un effort sérieux était déployé à cet effet. De plus, l'idée la plus importante, à savoir que l'empereur et l'institution impériale étant les seuls symboles universellement respectés au Japon, ils devaient être préservés à la fois comme points de ralliement pour la reddition et comme véhicules pour les changements de l'après-guerre. [Dower, 1993, p.137–139]

Le fait que le trône était un symbole ambigu — adaptable à la guerre, à la reddition et à la paix — était cohérent avec la nature « situationnelle » de l'éthique et des valeurs japonaises en général. Contrairement à la moralité absolue qui caractérisait la tradition judéo-chrétienne, les Japonais s'adaptaient à toute situation dans laquelle ils se trouvaient. (... [Même]) les combattants japonais qui se sont engagés dans la voie du renseignement volontaire et de la propagande sont restés fermement attachés à l'empereur et à l'institution impériale. [Dower, 1993, p.139]

Ces analystes ont néanmoins eu un impact négligeable sur la formulation de la politique de guerre des Alliés car les décideurs politiques ont, comme tout le monde, tendance à entendre ce qu'ils souhaitent entendre. Ils réussirent quand même à faire passer en haut lieu le message principal, à savoir de préserver l'empereur à toutes fins utiles ; ce qui fut méritoire car même aujourd'hui des historiens américains aussi pondérés que Michael Gordin expriment encore largement leurs doutes quant à ce choix.

Hiro-Hito n'a pas abdiqué ; en fait, il est resté empereur du Japon jusqu'à sa mort en 1989, plus de quarante ans après la fin de la Seconde Guerre mondiale, alors que la plupart des Américains le voulaient mort ou en prison. Il est largement admis aujourd'hui dans les récits populaires américains sur la reddition que Hiro-Hito est personnellement intervenu dans les négociations de reddition à Tokyo en réponse à la bombe atomique (et, à un moindre degré, à l'intervention soviétique) ; et sa reconnaissance de la suprématie américaine a été citée comme une justification

importante pour l'avoir maintenu comme leader du Japon officiel et l'avoir exempté des poursuites pour crimes de guerre. Hiro-Hito est peut-être bien intervenu précisément de la manière suggérée dans les mémoires d'après-guerre, mais il n'existe pratiquement aucune preuve contemporaine qu'il l'ait fait, et absolument aucune qui permette de conclure que cela s'est passé de la manière habituellement racontée. Même la meilleure source [écrite] qui n'a pas été consignée après que la reddition fût déjà un fait accompli (...), le journal du Gardien du Sceau Privé Kido, ne dépeint pas un empereur intervenant activement pour imposer la paix. [Gordin, 2007, p.37]

À la page suivante de son ouvrage, Gordin précise encore que cette image d'un Hiro-Hito pacifique, de monarque symbolique du Japon par analogie avec la Couronne britannique, est entièrement une création de l'après-guerre, une fabrication de l'administration lors de l'occupation du Japon par MacArthur.

Quoi qu'il en soit, les analystes de toutes obédiences ne furent pas en mesure d'empêcher le lancement des bombes atomiques, alors qu'ils auraient peut-être pu se révéler assez convaincants si la bombe n'avait pas été en voie d'achèvement. Qui sait si un Roosevelt encore en bonne santé aurait pu saisir l'opportunité d'accorder la reddition en se basant sur l'analyse d'anthropologues (n'ayant jamais mis les pieds au Japon) ? Dans ce cas, la notion de progrès dans l'après-guerre aurait pu se retrouver associé aux connaissances fournies par les sciences humaines plutôt qu'aux sciences exactes.

La thèse soutenue ici, à savoir que les hauts responsables Américains ont en fait prolongé la guerre, n'est pas totalement originale. Par exemple, Courmont a écrit :

Stimson reconnaissait ici implicitement que, en refusant de prendre en considération les efforts de Tokyo et en rejetant toutes les options formulées par l'entourage du président, y compris les chefs militaires, les États-Unis ne firent que prolonger la guerre. Il convient de nous interroger sur le fait que, sans l'arme nucléaire, les autorités américaines se seraient retrouvées en difficulté, dès lors que l'opinion publique et le Congrès auraient été informés des efforts de capitulation de Tokyo. [Courmont, 2007, p.274]

Contrairement à nous, il estime que cela est essentiellement dû à une erreur de jugement :

Dans ces conditions, l'utilisation de la bombe atomique s'avérait évidente pour les dirigeants américains, dans la mesure où elle permettait de réduire les risques de critiques sur la fin de la guerre. [Courmont, 2007, p.274]

On trouve dans la littérature l'énumération de diverses classes d'actions censées accélérer la fin de la Guerre du Pacifique, ou qui auraient dû le faire :

- 1) la mise au point de la bombe atomique
- 2) l'offre précoce aux Japonais de conditions de reddition acceptables
- 3) l'offre de meilleurs motifs de reddition que ceux proposés
- 4) être encore plus brutal ; ou aussi brutal, mais d'une autre manière

Encore faut-il examiner la valeur de ces propositions à la lumière du paradigme alors dominant, celui du progrès technique, qui rendait les actions (2) à (4) moins séduisantes que la mise au point de la Bombe. Mais, est-ce que le motif (1) fut vraiment une bonne idée ? La mise au point prochaine de l'engin, n'a-t-elle pas au contraire incité les Américains à ne *pas* offrir des conditions de reddition acceptables par les Japonais ? En effet, en regard de ces quatre classes d'actions, on trouve dans la littérature au moins cinq grandes raisons pour les Américains d'avoir utilisé la bombe, même si tous les érudits ne sont pas d'accord sur l'importance relative de ces motivations [Goldberg, 1998, p.76]:

- 1) l'*élan* (une entreprise nationale secrète à 2 milliards de dollars ayant duré trois ans avait été créée, et personne n'avait dit "stop ! ") ;

- 2) la *réputation personnelle* (les dirigeants scientifiques et militaires qui, tout au long de la guerre, avaient fait passer le projet atomique au premier rang des priorités militaires auraient dû faire face à un Congrès indigné et à un public furieux si la bombe n'avait pas été utilisée) ;
- 3) les *ambitions personnelles* (les dirigeants scientifiques et les commandants militaires ont vu dans le projet une voie de progression de carrière rapide) ;
- 4) un *instrument de diplomatie internationale* (la bombe atomique allait raccourcir la guerre et minimiserait ainsi l'implication des Soviétiques dans le règlement du conflit du Pacifique, tout en servant d'avertissement aux Soviétiques avec leurs projets sur l'Europe occidentale) ; et
- 5) l'*humanité* (elle raccourcirait la guerre et permettrait de sauver des vies).

Par exemple, pour illustrer le premier des cinq motifs, Goldberg a montré l'importante inquiétude de la direction du Projet Manhattan au sujet de l'effet sur le Congrès et le public américain si l'investissement financier considérable dans la bombe atomique n'avait pas réussi à jouer un rôle actif dans la fin de la guerre ; et l'on peut discourir longuement quant aux points (2) à (5). Quoi qu'il en soit, aucune de ces cinq motivations ne témoigne d'une compréhension de la mentalité japonaise qui aurait pu mener à une reddition plus rapide que ce ne fut le cas. En fait, les motifs (1) à (4) poussent tous en direction d'un intérêt de certains Américains à retarder la fin de la guerre afin que le Projet Manhattan s'achève « en beauté ».

Seul le motif (5) poussait en fait à utiliser au plus vite l'atome afin de minimiser les pertes humaines, aussi bien parmi les soldats des deux camps que pour beaucoup des civils répartis dans les pourtours de l'océan Pacifique : la famine menaçait partout du fait des blocus imposés à la navigation marchande. Rien qu'au Tonkin et en Annam, qui ne furent pas trop cruellement touchés de 1940 à 1944, il y eut une famine en 1945, qui fit plus d'un million de morts, causée aussi bien par les prélèvements japonais que par le blocus américain [Dower, 1993, p.297].

Malgré ce que nous venons de laisser supposer, peut-on vraiment affirmer que Roosevelt ou Truman ont fauté en ne faisant pas plus confiance à leurs spécialistes en sciences humaines qui avaient été enrôlés aussi bien pour mieux comprendre leurs adversaires que pour préparer de la propagande spécifique à leur intention ? On a vu plus haut que l'anthropologue Ruth Benedict est devenue célèbre après la guerre parce qu'elle avait proposé une explication aux comportements déroutants des japonais qui avaient été capturés. Son analyse semblait bien indiquer que les Japonais pourraient réellement capituler « de bonne foi », ce qui advint effectivement après la défaite, de sorte que l'occupation américaine du Japon put s'effectuer d'une façon assez civilisée au milieu de tous ces présumés kamikazes. Dans son livre *Le chrysanthème et le sabre*, paru en 1946, qui expose ses réflexions, Benedict rapporte que le Japon avait déjà par deux fois répondu par une amitié sincère aux puissances occidentales qui les avaient pourtant canonnés :

En 1862, un Anglais du nom de Richardson fut tué à Satsuma. Le fief de Satsuma était un foyer d'agitation contre les barbares blancs, et les Samouraïs de Satsuma étaient connus comme les plus arrogants et les plus belliqueux de tout le Japon. Les Britanniques envoyèrent une expédition punitive et bombardèrent Kagoshima, un port important de Satsuma. (...) Mais les conséquences de ce bombardement furent surprenantes. Au lieu de vouer les Britanniques à la vengeance éternelle, Satsuma rechercha leur amitié. Les habitants du fief avaient vu la puissance de leurs adversaires et ils voulaient recueillir leur enseignement. [Benedict, 1995, p.200]

Même scénario environ une année plus tard :

L'autre fief qui rivalisait avec Satsuma pour ce qui était de la haine la plus belliqueuse et la plus violente que l'on pût porter aux Occidentaux, c'était Choshu (...). [Les habitants de Choshu (vers 1863)] tirèrent des forts de la côte sur les bateaux marchands occidentaux qui passaient par le détroit de Shimonoseki [sans leur faire le moindre mal]. (...), mais, pour donner une leçon à Choshu, une escadre composée de diverses nationalités démolit bientôt les forts. Les mêmes étranges conséquences s'ensuivirent qu'après le bombardement de Satsuma, et

cela en dépit du fait que les puissances occidentales demandèrent une indemnité de trois millions de dollars. [Benedict, 1995, p.201]

Avec ces deux précédents en tête, la présidence américaine aurait peut-être pu prendre le risque d'adopter une stratégie « de fin de guerre indirecte » comme proposée par l'*US Navy* dans le droit fil de sa stratégie de reconquête du Pacifique : se contenter du blocus des grandes îles métropolitaines, additionné de quelques canonnades ponctuelles. Mais, était-ce un risque raisonnable à prendre ? Mettons-nous à la place de Roosevelt ou Truman, en supposant que nous ayons bien été instruits de ces deux épisodes. Comment aurions-nous pu être raisonnablement sûrs en 1945 que ces événements de 1862 et 1863 se reproduiraient sous une forme similaire quatre-vingts ans plus tard ? En aurions-nous été notoirement plus sûr en accordant aux Japonais la promesse de préserver l'Empereur ? Aujourd'hui, instruits par l'Histoire, on a de bonnes raisons de croire que le risque valait la peine d'être pris ; auquel cas la guerre aurait pu se terminer sans les bombardements incendiaires ni les bombes atomiques. Mais, en 1945, cette perspective n'avait rien d'assurée : qu'est-ce qui pouvait garantir au Président qu'après, disons, une année d'occupation et que les États-Unis aient massivement démobilisé, l'Empereur ordonne soudain à ses sujets de s'attaquer aux Américains selon un plan mûrement préétabli ? Souvenons-nous ainsi des *Vêpres siciliennes*, où les Français qui pressuraient les Siciliens au nom de Charles d'Anjou, fils de Louis VIII, nommé par le pape roi de Naples et de Sicile, furent exterminés dans le mois qui suivit le soulèvement de la population, du 31 mars 1282, organisé ou non en sous-main. Une telle crainte de « Vêpres siciliennes » à la sauce japonaise n'aurait point été déraisonnable, puisque l'action des gens de Chosû fut initiée par un rescrit d'Osa-Hito (empereur sans pouvoir de 1846 à 1867) ordonnant au shôgun d'expulser d'ici le 11 mai 1863 tous les barbares blancs, qui n'en fit rien. [Benedict, 1995, p.201]

Manifestement, Truman préféra faire confiance à la stratégie d'assaut direct proposé par l'*US Army*, avec son débarquement programmé ; ce qui était plus dans la mentalité américaine de régler promptement les choses que la stratégie attentiste de l'*US Navy*. Peut-être a-t-il aussi anticipé que l'emploi de la bombe atomique avant le débarquement serait une opportunité pour lui de ne pas avoir à trancher entre la *Navy* et l'*Army*, et de paraître impartial. Mais il se peut tout aussi bien que la stratégie d'invasion souhaitée par l'*Army* fut retenue simplement en raison de l'imminence de la disponibilité des bombes à uranium et au plutonium. Après cela, d'éventuels Japonais mal intentionnés, mais temporisateurs, eurent toutes les raisons de croire que la bombe atomique ne serait pas démobilisée avec la fin de la guerre, et toute révolte aussitôt noyée dans le sang.

6.2 Des sciences sociales pour des conditions de reddition moins « choquantes » ?

On sait que, pour quelques raisons que ce soient, les Américains n'ont pas osé offrir, ou accepter, précocement des conditions de reddition acceptables pour les Japonais. La plus honorable des interprétations possibles pourrait être de ne pas avoir voulu leur donner l'impression d'être désireux d'une paix de compromis. Mais alors, comment démontrer sa détermination d'aller jusqu'au bout sans tout détruire ?

Pour beaucoup des militaires et diplomates américains, on l'a vu, il y avait la claire impression qu'un ou plusieurs puissants « chocs » seraient nécessaires pour déconstruire les motifs de résistance absolue exprimés par les plus hauts responsables nippons. Mais alors, par quoi aurait-on pu remplacer le choc « atomique » ? a-t-il même existé une possibilité d'un « choc » non technique ? Aurait-on pu même se passer de tout choc qui ne conduise pas à un long *status quo* dramatique dans la mesure où des populations entières en Asie du Sud-Est souffraient de la famine en raison de l'interruption du commerce ? Et le président Truman, aurait-il osé faire une proposition de paix que ses électeurs auraient pu ne pas comprendre, tellement la Guerre du Pacifique était devenue une guerre totale où plus personne ne respectait ses adversaires ?

Comme on ne refait pas l'histoire, et en raison de notre large ignorance des sciences humaines, nous

nous bornerons à signaler une observation exprimée une vingtaine d'années après la fin de la guerre dans une thèse consacrée à la rédaction de la nouvelle constitution japonaise de 1946 écrite par les Américains [Monnier, 1967]. Claude Monnier, qui allait ensuite devenir rédacteur en chef du *Journal de Genève* avant de créer *Le Temps stratégique*, rapporte ce que nous avons déjà vu, à savoir que l'Empereur a traditionnellement pour seule fonction de prendre connaissance des décisions prises par les institutions de son pays, tout en étant pour les Japonais le seul aspect permanent de leur histoire depuis près de 3000 ans, et pour cette raison la seule garantie symbolique, mais tangible, de leur avenir en tant que Nation. De plus, le Japon est comme on le sait un pays où le consensus est poussé à un point tel qu'il en est difficile à appréhender même par les Suisses, pourtant experts en la matière.

D'après Monnier, le point majeur à considérer est celui de l'importance du « poids (influence) » qui sert à positionner les Japonais dans leurs hiérarchies, et qu'il faut donc s'efforcer de le préserver chez les autres en toutes circonstances afin de ne pas se faire d'ennemis implacables. C'est ce qui fait qu'après moultes considérations et circonlocutions, les décisions se prennent formellement à l'unanimité, car sinon les vaincus perdraient du « poids » vis-à-vis des vainqueurs ; fut-il l'Empereur lui-même qui ne saurait humilier ses sujets. En effet, toute humiliation causée par un individu mérite ou implique une vengeance tôt ou tard. En revanche, il est sans objet d'en vouloir à la Nature qui ne cesse pourtant d'infliger des tourments aux Japonais sous forme de tornades, de tremblements de terre et de famines dues au climat.

