

Controversy, Scientific Dishonesty and The Invention of The French H-Bomb

Ara Barsamian
Nuclear Nonproliferation Institute
Morristown, NJ 07960 USA
ara.barsamian@nuclearnonproliferation.org

Looking at the history of the H-bomb over the last 60 years, it seems that its invention was like a magnet attracting controversy and scientific dishonesty.

In the US, we had an acrimonious debate where detractors of Edward Teller came up with all kind of excuses why it would not work, and when it was obvious that the "technically sweet" solution would work, try to dilute his contribution by first denigrating it as "obvious" to any graduate student¹, attributing the main discovery to S. Ulam², then to a "group" invention³, etc.

The Teller-Ulam concepts involved were described in 1995 by Carson Mark of Los Alamos Theoretical Division⁴:

1. Separate stages: spatial separation of fission trigger and fission capsule (so-called "bomb in a box"): Ulam
2. Radiation coupling: electromagnetic radiation in the form of thermal x-rays from the fission trigger transfers energy to the fusion capsule (rather than Ulam's fission capsule) in a common casing: Teller
3. Compression: high density of fusionable material speeds up the reaction for efficient burn: Teller
4. Ignition of compressed fusion fuel capsule by an internal fission sparkplug: Teller

In the UK, John Ward claimed re-discovery of the Teller-Ulam invention in a letter to Lady Thatcher⁵. A search of the archives by the Atomic Weapons Establishment historian Lorna Arnold⁶ incredibly could not find any written evidence of who the discoverer of such a momentous invention was...although various surviving scientists mentioned Keith Roberts as having done most of the key design work...

In the USSR (now Russia), search of the Russian presidential archives by German Goncharov (one of the developers of the RDS-37, USSR's first H-bomb), similarly to UK, could not find any documentation of the author of the Teller-Ulam concept, and to their credit, A. Sakharov or Y. Zeldovich never claimed paternity. According to Goncharov and Lev Feoktistov, both designers of the Soviet RDS-37 H-bomb, the Teller-Ulam just appeared suddenly between March and April 1954⁷.

There is a strong conjecture based on personal communication and lack of any documentary "footprints" in Russia, that a spy in one of the US labs, Los Alamos being a prime suspect based on their track record, probably leaked the information⁸.

I will skip China, because it was a patent case of espionage to steal the design from the USSR and US⁹, and covered in great detail in a 1999 US Congress report. The Chinese 1967 H-bomb test is very similar to RDS-37 in its yield of 3Mt, if you account for the deliberate removal of some of the LiD in RDS-37.

The story gets even more controversial in France, where General De Gaulle was incensed that the Chinese had an H-bomb before France...so the government pressured the scientists at the French AEC (CEA in French) to come up with...something.

After successful tests in 1968, Alain Peyrefitte, minister in charge of atomic affairs, claimed in his 1976 best seller "Le Mal Français"¹⁰, that the success was due mainly to Robert Dautray, a scientist from Saclay working in the civilian nuclear reactors department! A spineless CEA management did not actively correct the minister...until the daily Le Figaro published in 1993 an outrageous Dautray hagiography repeating Peyrefitte's baseless claim.

B. Lemaire, the scientific director of the Division of Military Applications (DAM) of CEA, took the initiative to respond to Figaro's article by writing a 1993 unclassified report¹¹ on the birth of the thermonuclear bomb (La Naissance du Thermonucléaire). He intended to publish it in the (open) monthly "Bulletin de la DAM"; however, Dautray, as CEA High Commissioner, blocked the publication.

The Lemaire report briefly describes the discovery of the key concepts by P. Billaud for the concept of cold compression of LiD before ignition, M. Carayol for the radiation-driven implosion of the LiD capsule in a hohlraum to obtain high compression, and L. Dagens for the elucidation of the LiD fusion cross-sections, and LiD-n-T breeding and burn cycle. Nowhere in the Lemaire report is Robert Dautray, the self-proclaimed "pere"¹² of the French H-bomb, mentioned as having contributed something. The official inaction of the CEA management implicitly credited Dautray with the discovery, which eased his election to the Academy of Sciences and appointment as CEA high commissioner.

Of course, the moral question is what to do when somebody claims others' discoveries as their own, and reaps high honors and positions...

What could be done? In Germany in 2011 the Defense minister T. zu Guttenberg resigned in shame after it was discovered that he plagiarized parts of his doctoral thesis. A lesson for Dautray?

You can draw your own conclusions by reading the attached historical document.

-
1. Niels Bohr as told in Rhodes, R., "Dark Sun", (Simon & Schuster, 1996), pp. 470
 2. Carson Mark as told in Rhodes, R., "Dark Sun", (Simon & Schuster, 1996), pp. 469
 3. Norris Bradbury as told in Rhodes, R., "Dark Sun", (Simon & Schuster, 1996), pp. 469
 4. Kenneth Ford, "Interview with Dr. Carson Mark", American Institute of Physics Oral History, February 24, 1995
 5. Lorna Arnold, "Britain and the H-Bomb", (Palgrave, 2001), pp. 244
 6. Lorna Arnold, "Britain and the H-Bomb", (Palgrave, 2001), pp. xii-xiii
 7. Goncharov, G., "The extraordinarily beautiful physical principle of thermonuclear charge design", Physics-Uspekhi, 48 (11) Nov 2005, pp. 1195
 8. Reed, T. et al, "The Nuclear Express", (Zenith, 2009), pp. 41-42
 9. US Congress, "Cox Committee Report: Report of the Select Committee on U.S. National Security and Military/Commercial Concerns with the People's Republic of China", (May 1999)
 10. Peyrefitte, A., "Le Mal Français", (Plon, 1976), ch. 9
 11. Lemaire, B., "La Naissance du Thermonucléaire", (Report CEL-V/DS-EM No. 228/93, Nov. 1993)
 12. Dautray, R., "Mémoires, du Vel d'Hiv à la bombe H", (Odile Jacob, 2007), back jacket

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

D.A.M.

CENTRE D'ETUDES DE LIMEIL-VALENTON

DS-EM

CEL-V/DS-EM N° 228/93

La naissance du Thermonucléaire

Le Directeur Scientifique

à

Destinataires in fine

Date d'émission : 29 novembre 1993

Nombre de pages : 3
+ 1 PJ de 8 pagesNote de P. D.

Cette note de Lemaire, excellente, ayant le rôle simplifié attribué à Daubigny (qui a été inexistant) a été élaborée comme une note de prise de position officielle au moment de la sortie de mon livre.

Lemaire avait connaissance de mon manuscrit, ce qui explique certaines concordances évidentes.

Il est beaucoup plus détaillé sur le rôle de certains d'entre eux (dont Lemaire-même) sur l'émergence de "la solution", et accorde parfaitement J. Bellat (voir correspondance en janvier-février 1996).

Daubigny n'est apparu que la suite ouverte de ce document, qui ne confirmait pas son intervention supposée dans le document principal.



COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

N° 228/93

Le 29 novembre 1993

2



DIRECTION DES APPLICATIONS MILITAIRES
CENTRE D'ETUDES D'ARMES VALENTIG
2495 VILLENEUVE-SAINT-GEORGES (CEDEX)
TEL. (01) 45 95 08 40

LE DIRECTEUR SCIENTIFIQUE

à Destinataires in fine

Vous savez qu'il avait été envisagé de faire paraître dans le bulletin DAM un article sur "La naissance du Thermonucléaire". Ce projet est finalement sans suite.

Je vous transmets cependant, le texte correspondant, tel qu'il avait été finalement élaboré mais uniquement pour votre information personnelle.

B. LEMAIRE

Comme vous le voyez, Dautray a finalement autorisé
que ce texte ne soit diffusé que sous contrôle
et comme un témoignage.

J'ai été heureux de discuter avec vous de ces
problèmes.