Pour nous, cela à l'intérêt d'expliquer pourquoi c'est la bombe atomique, vue comme une force impersonnelle de la Nature, qui fut choisie comme motif de reddition de l'Empire. Si le motif invoqué avait été, disons, « l'attaque surnoise des Soviétiques en Mandchourie, ou celle des aviateurs incendiaires américains », il aurait fallu s'attendre à d'interminables difficultés lors de l'inévitable occupation du pays par les vainqueurs ; au risque de l'élimination ou de l'exil de la famille impériale. Si c'est bien l'aspect impersonnel de la puissance atomique qui favorisa la décision japonaise de capituler, ce fut une bonne chose que les Japonais n'apprennent qu'après l'annonce de la reddition que les Alliés à Potsdam avaient décidé la veille de ne pas inclure le bombardement de villes comme un crime de guerre, une décision clairement discriminatoire en défaveur des vaincus.

6.3 Dirigeants japonais, présidents américains

Vu tout ce qui précède, il est difficile de déterminer la première date à laquelle le Gouvernement japonais *aurait pu* trouver le courage d'arrêter la guerre et d'en trouver un motif plausible *autre que le nucléaire* pour qu'il soit accepté par les forces militaires et conservatrices qui, malgré l'affirmation de leur obéissance aux institutions impériales, savaient parfois s'en dispenser. Rappelons que par le passé des militaires japonais n'avaient pas hésité à partir à l'assaut de troupes russes ou chinoises pour imposer, grâce à un fait accompli, un état de guerre contre l'avis de leur gouvernement ; ou même à assassiner des ministres s'opposant à leurs desseins. Le baron Kantoro Suzuki, ancien amiral et héros de la guerre russo-japonaise de 1904–1905, âgé de 78 ans et nommé premier ministre en poste en avril 1945 en succession de l'amiral Tojo en savait quelque chose puisqu'il avait lui-même survécu en 1926 à un attentat fomenté par une faction rivale. Souvenons-nous aussi de l'ambassadeur suisse Camille Gorgé qui se demandait en 1940 si Hiro-Hito était aussi libre de ses mouvements et décisions que communément admis.

Avec ou sans la Bombe, on peut aussi se demander quelle aurait été la politique américaine si le président Roosevelt n'était pas décédé en mars 1945. Certes, il avait déjà clairement affirmé son intention d'utiliser la bombe sur l'Allemagne si elle avait été prête à temps, ce qui signifie qu'il l'aurait tout aussi bien lancée sur le Japon aussitôt que possible si l'occasion lui en avait été donnée. Toutefois, en l'absence de Bombe, il aurait été plus « tenté » de s'intéresser aux premières tentatives de négociations japonaises puisque les principaux messages entre Japonais étaient décryptés presque en direct, et que l'on prévoyait encore de grosses pertes pour l'invasion du pays avec la perspective d'avoir à occuper longuement et massivement le Japon après l'inévitable victoire ; ce qui n'est

jamais bon électoralement. Tout président des États-Unis aurait donc été, tôt ou tard, rendu plus flexible par nécessité. Une chose est sûre, c'est que la stature politique de Roosevelt après avoir remporté quatre mandats présidentiels lui aurait permis plus facilement qu'à son vice-président et successeur de convaincre les Américains de « sauver l'Empereur » pour abrégé les hostilités.

Mais le destin voulut que Roosevelt arrivé au pouvoir le 4 mars 1933, seulement 33 jours après qu'Adolphe Hitler fut devenu Chancelier du Reich (le 30 janvier), décède d'une hémorragie cérébrale le 12 mars 1945, soit dix-huit jours avant le suicide du chancelier dans son bunker.

L'information sur les kamikazes ne fut pas publiée aux États-Unis avant avril 1945, coïncidant avec la mort du président Roosevelt et un mois après le début du bombardement incendiaire des villes japonaises. [Dower, 1993, p.52–53]

Le nouveau président Truman affirma toujours avoir pris seul ses décisions d'août 1945 en fonctions de tout ce qu'il savait, ou croyait savoir, notamment au sujet de l'intransigeance japonaise qui lui parut avoir duré jusqu'au 10 août ; mais sans réussir à convaincre tout le monde. Alex Wellerstein rapporte au contraire que

Bart Bernstein a écrit un article à la fin des années 1990 qui traite, entre autres, du manque de fiabilité des récits de Truman [écrits] après coup sur ses sentiments à ce sujet, y compris un document entièrement faux qui prétend que Truman a lui-même décidé d'Hiroshima et de Nagasaki ! Cette erreur est évidente pour quiconque connaît un tant soit peu cette histoire, puisque Nagasaki n'était pas la cible principale du raid du 9 août, mais la cible secondaire. [Wellerstein, 2014]

Wellerstein pense aussi que Truman a pu être induit en erreur par son entourage

Je ne pense pas que Stimson a essayé délibérément de tromper Truman, car je pense plutôt que la racine de la mécompréhension de Truman était qu'il était un homme énormément peu curieux en matière de nucléaire. Il aimait l'idée de la bombe comme source de pouvoir politique, mais il n'est pas vraiment entré dans les détails de sa fabrication ou de son utilisation, à la différence de Roosevelt qui l'avait fait, et pas comme Eisenhower l'aurait fait. Il interrogeait rarement ses conseillers, analysait rarement les problèmes avec un jugement indépendant et ne s'attaquait jamais aux grandes idées. Il y a de nombreux autres exemples de ce genre, qui datent de la fin de sa présidence. Bien que son nom soit à jamais lié à la bombe atomique, on n'a pas l'impression, même à partir de ses propres récits rétrospectifs et auto-justifiés, qu'il ait vraiment pris ces questions au sérieux, ou même qu'il les ait pleinement comprises. En raison de son manque d'intérêt et d'attention, il n'a jamais pensé à demander combien de civils allaient mourir à Hiroshima – il ne semble même pas avoir envisagé la question avant que les destructions ne soient faites. [Wellerstein, 2014]

Les citoyens de Kyoto, Kokura et Niigata furent ainsi épargnés par les bombes incendiaires, ainsi que très probablement des dizaines de milliers d'autres Japonais et soldats américains auxquels furent épargnés les horreurs de l'invasion. On a beaucoup discuté depuis lors si l'emploi des bombes atomiques avait été réellement nécessaires pour obtenir la capitulation du Japon [Courmont, 2007], et il est fort probable qu'aucun argument convaincant ne pourra jamais être avancé pour faire pencher définitivement la balance en faveur de l'une ou l'autre hypothèse.

Cette question continue d'occulter un des autres aspects du problème. En choisissant d'épargner temporairement cinq villes japonaises, les responsables scientifiques, militaires et politiques américains transformèrent la nature de l'utilisation de l'arme atomique. On passa d'un « simple bombardement atomique », effectué dans la suite logique des bombardements incendiaires, à la planification d'une véritable expérience scientifique avec un protocole précis, entreprise sur des êtres humains à qui on n'avait bien évidemment pas demandés leurs consentements. Ce faisant, les membres de la *Commission des cibles*, faite de militaires et de physiciens, et de la *Commission provisoire*, faite entièrement de civils et présidée par Henry Stimson, ne se comportèrent pas

différemment des responsables japonais de l'Unité 731 dirigée par Shiro Ishii, un médecin militaire qui s'était livré à des expérimentations de guerre biologique sur des prisonniers en Mandchourie et en Chine occupées de 1932 à 1945 [Berche, 2009, p.84–117]. Dans les deux cas, il s'était agi de sacrifier des adversaires impuissants, civils pour la plupart, en vue de renforcer sa propre puissance militaire. Ce n'étaient plus des crimes de guerres, mais déjà des crimes contre l'humanité.

6.4 D'autres forces de la Nature pour des stratégies de choc « acceptables » ?

Dans l'idée de beaucoup des militaires et diplomates américains, on l'a vu, il y avait l'intuition qu'un ou plusieurs puissants « chocs » seraient nécessaires pour déconstruire le discours de résistance implacable exprimé par les plus hauts responsables nippons. Mais, si ce n'est pas la bombe atomique qui entraîna la reddition japonaise, mais seulement le motif que les Japonais se sont plu à mentionner, quel fut leur véritable motif de leur capitulation ? Autrement dit, par quoi aurait-on pu remplacer le choc « atomique » pour arriver au même résultat, éventuellement plus tôt ?

Peut-on même imaginer que les Américains auraient dû être encore plus brutaux qu'avec l'emploi de la Bombe ; ou bien être aussi brutaux, mais d'une autre manière ; au nom d'en finir au plus vite pour limiter le nombre prévisible des morts ?

L'emploi d'agents biologiques ou chimiques fut envisagé et rejeté, en partie pour les motifs habituels : la grande incertitude sur l'ampleur et la rapidité des effets produits, et les représailles possibles des Japonais ; mais pas seulement :

Le Japon n'échappe aux armes chimiques et biologiques que grâce au veto de Churchill, qui craint que l'utilisation de ces deux armes contre le Japon ne fournisse à l'Allemagne un prétexte pour les employer à son tour contre la Grande-Bretagne.
[Hippler, 2014, p.160]

En fait, faute d'imagination de notre part, sans doute, on ne voit pas très bien à quel choc de substitution à la Bombe les Américains de 1945 auraient pu penser. Tout au plus peut-on hasarder que les Américains auraient pu tenter un bluff, en s'appuyant sur une fausse raison basée néanmoins sur le mythe du progrès.

Nous avons vu dans le premier chapitre que Norbert Wiener avait été financé par le NDRC pendant près de deux ans pour mettre au point le *prédicteur*, un appareil capable d'anticiper, au moment où un obus de défense contre avions est tiré, où cet obus devra se trouver quelques instants plus tard, en fonction des manoeuvres passées d'un pilote, et de celles qu'il effectuera probablement.

Au début de la dernière guerre mondiale, l'inefficacité relative du tir antiaérien rendit nécessaire la mise en service d'appareils qui suivaient la trajectoire de l'avion, calculait sa distance, calculaient le temps nécessaire à un obus pour l'atteindre et tentaient de déterminer à quel endroit il se trouverait alors, le tout sans d'autre intervention que du pointeur. Si l'avion avait été capable de s'échapper de façon parfaitement arbitraire, aucun moyen ne nous eût permis d'estimer sa trajectoire encore inconnue entre l'instant du tir et celui ultérieur où l'obus l'atteindrait approximativement. Pourtant (...) le mécanisme de commande de son avion et le cours d'instruction reçu [par le pilote] l'enferment pratiquement à l'intérieur d'un certain nombre d'habitudes (...) Ces régularités ne constituent pas une certitude toujours réalisée, mais une grande probabilité. (...) Tous les calculs doivent être intégrés à la commande de tir. Ils doivent contenir des données dépendant de notre connaissance statistique passée des avions d'un type déterminé dans des conditions de vol variables. Le procédé actuel de tir antiaérien consiste en un appareil qui utilise, soit des données fixes de l'espèce précitée, soit une sélection parmi un petit nombre de cas de telles

données déterminées. Le choix convenable, parmi celles-ci, peut être orienté au moyen d'un acte volontaire de l'artilleur. [Wiener, 1962, p.75–76]

Réaliser pleinement cet objectif est encore aujourd'hui une tâche presque surhumaine, et il n'est pas étonnant que les recherches de Wiener aient cessé d'être financées en 1942. Toutefois, le résultat recherché avait été presque atteint à la fin de la guerre grâce à trois des nouvelles inventions de l'*OSRD* utilisées conjointement dans la combinaison radar-canon autodirecteur-fusée de proximité. La place de l'homme y avait presque disparu, l'artilleur restant le « dernier » élément humain du procédé ; et donc non fiable à coup sûr. Aurait-il été possible de se passer de ce dernier « maillon faible », bien qu'essentiel ? Peut-être, puisque Wiener écrit plus tard :

Cependant il existe un autre stade du problème des commandes qu'il n'est pas impossible de représenter par une image de mécanique. Le problème qui consiste à déterminer les caractéristiques statistiques du vol d'un avion d'après une observation effective de sa trajectoire, et ensuite à transformer celles-ci en règles de commandes de tir, est lui-même un problème parfaitement défini, mathématique. (...) c'est une opération relativement lente (...). Néanmoins (...) nous pourrions ainsi construire un canon antiaérien qui étudie lui-même les statistiques concernant le mouvement de l'avion-cible et les résultats obtenus en élaborant le programme de tir qu'il adopte ; il adapte ainsi le pointé du canon au mouvement et aux diverses positions instantanées de l'avion observé.

À ma connaissance, cela n'a pas encore été réalisé [Wiener, 1962, p.76–77].

Que se serait-il passé si, au lieu d'entreprendre le projet Manhattan, le *NDRC* puis l'*OSRD* s'étaient résolus à effectuer un effort scientifique d'ampleur comparable en direction de l'électronique et de l'intelligence artificielle ? Le point est que si Wiener avait disposé de puissants ordinateurs électroniques — digitaux ou plus probablement analogiques vu l'époque [Small, 2001] — la Guerre du Pacifique aurait pu être la première où des robots auraient pu abattre de façon entièrement autonome des avions kamikazes avec une probabilité très élevée, peut-être proche de 100%.

Et, en un tel cas, est-ce que cela aurait aussi pu apparaître à l'Empereur et au Gouvernement japonais comme un motif suffisant pour justifier une capitulation inconditionnelle sans perte d'honneur ? Il est vrai que la question est purement théorique, car en pratique on voit mal comment il aurait été possible de convaincre les militaires japonais de l'existence d'une telle DCA entièrement automatisée, et encore moins comment des versions terrestres de tels engins auraient pu être en cours de mise au point déjà à cette époque. Mais, il ne faut pas oublier que le Communiqué de la Maison blanche du 6 août 1945 contenait déjà une bonne part de bluff en parlant d'une production en série de bombes atomiques, de sorte qu'une mystification impliquant une prétendue intelligence artificielle aurait éventuellement pu réussir au moyen d'une démonstration bien « arrangée » (l'histoire a rapporté quelques exemples fameux de faux automates, comme celui du faux joueur d'échec conçu par le baron Von Kempelen en 1776). Peut-être même que les Japonais n'auraient pas été dupes, mais déjà heureux de pouvoir évoquer à la face du monde un motif de reddition honorable (« même le plus valeureux des Samouraïs est impuissant face à une machine pensante »).

Le programme de recherches exposé plus haut par Wiener nous mène loin dans l'après-guerre ; mais il est néanmoins intéressant de le considérer, car pensons avec combien de décennies de retard l'énergie nucléaire aurait fini par donner des applications civiles ou militaires dans le cas où il n'y aurait pas eu de Projet Manhattan. Et à l'inverse, si toute la matière grise et tous les financements du Projet Manhattan avaient été confiés dès 1942 à un « autre général Groves » mis à la tête d'une équipe de chercheurs comprenant Wiener, von Neumann, et d'autres scientifiques déterminés, est-il si sûr que des canons antiaériens *semblant* entièrement autonomes n'auraient pu être disponibles au moment où les kamikazes entrèrent en service ?

Est-ce qu'un tel Projet, ayant produit des ordinateurs « un peu supérieurs » à ceux produits réellement en 1945, auraient pu suffire à une telle mystification ? Pensons un instant à la réussite stupéfiante du détonateur de proximité, cet autre projet improbable soutenu avec succès par l'*OSRD*. En cas de réponse affirmative, on ne risquerait pas grand chose à *rétro-prédire* qu'une telle annonce

aurait inmanquablement conduit tous les fournisseurs des armées des nations industrielles à investir massivement dans la cybernétique, l'électronique et l'informatique. Un monde de haute technologie semblable au notre se serait certainement développé bien plus rapidement. On peut alors imaginer que menacés par des drones et autres robots de guerre, les États-Unis s'engagent, sans l'aide de réfugiés étrangers, dans un programme accéléré d'acquisition d'armes nucléaires pour dissuader d'éventuels adversaires de lancer contre eux des intelligences artificielles. Mais ceci est aussi une autre histoire...

7 Leçons et conclusions

Malgré des flots d'encre déversés depuis la fin de la Deuxième Guerre mondiale, la question persiste de savoir s'il a été justifié ou criminel de procéder aux deux bombardements atomiques du début d'août 1945 ; même si la plupart des historiens ont admis d'office que la bombe atomique avait très certainement accéléré la reddition du Japon. Il faut dire que la chronologie de la fin de la Guerre du Pacifique semble soutenir ce point de vue, car au début d'août 1945 les militaires américains pensaient toujours avoir à débarquer au Japon le 1er novembre, et envisageaient une poursuite de la résistance jusque vers la fin du premier semestre 1946, voire jusqu'en 1947. Pourtant, moins d'une semaine après les bombardements atomiques d'Hiroshima et Nagasaki, le gouvernement japonais avait admis sa défaite, le 14 août. Comment imaginer que la bombe atomique n'y fut pour rien ?

On sait aussi que le Japon a été vaincu pour plusieurs raisons ; à commencer par le fait que l'Empire avait perdu la totalité de sa flotte de guerre et presque toute sa marine marchande. Depuis de nombreux mois, la Métropole était en régime de disette, complètement coupée des ressources alimentaires, pétrolières et stratégiques qui étaient encore sous contrôle japonais dans le reste de l'Empire. De plus, toutes ses plus grandes villes, sauf Kyoto délibérément épargnée, avaient été incendiées au napalm. Puis, comme si cela n'avait pas été suffisant, il y eut aussi l'entrée en guerre de l'URSS contre le Japon dans l'intervalle de temps entre les deux lancers des bombes atomiques. En fait, il est probable que chacun de ces motifs de défaite aurait très certainement suffi par entraîner la reddition du Japon ; mais la question qui intéresse les peuples est de savoir lequel fut déterminant.

Si on pense, comme Monnier, que chaque individu, et chaque institution, au Japon s'active à préserver son « poids » symbolique qui fixe sa place dans la hiérarchie sociale [Monnier, 1967], il semble probable que le Gouvernement, voire peut-être même l'Institution impériale, aurait fini par ne plus être soutenu par la population. Dès lors, le Gouvernement se serait sans doute résolu de lui-même à demander, à moyen terme, une reddition pour éviter un chaos entre Japonais qui aurait pu déboucher sur une révolution ou un coup d'État. Dans cette perspective, la stratégie avancée par l'*US Navy*, de se borner à un blocus serré des îles métropolitaines assaisonné de bombardements bien visibles mais sans anéantissement total des cités ni débarquement, était sans doute l'option la moins brutale à disposition des Américains pour aboutir à une fin de guerre.

Toutefois, le délai à consentir aurait pu coûter très cher dans le reste de l'Asie où l'approvisionnement de populations déjà affamées n'aurait pu reprendre rapidement du fait d'une prolongation de plusieurs mois de l'état de guerre. Un blocus, tel que celui envisagé par l'*US Navy*, n'aurait peut-être même pas été du goût des électeurs américains qui y auraient vu un manque de détermination ; un risque que le nouveau président Truman arrivé à son poste sans être élu n'aurait sans doute pas accepté de prendre.

Les bombardements incendiaires nous paraissent dès lors inévitables dans les circonstances de l'époque ; et probablement furent-ils la principale cause de la reddition du Japon, même si l'on préfère au Japon mettre en avant le motif de la bombe atomique. Au lecteur de se faire son opinion en comparant, avec les incertitudes sur le nombre des décès mentionnées au chapitre 2, les effets des bombardements incendiaires sur les quelques soixante plus grandes villes japonaises, et atomiques. Comparaison que l'on peut résumer ainsi :

Bombardements	incendiaires	atomiques
décès (directs et indirects jusqu'en 1950)	≈ 50 %	≈ 50 %
destructions matérielles	≈ 95 %	≈ 3 %

Mais tout n'est pas que dans le pouvoir destructeur : il faut aussi tenir compte du pouvoir symbolique des faits ; et il semble évident que la bombe atomique a joué un rôle dans la reddition japonaise,

peut-être pas aussi capital que beaucoup veulent le croire. Quoi qu'il en soit, cela pose la question de savoir s'il aurait été possible de lancer plus tôt une bombe atomique, voire même plusieurs de très « petites » puissances ; sachant que même une bombe atomique affectée de la pire des prédétonations, ne libérant par exemple que 0,7 kt (contre les 15 et 20 kt de Hiroshima et Nagasaki), est déjà d'une puissance explosive 140 fois supérieure à la plus grosse bombe ordinaire employée durant la Deuxième Guerre mondiale (de 10 tonnes, dont 5 d'explosifs). De fait, nous pensons avoir montré au chapitre 5 qu'une ou plusieurs bombes atomiques auraient pu être prêtes plusieurs semaines ou mois plus tôt si le Projet Manhattan avait été mieux géré par les scientifiques et militaires américains. Il ne semble même pas complètement invraisemblable que l'utilisation d'une bombe à l'uranium aurait été possible sur l'Allemagne et/ou le Japon vers l'été 1944—à une époque proche du débarquement de Normandie ou de la libération des Philippines. Son emploi au cours de l'hiver 1944–1945 aurait été plus facile à justifier qu'en août 1945 sur un Japon à l'évidence déjà vaincu, mais peinant à reconnaître sa défaite. Mais, est-ce que cela aurait suffi pour entraîner dès cet hiver-là une reddition japonaise rapide ? Après tout, les aspects psychologiques sont déterminants dans une reddition car cela demande aux dirigeants vaincus de faire le deuil de leurs espérances ; ce qui prend toujours du temps.

Notre essai s'appuie sur les dernières études des historiens et des scientifiques pour apporter des éléments de réponses à cette question et à d'autres qui ont fait débat depuis longtemps : pourquoi pensait-on par erreur aux États-Unis que le Japon ne saurait capituler rapidement ? Et, si la présidence américaine avait pensé le savoir, aurait-elle pu prendre le risque militaire et politique de se tromper, prenant le risque que la fin de la guerre en eut été retardée ?

En 1947, Henri Stimson, le ministre de la guerre des États-Unis, publiait un article affirmant que l'emploi des bombes atomiques, puisqu'elles avaient entraîné la capitulation, avaient peut-être épargné la perte de 500'000 soldats américains lors du débarquement prévu ; et très certainement beaucoup plus de civils japonais se défendant avec des lances de bambou [Stimson, 1947]. Ces grands chiffres ont été remis en question, documents à l'appui, par des historiens américains dits révisionnistes. Une des thèses de ces derniers était qu'en fait les bombes atomiques avaient moins été lancées sur le Japon pour le faire capituler que pour intimider « l'allié » soviétique. Vu la chronologie que nous avons vue plus haut, cet argument ne peut être totalement convaincant, même s'il comporte une bonne partie de vérité. La question de l'inutilité du lancer de la deuxième Bombe sur Nagasaki seulement trois jours après Hiroshima a aussi fait couler beaucoup d'encre, raison d'être de notre chapitre 4.

Il y a aussi des historiens qui ont pensé que la volonté de procéder aux bombardements atomiques avait été inutile, ce qui restera toujours difficile à prouver ; et d'autres qui pensent, plus correctement selon nous, que le besoin de justifier la mise en oeuvre illégale, et les énormes dépenses, du Projet Manhattan a incité les hauts responsables américains à ne pas vouloir accorder au Japon une capitulation conditionnelle. Dans ce cas de figure, on peut penser que la bombe atomique a retardé la fin des hostilités, sans que l'on puisse en être totalement sûr, puisque l'histoire ne peut pas être refaite. La volonté de prolonger une guerre de quelques jours pour finir de mettre au point une arme totalement nouvelle qui déclasserait toutes les autres peut également être défendue du point de vue de la Raison d'État, à défaut de celui de la morale : est-ce que la bombe atomique a empêché une escalade dans la Guerre froide. Est-ce que son utilisation sur Hiroshima et Nagasaki a été moins justifiée que d'avoir procédé aux bombardements incendiaires inutiles de Royan et Dresde ?

La question de savoir au nom de quel motif réel le Japon s'est rendu est toujours d'actualité. En principe il n'y a pas de mystère, puisque la bombe atomique est la seule raison explicitement mentionnée comme justification par le communiqué impérial. Ni l'attaque de l'URSS en Mandchourie, ni l'absence de moyens pour contrer le blocus et la disette, et ni les bombardements incendiaires n'ont été invoqués. Pourtant, avant l'usage des Bombes, les partisans japonais de la paix avaient déjà demandé aux Soviétiques de sonder les Américains en vue d'un arrêt des hostilités. Plus tard, en pleine Guerre froide, les antisoviétiques cherchèrent des motifs de rejeter la « faute » de l'emploi des Bombes sur d'autres que les Américains. C'est par exemple la thèse avancée en 1965 par un certain William Coughlin qui suggéra que c'était une négligence voulue de Staline envers cette ouverture japonaise qui aurait induit la présidence américaine à croire à l'implacable résolution

japonaise de résister jusqu'au bout [Coughlin, 1965]. Mais on a su plus tard que les Américains avaient réussi à déchiffrer les transmissions diplomatiques et militaires japonaises durant presque toute la guerre ; et qu'ils étaient parfaitement au courant de la guerre des clans qui s'affrontaient au Japon pour ou contre la fin des hostilités. C'est bien le président Truman qui a choisi de ne pas encourager d'une façon ou d'une autre les « pacifico-réalistes » au détriment des « militaro-idéalistes ». Pour quelle raison ? On sait que Truman n'écoutait presque jamais ses conseillers et qu'en dernière analyse il décidait tout par lui-même. A-t-il été séduit à l'idée de retarder la fin des hostilités de quelques semaines afin de pouvoir faire un usage diplomatique de la « toute puissance » de l'arme atomique ? Fêru d'histoire, a-t-il eu en tête le précédent de l'armistice de novembre 1918 accordé à l'Allemagne alors que le territoire national n'avait pas encore été envahi ; de sorte que des militaristes allemands osèrent affirmer immédiatement que l'armée allemande invaincue avait été poignardée dans le dos par un complot international impliquant juifs, socialistes et démocrates ; propulsant finalement Hitler au pouvoir ? A-t-il vraiment pensé qu'il ne faudrait plus laisser une pierre debout au Japon pour éviter un retour du militarisme japonais ?

Quoi qu'il en ait été, il est certain que la politique de Truman se conforma à la politique de capitulation sans condition proclamée par les Alliés en 1943. Cette politique fut peut-être nécessaire durant des années 1943-1944 pour réduire le risque d'une paix séparée qui eut pu être profitable aux Anglo-Saxons au détriment des Soviétiques, ou vice-versa ; mais il est certain que cette proclamation a renforcé la faction des jusqu'au-boutistes aussi bien en Allemagne qu'au Japon. Or, c'est bien l'incertitude liée à l'avenir de l'Empereur et de l'institution impériale qui fut le prétexte principal avancé par les militaires japonais contre les partisans de la paix pour ne pas capituler. Mais, n'était-ce qu'un prétexte ou bien le véritable motif de cette intransigeance ?

Du côté américain, il n'y eut pas que les militaires et les politiciens à avoir fait des choix suboptimaux. La plus grosse surprise pour l'auteur de cet essai a été de réaliser que la superbe brochette des plus grands physiciens du monde impliqués dans le Projet Manhattan n'a pas été aussi efficace qu'on l'a généralement cru. C'est un jugement paradoxal car aucune autre équipe de scientifiques n'a jamais réussi par la suite à doter son pays d'un arsenal nucléaire aussi rapidement, qu'il ne fut constitué que de bombes à uranium ou de bombes au plutonium. Et pourtant, une analyse de la gestion du Projet Manhattan indique que la bombe à uranium aurait pu être réalisée bien plus rapidement que celle au plutonium. La démonstration est assez technique, et découle d'une recherche visant à comprendre dans le détail par quelle extraordinaire coïncidence les deux nouvelles technologies de l'enrichissement isotopique de l'uranium d'une part, et de la production artificielle de plutonium d'autre part, ont débouché sur une utilisation militaire de la bombe à uranium (Hiroshima) trois jours seulement avant celle au plutonium (Nagasaki). Il faut réaliser que ces deux technologies diffèrent aussi radicalement, avons-nous dit plus haut, que « la technologie des tracteurs de celles des autocars ». Ce qui entraîne aussitôt la question de savoir à quelle date — forcément plus précoce — aurait pu être lancée la Bombe conçue avec la plus avancée des deux technologies ? Dès lors, si l'on admet qu'une seule bombe atomique aurait suffi à justifier aux yeux des Japonais le prétexte de se rendre, combien de temps plus tôt aurait pu se terminer la Guerre du Pacifique ?

Et s'il n'y avait pas eu de Projet Manhattan, quand les Japonais se seraient-ils rendus ? La réponse dépend à coup sûr des disponibilités mentales des deux belligérants. Peut-être bien qu'en l'absence de bombe atomique le président Truman se serait montré moins inflexible au sujet des garanties à accorder à l'Empereur. Quant aux dirigeants japonais, ils devaient aussi tenir compte d'une inévitable présence militaire américaine ; et cette occupation allait devoir être aussi pacifique que possible pour éviter le risque, dans un deuxième temps, d'une suppression de l'institution impériale en cas de guerre larvée entre Japonais et occupants. C'est là que le choix du seul motif avancé pour la reddition, la bombe atomique, a toute son importance. Les Japonais, depuis toujours soumis aux cyclones et aux tremblements de terre, n'estiment pas devoir s'insurger contre les forces destructrices de la Nature. À l'inverse, toute humiliation voulue par quelqu'un réclame une vengeance qui peut être implacable et qui peut prendre des formes étranges aux yeux des Occidentaux, comme le fait, on l'a vu, de se suicider devant le domicile d'un méprisant pour nuire à son « poids (sociopolitique) ».

D'où la question, purement théorique il est vrai, de savoir par quelle « force de la Nature » il aurait été possible de remplacer la bombe atomique dans le cas où il n'y aurait pas eu de Projet

Manhattan ? Notre essai suggère qu'avec éventuellement un peu de mystification, il aurait été possible de laisser croire activement aux Japonais que le fantastique système de défense antiaérien semi-automatique qui a « arrêté » aussi bien les attaques des V1 sur Londres que les assauts des kamikazes dans le Pacifique était *complètement* automatisé. C'était bien là l'objectif ultime de la recherche de Norbert Wiener lorsqu'il fut financée à cet effet de 1940 à 1942 par le NDRC. Avec le recul, on devine que la réussite de ce projet était très certainement hors de portée des possibilités de l'électronique et de l'automatique de l'époque ; même si ce défi trop ambitieux allait être à l'origine de l'invention de la cybernétique par Wiener [Rid, 2017]. Les dirigeants japonais auraient pu faire semblant de croire à une telle fable, et présenter la reddition comme naturelle, puisque lutter avec héroïsme contre d'invincibles robots n'a pas plus de sens que de s'opposer à des cyclones sabre à la main. Bien sûr, on aimerait bien approfondir cette ligne de pensée contrefactuelle et spéculer jusqu'où aurait pu mener un « Projet Manhattan de l'Intelligence Artificielle » mené de 1940 à 1945 avec autant de moyens humains et financiers que le projet atomique ; mais ceci est une autre histoire. Notons simplement que, *techniquement*, on était bien proche en été 1945 de se prêter à la fable susmentionnée si l'on en croit Louis Brown, l'historien du radar [Brown, 2009, p.29] :

En 1945, un avion pris dans le champ de tir d'un radar SCR-584 qui transmettait les données à un directeur M-9 contrôlant un canon de 90 mm à poursuite automatique utilisant des détonateurs de proximité signifiait presque que l'avion était perdu. Il pouvait se sauver par de violentes manœuvres d'évitement, mais si les premiers obus n'étaient pas placés avec suffisamment de précision pour produire des éclats, il n'y avait pas d'avertissement. [Brown, 2009, p.29]

Plus loin, le même auteur nous permet de nous faire une meilleure idée de la précision attendue :

Le détonateur de proximité n'était d'aucune utilité si l'obus n'était pas placé à moins de 20 m de la cible. [Brown, 2009, p.415]

Tout bien pesé, on peut penser que si les responsables américains avaient accordé une plus grande confiance aux travaux de leurs chercheurs en sciences humaines, ils auraient pu accorder des mois plus tôt aux Japonais les conditions de reddition demandée qui ne leur furent accordées qu'après le lancer des deux bombes.