Amicalement

P.J. : 1

DIFFUSION

SIEGE

Monsieur le Directeur des Applications Militaires
DAM/Adjoint (A l'attention de M. de Laborderie)
DAM/Assistant Communication (A l'attention de M. Voyer)
DAM/AAG (A l'attention de M. Vermeersch)
DAM/DQS (A l'attention de M. Gourod)
DAM/DAT (A l'attention de M. Berthoumieu)
DAM/DRF (A l'attention de M. de Gliniasty)

CEL-V

DAM/CEL-V/Direction (A l'attention de MM. Lascaux, de Villers)
DAM/DET (A l'attention de M. Champetier)
DAM/DRF/FEX (A l'attention de M. Plantevin)
DAM/DS/EM (A l'attention de MM. Reisse, Andreucci, Besson, Dagens)

VAUJOURS

DAM/CEV-M/Direction (A l'attention de M. Veyrié)
DAM/D.Fi (A l'attention de M. Coer)

EXTERIEURS

Monsieur Berling
Monsieur Billaud
Monsieur Bonnet
Monsieur Carayol
Monsieur Nelson

LA NAISSANCE DU THERMONUCLEAIRE A LA DAM

Dans l'histoire de la DAM, faite hier comme aujourd'hui de nombreux défis scientifiques et techniques, la découverte et la mise au point des armes thermonucléaires constituent une page scientifiquement passionnante mais vécue dans une ambiance mouvementée. La réussite était capitale, au-delà de la DAM, pour la qualité de notre Défense.

Après la première expérience nucléaire française, le 13 février 1960, le souci du gouvernement de disposer très rapidement d'un armement nucléaire diversifié, avions et missiles, conduit à porter d'abord l'accent sur les armes à fission déjà accessibles. Ainsi les premières directives prescrivant à la DAM de résoudre le problème thermonucléaire apparaissent seulement en 1965, bien qu'elle se soit intéressée à la question sans aucune priorité dès 1962.

La découverte du concept de l'arme thermonucléaire est alors, pour la DAM, une rude tâche car elle est seule et le restera. Les Britanniques avaient profité de leurs relations avec les Américains, les Soviétiques disposaient d'un potentiel scientifique considérable et les chinois ont dû disposer de renseignements, pendant un temps, grâce à l'URSS. La France n'a rien de tout cela et, même sur le plan national, la DAM reste alors un organisme très fermé y compris dans le domaine scientifique pour des raisons évidentes de discrétion imposées par les autorités. Dans l'ambiance de la communauté scientifique de l'époque il n'était pas facile de mobiliser les physiciens sur ce thème.

C'est donc à une équipe restreinte, qu'est revenue la responsabilité de ce difficile problème scientifique.

LE THEATRE DES ETUDES

La recherche thermonucléaire se fait au Centre de Limeil.

Le début de 1962 a vu le regroupement dans ce Centre, non sans quelques difficultés initiales, des physiciens chargés des engins nucléaires de la DAM et des personnels de la "Section Atomique" de la DEFA (Direction des Etudes et Fabrications d'Armement, aujourd'hui Direction des Armements Terrestres de la DGA) qui ont accepté de rester sur place sur ce site de la "Batterie de Limeil" cédé au CEA. La Direction du Centre est confiée à P. BILLAUD. Ce Centre, comme ceux de Vaujours et de Bruyères-le-Chatel, fait partie de la sous direction "Recherches" qui avec les

sous-directions "Essais" et "Fabrications" constituent la DAM dirigée alors par Jacques ROBERT avec Paul BONNET comme adjoint.

A Limeil, le Service de "Physique Générale" chargé des études expérimentales thermonucléaires restera longtemps découplé des soucis des théoriciens chargés des conceptions d'armes nucléaires et ne prendra que tardivement part aux recherches sur ce sujet.

C'est à l'autre Service de Limeil, le Service de "Physique Mathématique", sous la direction de P. BELAYCHE, qu'incombent toutes les études sur les charges nucléaires. Il dispose de trois Sections : "Mathématiques Appliquées", "Fission" et "Fusion".