Terminons un autre point intrigant qui découle aussi bien de l'analyse de Benedict que des documents d'archives du Projet Manhattan : il semble que les attitudes les plus criminelles des uns et des autres ont moins eu à voir avec leurs cultures radicalement différentes qu'avec les discours conçus dans les plus hautes sphères politiques ou militaires respectives. On en veut pour preuve la remarquable bonne volonté démontrée par le peuple japonais à adopter le modèle de développement pacifique imposé par les vainqueurs de 1945, alors que ces derniers imaginaient les Japonais « prêts à mourir jusqu'au dernier » dans la victoire comme dans la défaite.

Même observation dans l'autre camp au sujet des scientifiques américains et réfugiés aux États-Unis. Ils formaient alors un groupe socioculturel assez homogène en raison de la cherté des études supérieures alors hors de portée des familles modestes ; et ils partageaient la même vision internationaliste de la science. Avant même l'entrée en guerre des États-Unis, ils avaient déjà choisi de s'autocensurer dans le domaine nucléaire sans même que les militaires le leur demandent ; et ce sont eux qui dans le même temps se sont efforcés de convaincre leurs autorités de fabriquer la Bombe avant Hitler. En 1945, ils adoptèrent néanmoins des attitudes politiques radicalement divergentes.

Les scientifiques de Los Alamos avaient une perception différente de ceux de Chicago en ce qui concerne l'utilisation de l'arme. Les deux équipes qui avaient contribué au projet Manhattan se démarquèrent, tandis que les préparatifs de la bombe atomique touchaient à leur fin. À Chicago, les scientifiques avaient déjà fait leur part de travail et pouvaient se permettre de s'interroger sur les conséquences de l'utilisation. De leur côté, les personnes travaillant à Los Alamos étaient trop occupées par les préparatifs d'assemblage en vue de l'essai Trinity et avaient moins de recul. [Courmont, 2007,

À notre avis, la vraie différence résulta moins des taux d'occupation professionnelle respectifs que de la nature de l'encadrement auxquels ces deux groupes de scientifiques avaient été soumis.

85% des 150 scientifiques questionnés [à Chicago] par Szilard s'opposaient à ce que la bombe atomique soit directement utilisée contre le Japon [Courmont, 2007, p.339–340]

Pour beaucoup de ces scientifiques-là, l'objectif de l'après-guerre allait être de limiter la construction et le déploiement de armes atomiques au moyen d'accords internationaux.

Au contraire, Groves avait obtenu d'Oppenheimer à Los Alamos qu'il persuade ses collègues et subordonnés scientifiques de ne pas discuter entre eux des questions liées à l'utilisation de la bombe ; ce qui revint de facto à ne laisser les choix décisionnels qu'aux seules autorités politiques et militaires, sans qu'ils aient pu débattre des contre-indications avancées par leurs collègues de Chicago. Cette pression venue d'en haut eut aussi pour résultat que certains à Los Alamos se dévouèrent scandaleusement à la cause de rendre ces bombes aussi mortelles que possible. Comment qualifier autrement le motif, mentionné au chapitre 3, avancé en faveur du bombardement atomique de Kyoto au prétexte que c'était là que trouvaient refuges les victimes civiles des bombardements incendiaires ? — Rappelons simplement, pour comparaison, que les lois de la guerre interdisent formellement de mitrailler les rescapés des navires militaires coulés au combat. Alors, au nom de quoi a-t-on pu recommander d'achever des civils rescapés des bombardements incendiaires ?

La politique de cloisonnement n'eut pas qu'un impact douteux sur l'éthique des scientifiques ; elle en eut aussi sur leur capacité professionnelle à résoudre les problèmes. Faute de l'autorisation de pouvoir interagir en dehors du domaine scientifique qui était assigné à chacun, il leur fallut longtemps pour réaliser qu'il y avait un intérêt à enchaîner les divers procédés d'enrichissement plutôt que de les mettre en concurrence. Pour les physiciens des hautes énergies, considérer la possibilité d'enchaînements successifs allait devenir un réflexe définitivement acquis dans l'après-guerre, les laboratoires de physique des particules ne cessant désormais d'ajouter aux installations déjà en service des étages d'accélération supplémentaires conçus avec des technologies entièrement nouvelles. De même, pour décélérer des particules produites à très grandes vitesses, tâche plus difficile que de les accélérer, il faut faire appel à toute une succession de techniques, dites de refroidissement, très différentes les unes des autres [Gsjoner, 1986].

Quant au général Groves, il a donné l'impression d'un cheminement intellectuel inversé, puisqu'il ordonna aussitôt la guerre finie de démanteler l'usine S-50 et les calutrons Alpha de Y-12 ; avec pour résultat de focaliser l'attention sur la seule usine K-25 qui avait coûté si cher, et produit si peu durant la guerre. Mais, il avait eu assurément d'excellentes raisons de le faire, puisque K-25 enfin munie de barrières poreuses entièrement satisfaisantes fonctionnait de façon entièrement automatique, alors que 22'000 personnes s'activaient quotidiennement à l'usine Y-12, qui était aussi très gourmande en énergie. Tout cela a donné aux observateurs l'impression, probablement trompeuse, qu'il y aurait tout intérêt à organiser la politique de recherche scientifique dans l'après-guerre en répliquant le modèle de Groves de gestion par projets spécifiques.

Groves et ses conseillers de l'OSRD furent les premiers en 1943 à être victimes de l'illusion qu'un contrôle politique mondial au moyen de la bombe atomique serait possible. Ils furent rejoints dans cette idée aussi bien par Truman et Byrnes, le nouveau Secrétaire d'État, que par bien d'autres hauts responsables américains, alléchés par les perspectives de pouvoir absolu ; ce qui n'allait pas manquer d'engendrer mécaniquement, pourrait-on dire, une lutte féroce aux États-Unis pour le contrôle de la technologie nucléaire entre les « civils » et les « militaires » ; ces derniers se lançant sans retenue dans une politique du pire :

En octobre 1945, un groupe de l'État-major sélectionna une vingtaine de cibles urbaines à atomiser, dont Moscou, Gorki, Leningrad, Tashkent, Bakou et Novosibirsk qui avaient plus de 600 000 habitants. [Bernstein, 1991 p.171]

Le résultat inattendu, et consternant pour tous les Américains, fut pourtant qu'en 1957, douze ans seulement après la fin de la Deuxième Guerre mondiale, l'URSS devenait la première puissance capable de lancer des missiles intercontinentaux munis d'une bombe thermonucléaire mille fois plus puissantes que la bombe d'Hiroshima. Cela se serait sans doute aussi produit si la voie du plutonium avait été abandonnée en 1944 et qu'une bombe à l'uranium avait été produite vers la fin de cette année-là ou au tout début de 1945 ; mais, cela n'aurait été à coup sûr pas le cas s'il n'y avait pas eu du tout de projet Manhattan. Les États-Unis seraient alors probablement restés invulnérables pendant trois ou quatre décennies après la Deuxième Guerre mondiale.

Références

[Alvarez, 1970] Luis W. Alvarez et al. *Search for hidden chambers in the pyramids*. Science **167**, No 3919 (1970) 832–839.

[Bainville, 1920] Jacques Bainville. *Les conséquences politiques de la paix* (Nouv. Lib. Nationale, Paris, 1920) 198 p.

[Bauer, 1975] Eddy Bauer. *La dernière guerre, ou histoire controversée de la deuxième guerre mondiale*. Vol. **10** (Kister, Genève, 1972–1976 ; 11 volumes) 320 p.

[Benedict, 1946] Ruth Benedict. *Chrysanthemum and the sword : patterns of Japanese culture* (Houghton Mifflin, Boston, 1946) 324 p.

[Benedict, 1995] Ruth Benedict. *Le chrysanthème et le sabre* (Picquier, Paris, 1995) 355 p.
Traduction du précédent.

[Berche, 2009] Patrick Berche. *L'histoire secrète des guerres biologiques : mensonges et crimes d'État* (Laffont, Paris, 2009) 389 p.

[Bernstein, 1991] Barton J. Bernstein. *Eclipsed by Hiroshima and Nagasaki: Early thinking about Tactical nuclear weapons*. International Security **15**, No 4 (1991) 149–173.

[Bindi, 2021] Luca Bindi, William Kolb, G. Nelson Eby, Paul D. Asimow, Terry C. Wallace, Paul J. Steinhardt. *Accidental synthesis of a previously unknown quasicrystal in the first atomic bomb test*. Proc. Nat. Acad. Sci. **118**, No 22 (2021) 5 pages.

[Brown, 2009] Louis Brown. *A radar history of World War II : technical and military imperatives* (Institute of Physics Publishing, Bristol, 2000) 563 p.

[Costello, 1983] John Costello. *La Guerre du Pacifique*. Vol 2. *Des prémices de la victoire à l'apocalypse de Hiroshima* (Pygmalion, Paris, 1983) 435 p.

[CosterMullen, 2002] John Coster-Mullen. *Atom bombs: The Top secret inside story of Little Boy and Fat Man* (J. Coster-Muller, Waukesha WI, 2002) 407 p.

[Coughlin, 1965] William Coughlin. *Serait-ce la plus effroyable erreur de notre temps ?* In : Robert Littel et al. *Dans les coulisses de la guerre secrète : 1939–1945* (Sélection du Reader's Digest, Paris, 1965 ; 542 p.) 512–516.

[Courmont, 2007] Barthélémy Courmont. *Pourquoi Hiroshima ? La décision d'utiliser la bombe atomique* (L'Harmattan, Paris, 2007) 461 p.

[Dahan, 1996] Amy Dahan Dalmedico. *L'essor des mathématiques appliquées aux États-Unis : l'impact de la seconde guerre mondiale*. Revue d'Histoire des Mathématiques **2** (1996) 149–213.

[Derry, 1945] John A. Derry, Norman F. Ramsey. *Summary of Target Committe Meetings on 10 and 11 May 1945*. Mémoire adressé le 12 mai 1945 au général Leslie R. Groves (8 pages). téléchargeable. Voir notre Annexe 2

[diLampedusa, 2007] Giuseppe Tomasi di Lampedusa. *Le Guépard* (Le Seuil, Paris, 2007) 359 p.

[Donzé, 2018] Pierre-Yves Donzé, Claude Hauser, Pascal Lottaz, Andy Maître. « *Journal d'un témoin* » : Camille Gorgé, diplomate suisse dans le Japon en guerre (1940–1945). Quaderni di

Dodis **10** (2018) 158 p.

[Dower, 1993] John W. Dower. *War without mercy : Race and power in the Pacific war* (Pantheon Books, New York, 1993) 399 p.

[Dyson, 1986] Freeman Dyson. *Les dérangeurs de l'univers* (Payot, Paris, 1986) 318 p.

[Fetizon, 1970] Marcel Fetizon, Michel Magat. *L'arsenal toxique*. In: Nigel Calder (ed.). *Les armements modernes* (Flammarion, Paris, 1970, 253 p.) 137–155.

[Forthofer, 2020] Jason Forthofer. *Comment naissent les tornades de feu*. Pour la Science No **509** (février 2020) 62–70.

[Goldberg, 1998] Stanley Goldberg. *General Groves and the atomic West : The making and meaning of Hanford*. In : Bruce Hevly, John Findlay (eds). *The atomic West* (University of Washington Press, Seattle, 1998 ; 286 p.) 39–89.

[Gordin, 2007] Michael D. Gordin. *Five days in August. How World War II became a Nuclear war* (Princeton Univ. Press, Princeton, 2007) 209 p.

[Gsponer, 1986] André Gsponer, Jean-Pierre Hurni. *Les armes à antimatière*. La Recherche **17**, No 182 (1986) 1440–1443.

[Herris, 2018] Jack Herris, Bob Pearson. *Les avions de la Grande Guerre* (Acropole, Paris, 2018) 192 p.

[Hippler, 2014] Thomas Hippler. *Le gouvernement du ciel : histoire globale des bombardements aériens* (Les Prairies ordinaires, Paris, 2014) 263 p.

[Hirschfelder, 1950] Joseph O. Hirschfelder, Arnold Kramish, David B. Parker, Ralph Carlisle Smith (eds.). *The effects of Atomic weapons* (U.S. Government Printing Office, Washington DC, 1950) 475 p.

[Hoddeson, 1993] Lillian Hoddeson, Paul W. Henriksen, Roger A. Meade, Catherine L. Westfall. *Critical assembly: A technical history of Los Alamos during the Oppenheimer years, 1943–1945* (Cambridge University Press, New York, 1993) 509 p.

[Hymans, 2012] Jacques E.C. Hymans. *Achieving nuclear ambitions. Scientists, politicians, and proliferation* (Cambridge University Press, 2012) 315 p.

[Jones, 2015] Gregory S. Jones. *Fissile material conversion times, wastage and significant quantities: Lessons from the Manhattan Project* (December 16, 2015) 11 p.

[Jones, 2018] Gregory S. Jones. *Reactor-grade plutonium and nuclear weapons: exploding the myths* (Nonproliferation Policy Education Center, Arlington VA, 2018) 168 p.

[Kent, 1994] Pauline Kent. *Ruth Benedict's original wartime study of the Japanese*. International Journal of Japanese Sociology **3** (1994) 81–97.

[Kramish, 1957] Arnold Kramish. *The Soviet Union and the atom : The « secret » phase*. Research Memorandum RM-1896 (RAND corporation, Santa Monica CA, 1957) 91 p.

[Kramish, 1959] Arnold Kramish. *Atomic energy in the Soviet Union* (Stanford University Press, Stanford CA, 1959) 232 p. Ce texte inclut la référence précédente.

[Lindbergh, 1970] Charles A. Lindbergh. *The wartime journals of Charles A. Lindbergh* (Harcourt, New York, 1970) 1038 p.

[Manhattan, 1946] Gavin Hadden (gen. ed.). *Manhattan District History*. Book VI – *Liquid thermal diffusion (S-50) Project. Top Secret Supplément*. Document de deux pages produit apparemment en 1946. www.osti.gov/opennet/manhattan_district

[Manhattan, 1947] Gavin Hadden (gen. ed.). *Manhattan District History*. Book II – *Gaseous diffusion (K-25) Project. Volume 5 – Operations. Top secret Appendix*. Document de 58 pages. Plus ancienne date ajoutée a posteriori : mai 1947. www.osti.gov/opennet/manhattan_district

[Monnier, 1967] Claude Monnier. *Les Américains et Sa Majesté l'Empereur : étude du conflit culturel d'où naquit la Constitution japonaise de 1946* (Imprimerie du « Journal de Genève », Genève, 1967) 222 p.

[Neer, 2011] Robert M. Neer. *Napalm, an American biography* (Columbia 2011) 494 p.

[Parkins, 2005] William E. Parkins. *The Uranium bomb, the calutron, and the space-charge problem*. *Physics Today* **58**, No 5 (2005) 45–51.

[Quist, 1999] Arvin S. Quist. *Unclassified controlled nuclear information and Restricted data concerning U.S. Calutrons*. Rapport ORCA-3 (Oak Ridge Classif. Associates, Oak Ridge TN, 1999) 44 p.

[Ramsey, 1956] Norman F. Ramsey. *Thermodynamics and statistical mechanics at negative absolute temperatures*. *Physical Review* **103**, No 1 (1956) 20–28.

[Reed, 2009] Bruce Cameron Reed. *Centrifugation during the Manhattan project*. *Physics in Perspective* **11** (2009) 426–441.

[Reed, 2011] Bruce Cameron Reed. *Liquid thermal diffusion during the Manhattan project*. *Physics in Perspective* **13** (2009) 161–188.

[Rhodes, 1986] Richard Rhodes. *The making of the Atomic bomb* (Simon and Schuster, New York, 1986) 886 p.

[Rid, 2017] Thomas Rid. *Rise of the machines : The lost history of cybernetic* (Scribe, London, 2017) 414 p.

[Sapir, 1996] Jacques Sapir. *La Mandchourie oubliée. Grandeur et démesure de l'art de la guerre soviétique* (Ed. du Rocher, Monaco, 1996) 293 p.

[Sauvan, 2012] Pierre-Emmanuel Sauvan. *Etude des phénomènes physiques associés à la propagation d'ondes consécutives à une explosion et leur interaction avec des structures, dans un environnement complexe* (Thèse de l'Université d'Orléans, Orléans, 2012) 404 p.

[Schnetzler, 2003] Bernard Schnetzler. *Les erreurs stratégiques du IIIe Reich pendant la Deuxième Guerre mondiale* (Economica, Paris, 2ème édition, 2003) 205 p.

[Schwartz, 1998] Stephen I. Schwartz (ed.). *Atomic audit : the costs and consequences of U.S. nuclear weapons since 1940* (Brookings Institution Pr., Washington DC, 1998) 680 p.

[Serber, 1943] Robert Serber. « *The Los Alamos Primer* » (Los Alamos report, NM, 1943) 26 p.

[Serber, 1992] Robert Serber. *The Los Alamos Primer : The first lectures on how to build an atomic bomb* (Univ. of California Press, Berkeley, 1992) 134 p. Réédition du précédent, avec commentaires de l'auteur.

[Sheinkin, 2013] Steve Sheinkin, *The Port Chicago 50 : Disaster, mutiny, and the fight for civil*

rights (Roaring Brook, New York, 2013) 190 p.

[Small, 2001] James S. Small. *The Analogue alternative: The Electronic analogue computer in Britain and the USA, 1930–1975* (Routledge, London, 2001) 322 p.

[Stewart, 1948] Irvin Stewart. *Organizing scientific research for war : The administrative history of the Office of Scientific Research and Development* (Little Brown & Co, Boston, 1947) 358 p.

[Stimson, 1947] Henry L. Stimson. *The Decision to use the Atomic bomb*. Harper's Magazine **194**, No 1161 (February 1947) 97–107.

[Taub, 1963] Abraham H. Taub (ed.). *John von Neumann : Collected works*, Vol. 6 (Pergamon Press, Oxford, 1963) 538 p.

[Vogel, 1982] Peter Vogel. *The Last Wave from Port Chicago*. The Black Scholar **13**, No 2/3 (Spring 1982) 30–47.

[Vogel, 2001] Peter Vogel. *The Last Wave from Port Chicago*. Document du même titre que le précédent, mais de 16 chapitres et 3 annexes, totalisant 401 pages.

[Wellerstein, 2012] Alex Wellerstein. *The height of the Bomb*. Restricted Data: The Nuclear Secrecy Blog (August 8, 2012) accessed June 13, 2020, <http://blog.nuclearsecrecy.com/2012/08/08/the-height-of-the-bomb/>.

[Wellerstein, 2013] Alex Wellerstein. *The trouble airbursts*. Restricted Data: The Nuclear Secrecy Blog (December 6, 2013) accessed June 13, 2020, <http://blog.nuclearsecrecy.com/2013/12/06/trouble-airbursts/>

[Wellerstein, 2014] Alex Wellerstein. *The Kyoto misconception*. Restricted Data: The Nuclear Secrecy Blog (August 8, 2014) accessed June 13, 2020, <http://blog.nuclearsecrecy.com/2014/08/08/kyoto-misconception/>

[Wellerstein, 2015] Alex Wellerstein. *Neglected Niigata*. Restricted Data: The Nuclear Secrecy Blog (October 9, 2015) accessed June 13, 2020, <http://blog.nuclearsecrecy.com/2015/10/09/neglected-niigata/>

[Wellerstein, 2020] Alex Wellerstein. *What journalists should know about the atomic bombings*. Restricted Data: The Nuclear Secrecy Blog (June 9, 2020) accessed August 4, 2020, <http://blog.nuclearsecrecy.com/2020/06/09/what-journalists-should-know-about-the-atomic-bombings/>

[Wellerstein, 2021] Alex Wellerstein. *NUKEMAP*. [http:// nuclearsecrecy.com/nukemap/](http://nuclearsecrecy.com/nukemap/)

[Wiener, 1962] Norbert Wiener. *Cybernétique et société. L'usage humain des êtres humains* (Union Générale d'Éditions, Paris, 1962) 250 p.

[Wikipedia, Atomic] *Atomic bomb 1945 mission map*. https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Atomic_bomb_1945_mission_map-fr.svg

[Wikipedia, Crossroads] *Atomic Opération Crossroads*. Consulté le 17 juin 2021. https://fr.wikipedia.org/wiki/Opération_Crossroads

[Wikipedia, Nuclear] *Nuclear weapon design*. https://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_weapon_design

[Yergey, 1997] Alfred L. Yergey, A. Karl Yergey. *Preparative Scale mass spectrometry: A brief history of the calutron*. J. Amer. Soc. Mass Spectrom. **8** (1997) 943–953.

[Zinn, 2011] Howard Zinn. *La bombe : de l'inutilité des bombardements aériens* (Lux, Montréal, 2011) 90 p.

Annexes

A.1 Rapport de J. B. Conant au général Groves (17 août 1944)

Fich. admin., Gén. Corres, 319.1 (Rapports) (TS),
Groves, Sur la visite à Los Alamos du 17 août 1944

Rpt, du Dr. J. B. Conant au Gén.

Conception et essais des bombes

Rapport , au général Groves , sur la visite à Los Alamos du 17 août 1944

1. Les dernières valeurs pour la taille critique sont les suivantes, définissant un "crit" comme la taille critique pour une chaîne de neutrons rapides avec le manteau réflecteur le plus favorable :

« 25 » 13 ± 2 kg « 49 » 4,5 kg. Les marges d'erreurs ne sont pas établies mais
sont probablement inférieures à celles de "

25 ". (1)

2. Le développement de la bombe Mark I (le canon " 25 ") semble bien engagé. J'ai été impressionné par le stade de développement et les très grandes probabilités de succès, mais surtout par le fait que chaque aspect de l'arme, à l'exception de la réaction nucléaire finale, peut être testé et re-testé à l'avance en utilisant un tube lisse ordinaire (2) dans le simulacre. Selon les estimations actuelles, pour 10 000 à 20 000 tonnes d'équivalent TNT, 3 à 4 crits de "25" seront nécessaires. Cela signifie 39 à 60 kilos de "25" (comme matière active). En dessous de 3 crits, il est prédit que la quantité sera très inférieure à 10.000 tonnes d'équivalent, l'énergie décroissant rapidement lorsque la quantité passe en dessous de 3 crits. Il y a clairement ici des incertitudes sur le calendrier de production. Si les futures "percées" vont dans la bonne direction, le chiffre peu élevé de 39 kilos pourrait s'avérer juste. La valeur de la masse critique sera déterminée par expérimentation directe, espère-t-on, bien avant qu'il y ait suffisamment de matière pour le canon. En fait, un demi-crit pourrait suffire pour cette mesure très importante.

3. La deuxième arme possible que nous pourrions désigner Mark II. Il s'agirait d'une bombe à implosion avec le type de détonation actuellement disponible (pas de lentilles explosives), le centre rempli d'hydrogène et soit le métal ou l'hydruire suspendu (3) tout au centre. Il semble y avoir de très bonnes probabilités qu'une telle bombe donne une explosion atomique malgré le manque de symétrie. La libération d'énergie serait, cependant, très inefficace. La bombe donnerait de 100 à 500 tonnes d'équivalent TNT. Cela nécessiterait 1 crit de « 25 » et 2 crits de « 49 ». En raison des propriétés nucléaires du « 49 », c'est une manière particulièrement inefficace d'utiliser le « 49 ».

Il est admis que le Mark II devrait être mis en réserve pour le moment. Si toutes les autres méthodes par implosion échouent, il pourrait être retiré du placard et développé pour une utilisation au combat dans un délai de 3 ou 4 mois. Il s'agit d'une chose presque certaine sur laquelle nous devons peut-être nous

1) le « 25 » désigne l'uranium-235, et le « 49 » le plutonium-249.

2) « tube lisse ordinaire » est notre traduction de *straight tube alloy* pour désigner un tube de canon non rayé en alliage ordinaire, par opposition à un type de canon totalement exceptionnel qu'il avait d'abord été envisagé de mettre au point afin de pouvoir utiliser aussi le plutonium. En juillet 1944, on se rendit compte d'un risque de prédétonation trop élevé pour tout plutonium produit dans un réacteur, quel que soit le type de canon envisageable. Notons aussi que « Tube Alloy » fut aussi le nom de code du programme d'armement nucléaire britannique durant la guerre.

3) la mention d'uranium métallique ou d'hydruire d'uranium « suspendu » implique une géométrie cylindrique de l'engin avec sa matière fissile tenue par ses extrémités. C'est important, car une telle géométrie implique un rendement moins favorable qu'avec une géométrie sphérique.

4. La bombe Mark III serait une bombe à implosion "sans lentille" n'employant pas d'hydrogène. Le matériau serait probablement au centre (4). Les techniques de détonation seraient ± essentiellement les mêmes que celles dont nous disposons actuellement. Les chances qu'une telle bombe fonctionne sont probablement minces. Si elle fonctionnait, la moitié ou les deux tiers d'un crit de "25" ou 1 bombe de "49" pourraient être utilisés et produire de 1 000 à 2 000 tonnes d'équivalent TNT (ou un peu moins avec du "49"). Diverses modifications mineures dans la technique des explosifs pourraient rendre cela possible, mais il n'y a pas trop d'optimisme quant à cette possibilité. Lorsque Ra-La (5) sera disponible et que des expériences utilisant ce matériel auront été réalisées en nombre suffisant (peut-être un mois), la possibilité de faire quelque chose en direction d'un modèle Mark III utilisable pourra être établi avec une certitude élevée. Si elle pouvait être mise au point avec seulement quelques modifications mineures, le développement pourrait être achevé d'ici le 1er février. La date prévue pour l'achèvement de la première série d'expériences Ra-La est le 15 octobre, à condition que le matériel arrive comme prévu. Il semble que ce soit la prochaine date importante du calendrier.

5. Le Mark IV représente la bombe dans laquelle l'onde de l'explosion doit prendre la forme correcte au moyen de lentilles explosives. Il s'agit d'un difficile problème qui se pose dans le domaine de l'efficacité. Si elle peut être mise en œuvre, elle devrait produire une bombe très efficace, un ½ crit de "25" donnant 3000 tonnes d'équivalent TNT et un ½ crit de "49" – 1000 tonnes d'équivalent TNT (6). Selon le calendrier de développement le plus optimiste, la première bombe serait prête pour un tir d'essai le 1er février. Mais personne ne croit que cela soit possible. Un calendrier plus vraisemblable placerait le premier tir au 15 avril ; si cela peut réellement être fait, il devrait au pire être prêt au 15 juin. Selon une "opinion informelle", les paris sur le 15 avril sont de 50:50. Ma propre estimation est moins favorable. Je pense qu'il n'y a pas plus d'une chance sur deux pour que le Mark IV puisse être même développé avant l'été 1945. Mais tout doit être fait pour y parvenir et tous les efforts sont faits.

J'ai été très favorablement impressionné par la nouvelle organisation et par le calibre des hommes qui y participent maintenant. Si des lentilles explosives peuvent être développées en moins d'un an, le groupe actuel devrait le faire. Beaucoup plus d'informations devraient être disponibles sur ce point vers le 1er janvier. Si le développement de lentilles explosives devait très mal s'annoncer, il pourrait être nécessaire de travailler à l'amélioration du Mark II pour voir si au moins la limite supérieure d'efficacité (500 tonnes) ne peut pas être quelque peu relevée. Jusqu'à cette date environ, je pense que le sentiment concernant l'ensemble du programme d'implosion montera et diminuera de mois en mois, mais aucune conclusion sûre quant à la réussite ou à l'échec final ne sera établie.

6. Note sur les dommages causés par les explosifs. Il a été convenu que les dommages de classe B étaient des dommages irréparables. Pour que la phrase soit significative, le type de construction doit également être nommé. Il a été admis que pour les maisons d'habitation, la superficie des dommages de classe B pour 1 000 tonnes de TNT serait d'environ:

90 % des dommages de classe B correspondent à un rayon de 0,5 mille et à une aire de 0,75 mille carré	
50 % des dommages de classe B correspondent	à une aire de 1,5 mille carré
10 % des dommages de classe B correspondent	à une aire de 7,5 milles carrés

(7)

Pour 10 000 tonnes de TNT, ces chiffres doivent être multipliés par 4.

- 4) Contrairement au cas du Mark II, il n'est pas mentionné ici de matière fissile en suspension. Ce Mark III est donc probablement à symétrie sphérique, comme le Mark IV ; mais avec une compression de la matière fissile obtenue seulement avec un seul type d'explosif, contre les deux nécessaires, très finement configurés, pour obtenir des lentilles explosives. Les deux *crits* de plutonium mentionnés au lieu d'un seul pour l'U-235 tient probablement compte des risques très élevés de préallumage associés à la présence de Pu-240 très radioactif. En effet, l'absence de lentilles explosives implique l'impossibilité d'accroître significativement la densité de la matière fissile. Ceci couplé à la mention d'embarquer deux *crits* de plutonium prouve que ce dernier ne peut être embarqué à bord de l'engin que sous la forme d'un cylindre creux afin de réduire sa

densité effective. Ce n'est que dans l'après-guerre que l'on saura suspendre une masse de matière fissile sphérique avec des fils assez solides qui ne perturbent pas trop l'efficacité des lentilles explosives.

- 5) la méthode Ra-La (radium–lanthane) de diagnostic des « excursions » nucléaires fut inventée par Bruno Rossi à Los Alamos.
- 6) l'indication qu'une fraction de *crit* suffirait dans un Mark IV prouve que la densité de matière fissile doit être fortement accrue lors de la compression, ce qui implique des ondes de choc produites par l'emploi de lentilles explosives.
- 7) 1 mille = 1,606 km ; 1 mille carré = 2,6 km².

Ce rapport de J. B. Conant est reproduit dans [CosterMullen, 2002, p.250–251]. Rappelons-nous qu'il fait référence à des modèles de bombes une année entière avant que leurs conceptions ne soient finalisées. La conception du canon au plutonium "Thin Man" fut abandonnée un mois avant en raison du problème de la prédétonation. Le concept du Mark II fut finalement abandonné en raison de l'avancement des programmes de canon à uranium et d'implosion du plutonium. Suite à cela, le Mark III (avec implosion sans lentille) mentionné dans le rapport fut rebaptisé Mark II, et le Mark IV tel qu'utilisé à Alamogordo et Nagasaki rebaptisé Mark III.

Lorsque ce rapport fut écrit, à peine un kilogramme d'uranium enrichi avait été produit à Oak Ridge, de sorte que la valeur réelle du *crit* pour le canon à uranium n'avait pas encore été déterminée avec précision. Notons aussi qu'avec 52,9 kg d'uranium-235 et une valeur réelle du *crit* de l'uranium-235 pur d'environ 19,5 kg, la charge en *crit* de la bombe d'Hiroshima avoisinait 2,72. Si la bombe n'a pas explosé jusqu'au moment voulu malgré une charge en *crit* largement supérieure à 1, c'est que la matière fissile était répartie en deux pièces ayant une géométrie particulièrement bien étudiée. Les bombes au plutonium d'Alamogordo et Nagasaki étaient chargées à légèrement moins d'un *crit*, ce qui fait que la réaction en chaîne explosive ne pouvait s'enclencher sans cause externe. Ce n'est qu'après qu'ait été atteint une compression du plutonium d'un facteur d'environ 3, obtenue grâce à l'emploi de lentilles explosives, que la réaction en chaîne fut enclenchée par des neutrons produits par la mise en contact de polonium-210 et de béryllium dans ledit « oursin » prépositionné au cœur de la matière fissile. Le résultat est qu'environ 3 *crits* furent réunis au moment critique, aussi bien dans la bombe au plutonium que dans celle à l'uranium.