LES PREMIERS PAS ET LES PREMIERES DIFFICULTES

Jusqu'en 1965, les objectifs principaux du service de "Physique Mathématique", portent sur la conception et la mise au point des charges à fission pure (Section Fission) qui sont encore loin d'être maîtrisées et optimisées et sur les premières études concernant la fission exaltée (Section Fusion). Dans ce dernier cas l'introduction et la combustion d'un milieu fusible en faible quantité assure "l'exaltation" des réactions de fission.

Ces études permettent ou permettront la mise au point successive de l'arme MR 22 du Mirage IV de la tête du SSBS au plateau d'Albion, de la tête du missile Tactique PLUTON, puis ultérieurement de la tête du missile MSBS à fission exaltée pour les premières livraisons à la Marine.

Cette période nécessite, pour l'ensemble de ses travaux, l'acquisition d'un grand nombre de données de base préparées d'abord pour les engins à fission mais qui progressivement concernent le domaine thermonucléaire.

Les ingénieurs modélisent les phénomènes fondamentaux qui interviennent dans la fusion thermonucléaire (en particulier les phénomènes radiatifs) Ils préparent les constantes physiques nécessaires : équations d'état de matériaux, opacités des milieux, sections efficaces des réactions avec les neutrons et entre particules chargées. Enfin ils adaptent les programmes de calcul numérique sur les ordinateurs disponibles : codes unidimensionnels d'hydrodynamique, de transport de neutrons et de transport du rayonnement.

Ce travail essentiel est prêt dès 1963.

Un premier grand pas est franchi.

Il se concrétise, au moins en partie, par le résultat du premier essai (OPALE - février 1964) d'une charge à fission exaltée par un mélange deutérium tritium (DT). L'"allumage" est obtenu, ce qui constitue un succès capital. Cependant les prévisions de combustion ont été faites dans l'hypothèse simple d'un gaz parfaitement pur. En fait, on sait aujourd'hui que cette hypothèse est généralement très optimiste. Les performances qui paraissent aujourd'hui très honorables déçurent à l'époque.

Plus tard cette filière de charge à fission exaltée sera étudiée longuement de façon approfondie. Alliée à des progrès décisifs sur les édifices explosifs, elle fournira un élément essentiel dans la réalisation des têtes thermonucléaires miniaturisées multiples. Mais, en 1965, très rapidement pour répondre aux besoins des Armées, la DAM invente une solution "en force" et lourde de charge à fission exaltée demi-mégatonnique pour les têtes MSBS. Elle sera essayée avec succès le 16 juillet 1968.

Malgré ces prémices encourageants avec la fission exaltée, les chercheurs sont, malheureusement, encore très loin des charges fortement thermonucléaires. Le DT ne convient pas, sa production par dizaines, voire centaines de kilogrammes est inconcevable. Les physiciens savent que le matériau adapté aux armes thermonucléaires est le deutéride de lithium 6 (DLi). Mais ce matériau est plus malaisé à enflammer que le DT. La difficulté principale vient donc de la connaissance et de la maîtrise des conditions d'allumage et de combustion à haut rendement du DLi. On sait aussi qu'un engin à fission (l'allumette dans le langage de l'époque) doit être utilisé pour démarrer le processus. Mais comment ?

Les études sont naturellement orientées vers une recherche d'allumage du DLi en l'associant directement à un engin à fission. Mais le rendement est très médiocre. Néanmoins sur la foi d'informations mal interprétées les physiciens persévèrent dans cette voie. En fait, aucune solution au problème thermonucléaire n'est en vue.

DES PROGRES ESSENTIELS - MAIS SANS SUCCES APPARENTS : LES TENSIONS

En 1965, bien que le programme de la réalisation d'armes thermonucléaires ne soit pas encore officiel, des critiques se font jour devant l'absence de résultats positifs. Des tensions commencent à naître. On s'interroge sur les méthodes d'études utilisant trop les codes numériques mais pas assez de modélisation physique simple. On regrette les insuffisances de l'esprit d'équipe et du sens de l'animation.