En supposant qu'un facteur 3 de compression aient été également atteignable dans un Mark IV chargé à l'uranium, une telle arme chargée de seulement 20,5 kg d'uranium enrichi à 93% [Jones, 2015, p.2], équivalents à quelques 24 kg enrichis à 80% , aurait pu être lancée sur Hiroshima. D'après les indications du tableau et de nos explications de la section 5.1, il y aurait eu assez d'uranium enrichi pour le lancer d'un tel *Fat Man* vers le début de mars 1945 ; mais à cette date, les lentilles explosives n'avaient pas encore été mises au point. Autrement dit, à lui seul, un *Fat man* actionné à l'uranium enrichi n'aurait pu accélérer la fin de la Guerre du Pacifique.

Ce rapport est aussi daté du 17 août 1944, c'est-à-dire exactement un mois après l'explosion d'un bateau de munitions en cours de chargement à Port Chicago, situé à quelques 60 km au nord-est de San Francisco. L'explosion de 4178 tonnes de munitions, d'une puissance estimée équivalente à quelques 2 kt de TNT, fit 320 victimes et 390 blessés, presque tous des hommes de couleur enrôlés sous les drapeaux. Une cinquantaine de ces derniers refusèrent de reprendre le travail sans une amélioration des conditions de sécurité et furent condamnés en cour martiale pour mutinerie. Le rapprochement des dates de l'accident et du rapport de Conant, le fait qu'un champignon ait été observé au-dessus du lieu de l'explosion et que la destination du Liberty ship qui explosa était Tinian, d'où décollèrent une année après les B-29 qui allaient bombarder Hiroshima et Nagasaki, firent qu'un journaliste américain, Peter Vogel, crut y voir l'indice que cette explosion accidentelle avait en fait été le premier essai d'un modèle Mark I [Vogel, 1982], avant de penser plus tard au modèle Mark II. Vogel a ensuite cherché pendant vingt ans à confirmer son idée, en accumulant de grandes quantités de données sur le projet Manhattan, et il a exposé le fruit de cette quête dans une compilation reprenant le titre de son article, "*The Last Wave from Port Chicago*" [Vogel, 2001]. Vu

l'absurdité de sa thèse, Vogel n'avait aucune chance de trouver des indices plausibles susceptibles de la confirmer, même en montant en épingle certains des épisodes les moins glorieux du projet Manhattan, comme les efforts mal placés sur les hydrures d'uranium et le modèle Mark II ou la réalisation tardive de l'usine S-50. Son effort de collecte et d'édition de ces documents, certains déclassifiés à sa demande, a été cependant utile aux historiens.

Qu'y avait-il d'absurde dans l'hypothèse de Vogel ? D'abord, du point de vue du bon sens :

- (1) Pourquoi procéder à l'essai d'une arme *secrète* au vu et au su de tout le monde, tout en tuant des centaines de compatriotes et détruisant des installations neuves de la Marine ? Et s'il ne s'était agi que d'un pur accident nucléaire lors du transport d'une charge atomique, comment expliquer qu'aucun des physiciens de Los Alamos ne se soit trouvé à proximité – pour surveiller cette précieuse cargaison – et par conséquent tué lors de l'explosion ?
- (2) Tinian est aussi, et surtout, l'endroit d'où décollèrent dès 1944 les B-29 procédant à des bombardements classiques du Japon. Tinian n'a été que marginalement "nucléaire".
- (3) Pourquoi s'étonner, aux alentours de l'an 2000, de la présence d'un champignon provoqué par l'énergie libérée lors d'une déflagration de quelques 2000 tonnes d'explosifs ? Tout récemment, des photographies faites le 4 août 2020 lors de l'explosion de 2750 tonnes de nitrate d'ammonium dans le port de Beyrouth ont montré des champignons d'un peu toutes les formes et couleurs en fonction du moment de la prise des clichés.
- (4) En quoi est-il suspect que des spécialistes en munitions, comme le capitaine Parsons, soient venus de Los Alamos pour évaluer les effets au sol d'une explosion de cette puissance inhabituellement élevée ?

En fait, Vogel détruit lui-même son argumentation, sans s'en rendre compte, dans l'Annexe C de sa compilation [Vogel, 2001, Annexe C, p.3-4]. Dans deux paragraphes successifs d'une chronologie qu'il a établie lui-même, on lit :

[1944] 17 juillet : après-midi à l'université de Chicago, Conant, en conversation avec J. Robert Oppenheimer, préconise de procéder dès que possible à un essai du Mark II qui, s'il réussit, démontrerait la faisabilité des armes à fission nucléaire. Le Mark II pourrait être mis en attente, et les travaux sur les bombes plus puissantes pourraient se poursuivre avec moins de nervosité.

[1944] 17 juillet : à 22h30, explosion de Port Chicago ; le Mark II mis à feu avec succès.

Mais, comment imaginer que James Conant, directeur du NDRC, ou Oppenheimer, directeur scientifique du laboratoire de Los Alamos, et encore moins ces deux hauts responsables pris ensemble, auraient pu être tenus dans l'ignorance de la présence d'une tête nucléaire à Port Chicago, et encore moins d'un essai nucléaire imminent ?

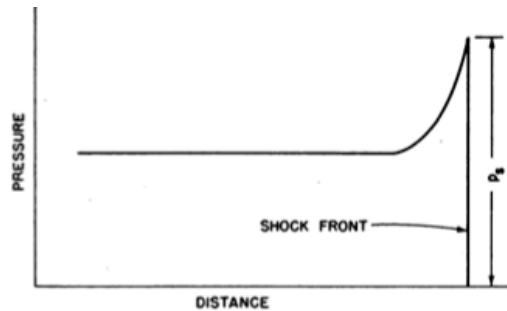
Du point de vue des faits concrets, disons simplement que dès novembre 1943, l'*US Army* avait demandé qu'un certain nombre de Boeing B-29 *Superfortress* soient modifiés en vue d'emporter les futures bombes atomiques. L'*Army* ne prévoyait donc pas vraiment de les amener à destination sur des plages au moyen de bateaux.

On se demande en fait si Vogel a fini par croire à son délire ou si, en prêchant le faux, il ne cherchait en fait qu'à obtenir une révision de la condamnation des manutentionnaires injustement condamnés selon lui pour des motifs raciaux ? Si c'est le cas, il aura fini par réussir, partiellement. Cinquante ans après la catastrophe de Port Chicago, le 17 juillet 1994, ledit *Mémorial national de l'entrepôt naval de Port Chicago* fut inauguré officiellement ; et cinq ans plus tard, le président Clinton gracia l'un des rares condamnés encore survivant. Mais, on note aussi que le nom de Vogel n'apparaît nulle part dans le récent ouvrage de Steve Sheinkin, *The Port Chicago 50 : Disaster, mutiny, and the fight for civil rights* [Sheinkin, 2013]. Est-ce parce que Vogel n'était qu'un pseudonyme (?), ou bien parce qu'un journaliste invoquant obstinément des arguments faux, et le sachant, nuit en fait à la cause qu'il prétend défendre ?

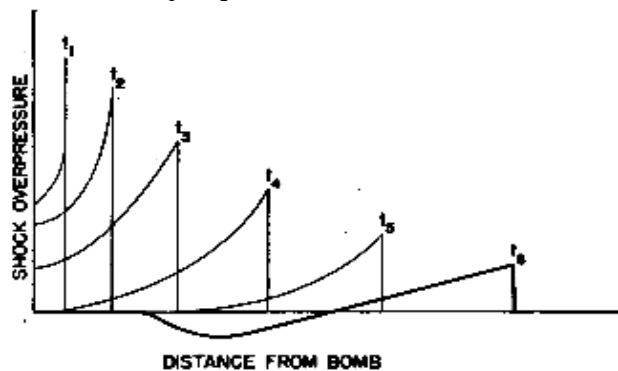
A.2 Hauteur de la détonation et effets de souffle au sol

Nous savons tous qu'une explosion produit une onde de choc, dite directe ou incidente ; et que dans l'air, son front d'onde, qui matérialise la brutale hausse de pression, s'agrandit au cours du temps. Si l'explosion a lieu au niveau du sol, la géométrie de l'explosion fait que l'onde de choc initiale est une coquille de surpression hémisphérique ; et, en l'absence de relief, son front de l'onde est toujours à la verticale au niveau du sol.

La surpression qui accompagne une onde de choc a typiquement le profile suivant en fonction de la distance à un instant donné [Hirschfelder, 1950, p.47]:

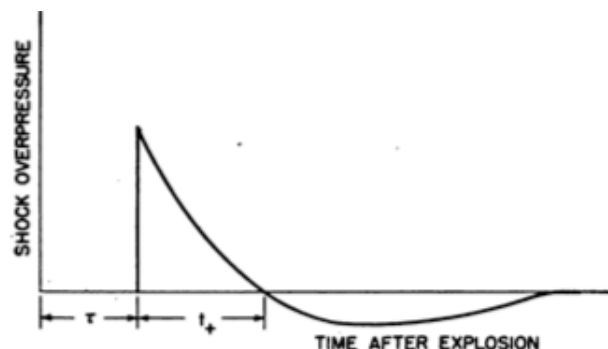


Avec le passage des secondes, l'amplitude du pic de surpression décroît, de même que la surpression qui s'étire à l'arrière du maximum, tout en se déformant quelque peu, jusqu'à passer même en mode de sous-pression [Hirschfelder, 1950, p.48].



Courbe pression-distance à des instants de temps successifs

Si l'on se place maintenant à une distance donnée du point zéro, l'ampleur de la surpression commence par décroître au cours du temps après le passage du pic ; parfois jusqu'à se retrouver en sous-pression. Par exemple, à la distance qui correspond ci-dessus au passage de l'onde au temps t_6 , la surpression engendrée par l'explosion prend l'allure suivante où l'on voit aussi le passage d'une pression à valeur positive à une valeur négative [Hirschfelder, 1950, p.49]:



Il y a deux grandes raisons pour vouloir procéder à une explosion en altitude plutôt qu'au sol. D'abord, il y a moins — voire pas du tout — d'énergie de la bombe qui est perdue pour bêtement

vaporiser le sol, de sorte qu'elle reste disponible pour entretenir jusqu'à une distance plus grande l'onde de choc, qui est l'effet le plus destructeur recherché. Deuxièmement, il y a toutes sortes de bâtiments, collines et autres obstacles au ras du sol qui font écran au passage de l'onde, et qui là encore absorbent l'énergie de cette dernière. Mais il y a une troisième motivation pour procéder en altitude. Dans ce cas, l'onde incidente est réfléchiée sur le sol et engendre un nouveau front d'onde, dit réfléchi. Le dessin ci-dessous nous montre qu'alors l'onde incidente arrive au sol « penchée en avant » dans le sens de la direction de propagation. C'est une onde de choc dite oblique.

Lorsque qu'une telle onde oblique frappe le sol à proximité d'un mur vertical, les effets de choc dus aux réflexions se cumulent et produisent localement des surpressions encore plus élevées. C'est important, car les bâtiments frappés résistent moins bien aux ondes de choc latérales, ou obliques, qu'à une surcompression verticale. Pour un bâtiment, « cela passe ou ça casse », sans demi-mesure.

Le sol étant typiquement mille fois plus dense que l'air, l'énergie de l'onde qui y arrive n'est presque pas absorbée (en l'absence de vaporisation du sol). Une nouvelle onde de choc, dite réfléchiée, ressort du sol peu après avec un profil de pression très similaire à celui produit par l'onde incidente ; mais en apparaissant cette fois-ci comme penchée en arrière, à la poursuite de l'onde incidente.

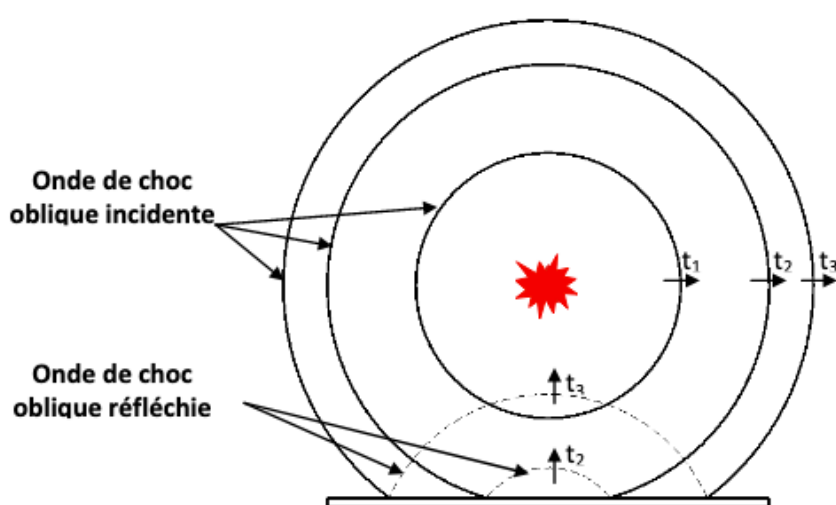
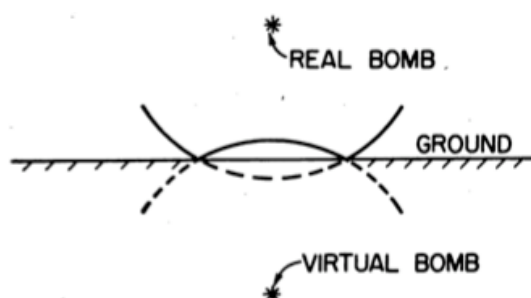


Figure 1.9 : Réflexion d'une onde de choc oblique régulière sur une surface plane

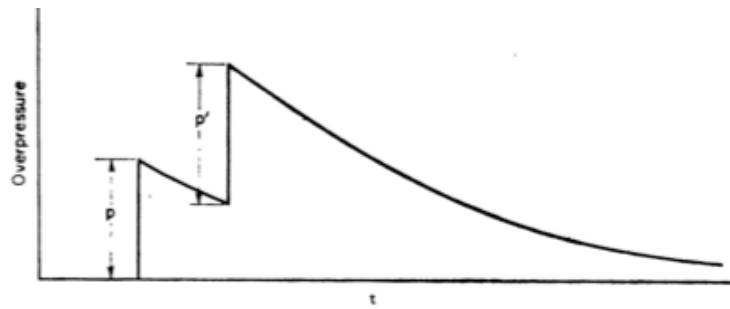
[Sauvan, 2012, p.35]

Presque tout se passe comme si à l'explosion de la bombe réelle dans l'atmosphère s'ajoutait les effets d'une bombe similaire, mais virtuelle, explosant sous terre à la même distance de la surface.



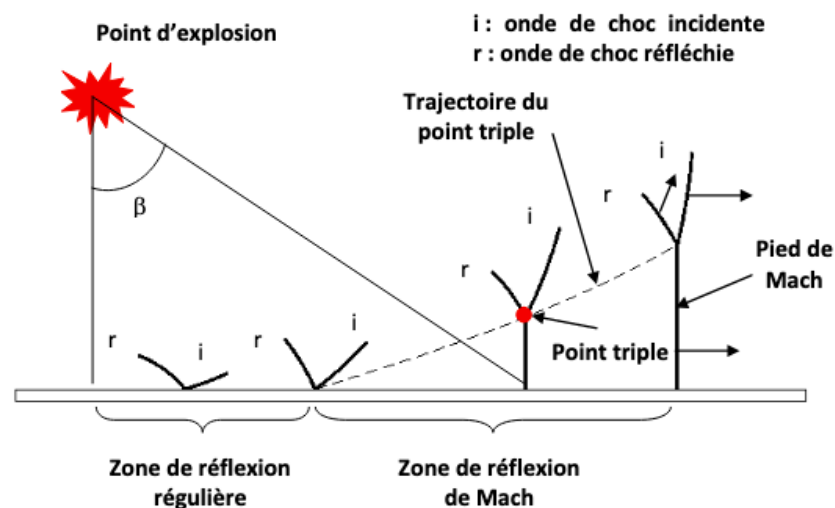
Réflexion d'une onde de choc sphérique (approximation « acoustique ») [Hirschfelder, 1950, p.63]

Du fait qu'il y maintenant deux ondes de chocs qui se succèdent rapidement, la courbe de surpression en fonction du temps présente alors une indentation, avec une surpression p' associée à l'onde réfléchiée qui a une amplitude voisine de celle de l'onde incidente. [Hirschfelder, 1950, p.66]



L'effet destructeur de deux ondes de choc successives de même puissance n'est en fait guère plus élevé que celui dû au seul premier choc en raison du phénomène de « tout ou rien » susmentionné. Un bâtiment qui a vraiment été capable de résister au premier choc devrait pouvoir résister au deuxième. Au contraire, une surpression d'ampleur double est à coup sûr plus destructrice.

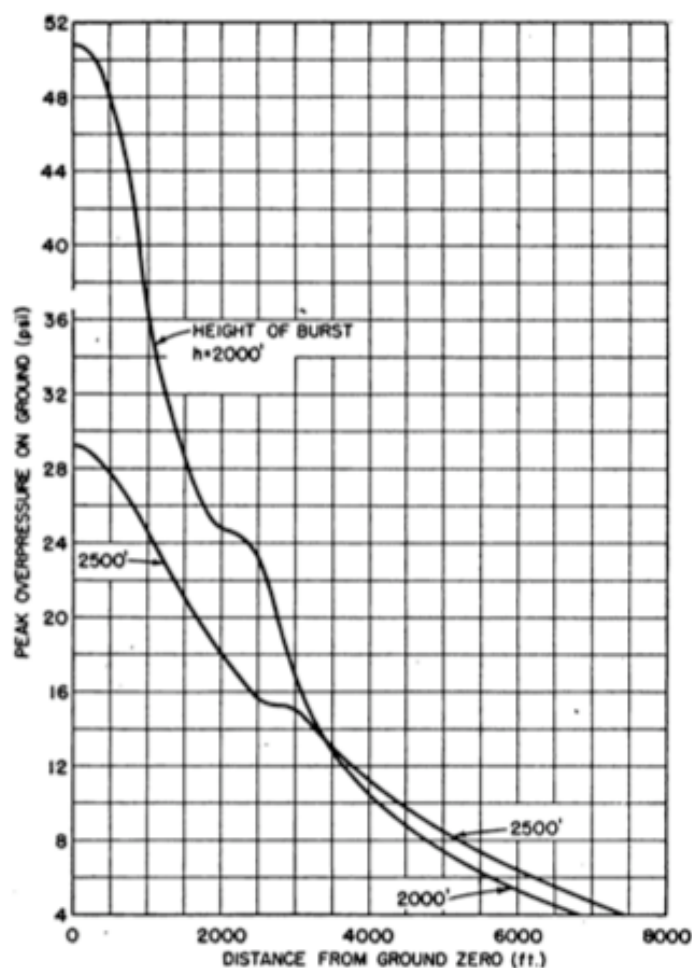
Le fait important est que l'onde réfléchie se propage dans un air surchauffé par le passage de l'onde incidente. Elle va de ce fait plus vite et a donc tendance à rattraper la première, jusqu'à que les deux ondes de choc se combinent pour former un nouveau front d'onde, dit de Mach. Ce nouveau front apparaît d'abord au ras du sol, puis s'allonge verticalement en hauteur au fur et à mesure que l'onde incidente est rattrapée en altitude par l'onde réfléchie. Ce nouveau « front » est aussi, paradoxalement, appelé « pied de Mach » (ou tige de Mach = Mach stem en anglais) car la représentation graphique de ce nouveau front donne l'impression qu'il soutient les deux autres... [Sauvan, 2012, p.38]



La distance à laquelle se combinent les deux fronts d'onde permet de caractériser deux zones concentriques autour de l'hypocentre (le point zéro) : la régulière, puis la zone de réflexion de Mach ; et c'est bien la création du front de Mach qui est importante du point de vue militaire, comme l'a montré von Neumann en 1943. Ses calculs ont montré que la surpression localisée le long du « pied » de Mach est effectivement en gros deux fois plus importante que celle de l'onde incidente, et donc bien plus destructrice que la succession de surpressions des deux ondes originelles. Une interprétation simplifiée en terme d'énergétique permet de le comprendre, sachant que l'énergie de dissociation des bâtiments et des autres obstacles au sol doit bien évidemment être fournie par l'énergie libérée par la bombe. D'une certaine manière, l'onde de Mach permet d'utiliser à la fois l'énergie de la bombe réelle et de la bombe virtuelle. Une bombe de 20 kt avec effet Mach se comporte approximativement comme un bombe de 40 kt sans cet effet : le rayon de destruction théorique est augmenté d'environ 26%, et la surface de destruction de près de 60%.

Ce qui est bien moins évident est de modéliser précisément le rayon de destructions d'une bombe d'une puissance donnée en fonction de l'altitude de l'explosion. Pour s'en convaincre, il suffit de jeter un oeil sur les très complexes publications de von Neumann et collaborateurs publiées dans l'après guerre [Taub, 1963]. Les calculs conduisent, par exemple, à un profil de pic de surpression au

sol en fonction l'altitude comme dans le schéma ci-dessous :



Pic de surpression au sol en fonction de la distance au point zéro, pour des hauteurs de détonations à 2000 et 2500 pieds, d'une bombe atomique de puissance « nominale ». [Hirschfelder, 1950, p.82]

Ce schéma, publié en 1950, montre pour une bombe atomique « de puissance nominale », deux profils de surpression calculés en fonction de la distance au point zéro, l'un pour une détonation effectuée à une hauteur de 2000 pieds, l'autre de 2500 pieds. On y observe, sans surprise, que la surpression au point zéro est beaucoup plus grande lorsque la bombe explose à 2000 pieds plutôt qu'à 2500 pieds, avec environ 50 psi (livres par pouce carré) contre environ 30. Il est en revanche moins évident de comprendre pourquoi à partir d'une certaine distance du point zéro, environ 1000 mètres dans notre cas, l'explosion faite à 2500 pieds provoque une plus importante surpression que la même explosion effectuée à 2000 pieds.

Quoi qu'il en soit de l'explication du phénomène, nous en déduisons que pour un effet destructif maximal, il existe une hauteur de détonation optimale, non devinable à partir des deux courbes présentées, puisqu'il est certain qu'à une *très* haute altitude n'importe quelle bombe ne produit presque plus d'effets au sol. En revanche, le schéma nous montre bien qu'une surpression d'intérêt militaire d'au moins 5 psi (c'est-à-dire d'un tiers d'atmosphère, voir l'Annexe suivante), est obtenue jusqu'à une distance de 6000 pieds, respectivement 7000 pieds, pour des détonations à une altitude de 2000 pieds, respectivement 2500 pieds.

Pour savoir ce qui se cache derrière la définition d'une bombe atomique « de puissance nominale », notons qu'un mémorandum de 1945, reproduit dans la troisième Annexe ci-dessous, rapporte que l'altitude optimale pour créer une surpression de 5 psi et une hauteur du front de Mach de 100 pieds pour une bombe de 15 kt, est de 2400 pieds. Comme c'est une valeur très voisine des 2500 pieds susmentionnés, on peut donc penser que la puissance explosive de la « bombe de puissance

nominale » à laquelle pensait Hirschfelder doit être très voisine de 15 *kt* ; c'est-à-dire celle du *Fat Man* d'Hiroshima. Pour les personnes intéressées à se faire peur, Alex Wellerstein a mis en ligne son logiciel de simulation de frappes nucléaires *NUKEMAP*. [Wellerstein, 2021]

A.3 Résumé des réunions de la commission des cibles des 10 et 11 mai 1945

12 mai 1945

Mémemorandum Pour: Général de division L. R. Groves

Sujet: Résumé des réunions de la commission des cibles des 10 et 11 mai 1945

1. La deuxième réunion de la commission des cibles s'est tenue le 10 mai à 9h00 dans le bureau du Dr. Oppenheimer, sur le site Y, en présence des personnes suivantes:

Général Farrell	Dr. C. Lauritsen
Colonel Seeman	Dr. Ramsey
Capitaine Parsons	Dr. Dennison
Major Derry	Dr. Von Neumann
Dr. Stearns	Dr. Wilson
Dr. Tolman	Dr. Penney
Dr. Oppenheimer	

Le Dr Bethe et le Dr Brode ont été invités à la réunion pour discuter du point A de l'ordre du jour. Au cours de la réunion, des groupes ont été constitués par des membres de la commission et d'autres personnes pour se réunir l'après-midi et élaborer des conclusions sur les points abordés dans l'ordre du jour. La réunion de clôture s'est tenue à 10 heures le 11 mai dans le bureau du Dr Oppenheimer en présence des personnes suivantes:

Colonel Seeman	Dr. Stearns
Capitaine Parsons	Dr. Von Neumann
Major Derry	Dr. Dennison
Dr. Tolman	Dr. Penney
Dr. Oppenheimer	Dr. Ramsey
	Dr. Wilson

2. L'ordre du jour des réunions présenté par le Dr Oppenheimer était le suivant:

- A. Hauteur de la détonation
- B. Rapport sur la météo et les opérations
- C. Largage et point de chute des gadgets
- D. Statut des cibles
- E. Facteurs psychologiques dans la sélection des cibles
- F. Utilisation contre des objectifs militaires
- G. Effets radiologiques
- H. Opérations aériennes coordonnées
- I. Répétitions
- J. Exigences d'exploitation pour la sécurité des avions
- K. Coordination avec les programmes du 21ème Bombing Command

3. Hauteur de la Détonation

A. Les critères de sélection de la hauteur ont été discutés. Il a été convenu d'utiliser des valeurs prudentes pour déterminer la hauteur puisqu'il n'est pas possible de prévoir avec précision l'ampleur de l'explosion et puisque la bombe pourrait exploser jusqu'à 40% en dessous de l'optimum avec une réduction de 25% de la surface des destructions, alors qu'une explosion 14% au-dessus de l'optimum provoquera la même [sic] destructions dans la zone. Il a été convenu que les [détonateurs] devraient être préparés pour

répondre aux possibilités suivantes (1) :

- (1) Pour le Little Boy, les hauteurs de détonation doivent correspondre à une pression de 5 psi, une hauteur de l'onde de Mach de 100 pieds et une magnitude de détonation de 5.000 ou 15.000 tonnes d'équivalent TNT (2). Dans l'état actuel des connaissances, le réglage du détonateur correspondant à 5000 tonnes d'équivalent TNT serait utilisé, mais l'allumage pour l'autre [hauteur] devrait être disponible au cas où l'on en saurait plus au moment du lancer final. Les hauteurs de détonation correspondant à 5.000 et 15.000 tonnes sont respectivement de 1550 pieds et 2400 pieds.
- (2) Pour le Fat Man, les hauteurs de détonation doivent correspondre à une pression de 5 psi, une hauteur du front de Mach de 100 pieds, et une magnitude d'explosion de 700, 2 000, ou 5 000 tonnes d'équivalent TNT (2). Selon les informations actuelles, le détonateur serait réglée pour l'équivalent de 2 000 tonnes, mais l'allumage pour les autres valeurs devrait être disponible au moment de la livraison finale. Les hauteurs de détonation correspondant à 700, 2 000 et 5000 tonnes sont respectivement de 580 pieds, 1 000 pieds et 1 550 pieds. Les données de Trinity seront utilisées pour ce gadget.

B. Dans le cas du Fat Man, des circuits de retardement sont introduits dans l'unité à d'autres fins (3), ce qui provoque une détonation de la bombe à 400 pieds en dessous de la hauteur à laquelle le détonateur est réglée. Pour cette raison, en ce qui concerne le Fat Man, les réglages du détonateur doivent être à 980 pieds, 1400 pieds ou 1950 pieds.

C. Compte tenu de ce qui précède, il a été convenu par toutes les personnes présentes que les détonateurs devraient être précalibrés pour quatre (4) hauteurs différentes. Ces hauteurs sont les suivantes : 1000 pieds, 1400 pieds, 2000 pieds et 2400 pieds. Selon les informations actuelles, le détonateur à 1400 pieds serait le plus probablement utilisé pour le "Fat Man" et le "Little Boy". (Des données ultérieures présentées par le Dr Brode modifient les conclusions ci-dessus sur les hauteurs d'allumage et de détonation ; la hauteur différentielle est de 210 pieds pour le Little Boy et de 500 pieds pour le Fat Man). Pour cette raison, certaines des valeurs ci-dessus doivent être revues).

4. Rapport sur la météo et les opérations

A. Le Dr. Dennison a fait un rapport sur le sujet ci-dessus. Son rapport portait essentiellement sur les éléments contenus dans sa note Top Secret du 9 mai - Sujet : "Rapport préliminaire sur les procédures opérationnelles". Pour cette raison, son rapport ne sera pas répété ici mais est joint en annexe. Les personnes présentes ont convenu que la mission devrait être, dans la mesure du possible, une mission de bombardement en visuel. Pour cela, nous devons être prêts à attendre que les prévisions météorologiques soient bonnes pour une ou plusieurs des trois autres cibles. Dans ce cas, il y a seulement 2 % de chances que nous devions attendre plus de deux semaines. Lorsque la mission aura lieu, des avions d'observation devront survoler chacune des trois cibles potentielles afin qu'une cible alternative puisse être choisie au cours de la dernière heure de vol si la météo n'est pas prometteuse au-dessus de la cible à priorité la plus élevée.

B. Si l'avion rejoint la cible et constate, malgré ces précautions, qu'un bombardement à vue est impossible, il doit retourner à sa base, à condition qu'il soit en bon état de fonctionnement. Ce n'est que si l'avion est en suffisamment mauvais état pour qu'il soit peu probable qu'il puisse retourner à sa base et fasse un atterrissage en toute sécurité ou s'il est essentiel que le lancer soit effectué le jour même que le lancer devrait être effectué avec un équipement radar. À cette fin, il peut être souhaitable qu'un avion muni d'un radar Eagle (4) accompagne la mission pour que la formation de bombardement avec l'avion Eagle en tête puisse être effectué afin de bénéficier de la précision accrue de l'Eagle. Une décision finale quant à l'opportunité de cette procédure d'urgence ne peut être prise qu'après avoir acquis une nouvelle expérience de combat avec l'avion Eagle. En tout état de cause, tous les efforts doivent être faits pour que la mission soit telle que le bombardement à l'aveugle ne soit pas nécessaire.

C. Il a été convenu que le Dr Stearns et le Dr Dennison devraient se tenir continuellement informés des développements en matière de radar. Si à tout moment de nouveaux développements sont disponibles qui montrent au combat une nette amélioration de la précision, le plan de base peut être modifié.

D. Il a été convenu que le Shoran (5) était un développement très prometteur pour le 21e Commandement de bombardiers, mais que nous ne devrions pas faire de plans pour utiliser le Shoran jusqu'à ce que son succès soit pleinement confirmé dans des missions normales de bombardement dans cette zone.

E. Le plan d'utilisation du gadget avec un bombardement en visuel, même si cela peut nécessiter un délai d'un jour à trois semaines, exige que le gadget soit tel que, pendant une période d'au moins trois semaines, il puisse être tenu en état de préparation de telle sorte que, avec un préavis de douze heures, il puisse être préparé pour une mission de combat. Aucune difficulté à cet égard n'a été envisagée par les personnes présentes.

5. Largage et point de chute des gadgets

A. Il a été convenu que si l'avion doit retourner à sa base avec le gadget et s'il est en bon état lorsqu'il y est arrivé, il doit effectuer un atterrissage normal avec le plus grand soin possible et avec des précautions comme la mise à disposition au sol d'un équipement anti-incendie de secours. Cette opération comportera inévitablement certains risques pour la base et pour les autres avions stationnés sur le terrain. Toutefois, les probabilités d'un crash lorsque l'avion est en bon état et les probabilités que le crash déclenche une explosion de grande ampleur sont toutes deux suffisamment faibles pour que les personnes présentes estiment que l'opération d'atterrissage avec l'engin dans ces circonstances constitue un risque justifiable. De fréquents atterrissages avec des engins inertes et remplies de TNT ont été effectués dans le passé. Une formation à l'atterrissage avec l'engin devrait être dispensée à tous les équipages qui transportent un engin actif.

B. Si l'avion retourne à sa base et constate ensuite qu'il ne peut pas faire un atterrissage normal, il peut être nécessaire de larguer la bombe. Dans le cas du Fat Man, cela peut probablement être réalisé en larguant la bombe à basse altitude dans des eaux peu profondes. Des essais seront effectués avec des engins inertes et actifs. Dans le cas du Little Boy, la situation est considérablement plus compliquée, car de l'eau qui s'infiltrerait dans le Little Boy déclencherait une réaction nucléaire, et comme la zone sous contrôle américain à proximité de la base est si densément occupée, qu'aucun terrain de largage approprié pour le Little Boy n'a été trouvé, qui soit suffisamment dépourvu d'humidité, qui soit suffisamment mou pour qu'il soit sûr que le projectile ne s'enfonce pas lors de l'impact, et qui soit suffisamment éloigné d'installations américaines extrêmement importantes dont les destructions causées par une explosion nucléaire affecteraient sérieusement l'effort de guerre américain. La meilleure procédure d'urgence qui a été proposée jusqu'à présent est considérée être le retrait de la poudre à canon et l'exécution d'un atterrissage en catastrophe. Dans ce cas, il n'y a pas de risque que le feu déclenche le canon et les accélérations doivent être suffisamment petites pour empêcher l'enfoncement du projectile lors de l'impact. Des essais sur la faisabilité du déchargement de la poudre à canon en vol seront effectués.

C. Il a été convenu qu'avant la livraison effective, des instructions devraient être préparées sous une forme ou une autre pour guider le responsable de l'avion quant aux procédures à suivre en cas de différents types de catastrophes.

6. Statut des cibles

A. Le Dr. Stearns a décrit le travail qu'il a effectué sur la sélection des cibles. Il a étudié des cibles possibles possédant les propriétés suivantes : (1) être des cibles importantes dans une grande zone urbaine de plus de trois miles de diamètre, (2) pouvoir être endommagées efficacement par une explosion, et (3) être susceptibles d'être non attaquées d'ici le mois d'août prochain (6). Le Dr. Stearns avait une liste de cinq cibles que les forces aériennes seraient prêtes à réserver pour notre usage à moins de circonstances imprévues. Ces cibles sont les suivantes :

- (1) Kyoto - Cet objectif concerne une zone industrielle urbaine de 1 000 000 d'habitants. C'est l'ancienne capitale du Japon et de nombreuses personnes et industries s'y installent aujourd'hui, au fur et à mesure que d'autres zones sont détruites. D'un point de vue psychologique, Kyoto présente l'avantage d'être un centre intellectuel pour le Japon et les habitants sont plus aptes à apprécier la signification d'une arme telle que le gadget. (Classé comme une cible AA)
- (2) Hiroshima - C'est un important dépôt de l'armée et un port d'embarquement au milieu d'une zone industrielle urbaine. C'est une bonne cible radar et sa taille est telle qu'une grande partie de la ville pourrait être fortement endommagée. Il s'agit de collines adjacentes qui sont susceptibles de produire un effet de focalisation qui augmenterait considérablement les dommages causés par l'explosion. En raison des rivières, ce n'est pas une bonne cible incendiaire. (Classé comme une cible AA)
- (3) Yokohama - Cette cible se trouve dans une importante zone industrielle urbaine qui n'a pas encore été touchée. Les activités industrielles comprennent de la construction aéronautique, des machines-outils, des docks, des équipements électriques et des raffineries de pétrole. Comme les dégâts à Tokyo ont augmenté, d'autres industries se sont déplacées vers Yokohama. Elle présente l'inconvénient que les zones cibles les plus importantes sont séparées par une grande étendue d'eau et qu'elle est la plus forte concentration anti-aérienne du Japon. Pour nous, elle présente l'avantage d'être une cible de remplacement à disposition en cas de mauvais temps assez éloignée des autres cibles considérées. (Classé comme une cible A)
- (4) Arsenal de Kokura - C'est l'un des plus grands arsenaux du Japon et il est entouré de structures industrielles urbaines. L'arsenal est important pour les munitions légères, la lutte anti-aérienne et le matériel de défense des têtes de pont. Les dimensions de l'arsenal sont de 4100' x 2000'. Les dimensions sont telles que si la bombe était placée correctement, on pourrait tirer pleinement parti des pressions plus élevées immédiatement sous la bombe pour détruire les structures les plus solides et, en même temps, des dommages considérables pourraient être causés par l'explosion à des structures plus fragiles et plus éloignées. (Classé comme une cible A)
- (5) Niigata - C'est un port d'embarquement sur la côte nord-ouest de Honshu. Son importance s'accroît à mesure que d'autres ports sont endommagés. Des industries de machines-outils y sont installées et c'est un centre potentiel de dispersion industrielle (7). Il possède des raffineries de pétrole et des installations de stockage. (Classé comme une cible B)
- (6) La possibilité de bombarder le palais de l'empereur a été discutée. Il a été convenu que nous ne devrions pas le recommander mais que toute action pour ce bombardement devrait venir des autorités en matière de politique militaire. Il a été convenu que nous devrions obtenir des informations à partir desquelles nous pourrions déterminer l'efficacité de notre arme contre cette cible.

B. Les participants à la réunion ont recommandé que les quatre premiers choix de cibles pour notre arme soient les suivants.

- a. Kyoto
- b. Hiroshima
- c. Yokohama
- d. Arsenal de Kokura

C. Le Dr Stearns a accepté de faire ce qui suit : (1) informer le colonel Fisher de manière approfondie sur ces questions, (2) demander de [nous réserver] ces cibles, (3) en savoir plus sur la zone cible, y compris sur l'emplacement exact des industries stratégiques qui s'y trouvent, (4) obtenir des informations photographiques supplémentaires sur les cibles, et (5) déterminer la nature de la construction, la superficie, les hauteurs, le contenu et la couverture des bâtiments. Il a également accepté de suivre l'évolution des

données sur les cibles au fur et à mesure de leur développement et de tenir la commission informée des autres zones des cibles possibles. Il vérifiera également l'emplacement des petites cibles militaires et obtiendra de plus amples détails sur le palais de l'empereur.

7. Facteurs psychologiques dans la sélection des cibles

A. Il a été convenu que les facteurs psychologiques dans la sélection des cibles étaient d'une grande importance. Il s'agit, d'une part, d'obtenir le plus grand effet psychologique contre le Japon et, d'autre part, de rendre l'utilisation initiale suffisamment spectaculaire pour que l'importance de l'arme soit reconnue au niveau international lorsque la publicité la concernant sera diffusée.

B. À cet égard, Kyoto a l'avantage d'une population plus éduquée et donc mieux capable d'apprécier la signification de l'arme. Hiroshima a l'avantage d'être de bonne taille et qu'avec une éventuelle focalisation due aux montagnes voisines une grande partie de la ville pourrait être détruite. Le palais de l'empereur à Tokyo est plus fameux que toute autre cible, mais sa valeur stratégique est moindre.

8. Utilisation contre des objectifs "militaires"

A. Il a été convenu que, pour l'utilisation initiale de l'arme, tout objectif de petite taille et strictement militaire devrait être situé dans une zone beaucoup plus vaste susceptible d'être endommagée par l'explosion, afin d'éviter des risques excessifs de perte de l'arme en raison d'un mauvais point de chute de la bombe.

9. Effets radiologiques

A. Le Dr. Oppenheimer a présenté un mémoire qu'il avait préparé sur les effets radiologiques du gadget. Ce mémoire ne sera pas repris dans ce résumé mais sera envoyé au général Groves comme pièce séparée. Les recommandations de base de cette note sont les suivantes : (1) pour des raisons radiologiques, aucun avion ne doit se trouver à moins de 2 à 2,5 miles du point de détonation (pour des raisons de souffle, la distance doit être plus grande) et (2) les avions doivent éviter le nuage de matières radioactives. Si d'autres avions doivent effectuer des missions peu après la détonation, un avion de reconnaissance doit déterminer les zones à éviter.

10. Opérations aériennes coordonnées

A. La faisabilité de suivre le raid par une mission incendiaire a été discutée. Cela présente le grand avantage que la capacité de lutte contre l'incendie des ennemis sera probablement paralysée par le gadget, de sorte qu'une très grave conflagration devrait pouvoir être déclenchée. Cependant, jusqu'à ce que l'on en sache plus sur les phénomènes associés à une détonation du gadget, comme la mesure dans laquelle il y aura des nuages radioactifs, une mission incendiaire immédiatement après la livraison du gadget devrait être évitée. Un raid incendiaire coordonné devrait être possible le jour suivant, moment auquel le raid de feu devrait encore être assez efficace. En repoussant le raid coordonné au lendemain, la programmation de nos opérations déjà envisagées ne sera pas rendue encore plus difficile, la reconnaissance photographique des dommages réels directement causés par notre appareil peut être obtenue sans confusion avec le raid incendiaire ultérieur, et les dangers des nuages radioactifs peuvent être évités.

B. La couverture des chasseurs doit être utilisée pour l'opération selon les instructions du 21ème Bomber Command.

11. Répétitions

A. Il a été convenu par tous que des répétitions très complètes de toute l'opération sont essentielles à son succès. Il est possible que trente (30) unités de pumkin [des simulacres de gadgets] soient expédiées de ce pays en juin et peut-être soixante (60) en juillet. Ces répétitions à l'étranger devraient avoir lieu à partir de juillet. Au moins une partie des répétitions devrait être très complète en incluant le positionnement d'avions d'observation au-dessus des cibles de remplacement, l'utilisation d'une couverture de chasseurs, etc.

Même si l'on espère que le radar ne sera pas utilisé, certaines répétitions d'opérations radar sont nécessaires afin que les opérations puissent être menées à bien en cas d'urgence pour laquelle elles sont nécessaires.

12. Exigences opérationnelles pour la sécurité des avions

A. Le Dr Penney a fait état d'informations très encourageantes qu'il venait de recevoir d'Angleterre à ce sujet. Selon ses précédentes informations, personne ne pouvait garantir la sécurité d'un grand avion à des pressions de souffle supérieures à 1,5 livre par pouce carré. Cependant, au cours de certaines expériences récentes en Angleterre, de gros avions ont survolé des détonations de 2 000 livres de TNT et les pilotes ne se sont pas opposés à ce qu'on descende jusqu'à 900 pieds. Sur cette base, avec une libération totale d'énergie équivalente de 100 000 tonnes ou une énergie de souffle équivalente de 64 000 tonnes, 23 000 pieds seraient une altitude sûre en se basant sur ces expériences si l'on tient compte de la raréfaction de l'atmosphère à haute altitude. Cependant, en raison de la durée plus longue du souffle dans notre cas, l'altitude de sécurité doit probablement être un peu plus élevée.

13. Coordination avec les programmes du 21ème Bomber Command

A. Cette question a été incluse dans l'autre discussion et figure dans les paragraphes précédents du présent résumé.

14. Il a été convenu que la prochaine réunion du comité d'objectifs aurait lieu le 28 mai à 9h00 TU, dans la salle 4E200 du Pentagone Building à Washington. Le Dr Oppenheimer a recommandé, et d'autres ont accepté, que le capitaine Parsons et/ou le Dr Ramsey assistent à cette réunion.

15. Compte tenu du haut niveau de classification du procès-verbal de cette réunion, il a été convenu de ne pas envoyer de copies aux personnes présentes, mais d'en conserver une copie dans le bureau du général Groves, une copie dans le bureau du Dr Oppenheimer et une copie dans le bureau du capitaine Parsons.

Major J. A. Derry

Dr. N. F. Ramsey (8)

Distribution :

Copie 1: Général de division L. R. Groves

Copie 2: Capitaine Parsons

Copies 3 & 4: J. R. Oppenheimer

[Derry, 1945]

(1) L'unité de pression anglaise *psi* (*pound per square inch*, livre par pouce carré) vaut 703 kg/m², c'est-à-dire environ un quinzième d'atmosphère. Une surpression de 5 *psi* vaut donc environ un tiers d'atmosphère ; et contrairement aux apparences, c'est déjà une surpression très destructrice pour les bâtiments ordinaires.

(2) Nous avons partout remplacé *high explosive* (*H.E.*) utilisé dans le mémorandum original par TNT. À strictement parler, la traduction technique de *high explosive* est *explosif brisant* (régime de détonation), par opposition à *explosif soufflant* (régime de déflagration). Le premier type d'explosifs, comme le TNT, sert à détruire ; et le deuxième à « pousser » sans détruire, comme avec la propulsion des obus dans les canons.

(3) Dans le cas du *Fat Man*, des circuits à retardement sont introduits dans l'engin à d'autres fins. Une électronique très sophistiquée pour l'époque dut être développée pour s'assurer que les 32 points de mise à feu des lentilles explosives s'allumeraient dans un intervalle de temps ultrabref. Sinon, la symétrie sphérique n'aurait pu être suffisamment bien conservée durant l'implosion pour obtenir un bon rendement.

(4) Luis Alvarez (1911–1988) fut le premier à observer la K-capture des électrons en 1937, développa plusieurs techniques de mesures à Los Alamos, fut le premier à utiliser la tomographie par muons cosmiques pour découvrir d'hypothétiques cavités secrètes de la pyramide de Khéphren à Gizeh

[Alvarez, 1970], et fit des investigations en rapport avec l'assassinat du président Kennedy. Avec son fils, Alvarez avança l'hypothèse, maintenant confirmée, de la disparition des dinosaures due à la chute d'un astéroïde. Avant de venir renforcer l'équipe des scientifiques de Los Alamos au printemps 1944, il travailla sur les radars. Deux de ses concepts furent déployés en Europe: le MEW (Microwave Early Warning) d'alerte précoce par micro-ondes et le GCA (Ground-Controlled Approach) pour l'aide fournie au sol à l'atterrissage sans visibilité. Son troisième concept fut le radar Eagle (AN/APQ-7) de bombardement sans visibilité. Son antenne pivotante montée sous le fuselage nécessitait des B-29 spécialement modifiés [Brown, 2009, p.424]. L'Eagle ne fut pas prêt à temps pour le théâtre européen, ce qui explique l'emploi du conditionnel dans ce mémorandum daté du 12 mai 1945 ; mais il fut opérationnel pour les bombardements atomiques du mois d'août.

(5) Le Shoran était un dispositif d'aide à la navigation. Sa précision effective était de l'ordre de 10 à 20 mètres à la fin de 1944, avec un potentiel théorique de 2 mètres. Son principe de fonctionnement avait plus à voir avec la technique de la télévision que celle du radar. Très utilisé en géodésie après la Deuxième Guerre mondiale.

(6) Autrement dit, ces cibles n'avaient pas une grande importance militaire; sinon elles auraient déjà été bombardées.

(7) Les concentrations industrielles étant très vulnérables aux bombardements massifs, la dispersion industrielle est une stratégie à considérer pour les pays dépourvus de bons moyens antiaériens..

(8) Norman Foster Ramsey (1915–1993), prix Nobel américain de physique en 1956 pour le développement d'une technique destinée aux horloges atomiques. En 1956, il fut le premier à étudier un échantillon de matière caractérisé par une température inférieure à celle du zéro absolu [Ramsey, 1956]. Une telle température négative est paradoxalement plus "élevée" que n'importe quelle température positive.