Fin 1965, Luc DAGENS est désigné pour prendre en main la Section "Fusion".

Les méthodes de travail changent profondément.

Avec les moyens préparés au cours de la phase précédente, il entreprend alors une étude très approfondie de la physique de l'explosion thermonucléaire. Il développe la notion de cycle du DLi et détermine de façon précise les conditions requises pour faire fonctionner un étage thermonucléaire.

Un deuxième grand pas est franchi.

Mais les physiciens ne savent toujours pas comment mettre le DLi en condition. P. BELAYCHE arpente les couloirs pour discuter avec ses chercheurs dans leur bureau vitré ou même ouvert, mais retranchés derrière des murailles de "listings" d'où s'ils s'ingénient à extraire de précieuses informations. Pierre BILLAUD anime des discussions de recherches d'idées nouvelles visant une amélioration du rendement du milieu thermonucléaire dans des géométries simples. Toutefois les travaux principaux de 1966 portent, comme il se doit, sur la question essentielle de la mise en condition du DLi.

Pierre BILLAUD et Luc DAGENS réalisent les principales synthèses sur ce sujet. Ils montrent que les phénomènes peuvent être très différents suivant le niveau de température et le mode de mise en condition. Plusieurs voies sont dégagées :

- . l'une, proposée par Pierre BILLAUD, ouvre des portes nouvelles, mais reste encore au niveau du principe sans application concrète,
- . une autre, venant de Luc DAGENS, assez complexe doit permettre une véritable expérience thermonucléaire qui sera testée en 1967 même si son adaptation à des armes véritables ne semble pas évidente.

Un troisième grand pas est ainsi franchi, sans que nous soyons, pour autant, sortis du tunnel.

La campagne 1966 comporte deux expériences (RIGEL et SIRIUS) qui visent à étudier les problèmes thermonucléaires même si les engins tirés n'ont pas l'étiquette officielle d'engins thermonucléaires. Ils ont été définis fin 1965, donc sans idée nouvelle satisfaisante. Les codes prévoient un rendement médiocre pour les matériaux thermonucléaires mais il est nécessaire de contrôler leur validité et l'on peut espérer un effet positif de phénomènes non pris en compte. Les résultats sont conformes aux prévisions. Ils montrent aux responsables extérieurs que la DAM n'est pas encore capable de concevoir de véritables charges thermonucléaires.

A cette même époque ou un peu avant (janvier 1966) le Général de GAULLE visite le Centre de Limeil. L'intérêt porté à nos problèmes par le Président est ressenti comme un grand honneur par les ingénieurs de base, mais oblige aussi les responsables à avouer qu'ils n'ont pas encore de solution en vue.

Les tensions sur les équipes et les responsables s'accroissent alors :

Il fallait "faire quelque chose"

Une équipe concurrente est créée : le GET (Groupe d'Etudes Thermonucléaires), sous la direction de Pierre NELSON avec des physiciens provenant essentiellement du Service "Physique Générale". Ils reprennent et approfondissent la physique des phénomènes fondamentaux, puis assez rapidement s'intègrent aux équipes anciennes.

Pierre BILLAUD quitte la Direction du Centre de Limeil pour rejoindre l'Etat-major de la DAM où après une période consacrée à d'autres problèmes il reprend ses travaux sur le problème thermonucléaire. Il est remplacé à Limeil par Jean BERGER Chef du Service Théorie à Vaujours.

La "Physique Mathématique" éclate en trois services dirigés par les anciens responsables des sections, mais avec une répartition des tâches un peu différente : "Mathématiques Appliquées" avec Jean GUILLAUD, "Evaluation des Engins" avec Bernard LEMAIRE et "Etudes Avancées" avec Luc DAGENS.

LA SOLUTION

L'engin expérimental proposé par Luc DAGENS pour la campagne 1967 (ANTARES - juin 1967), ne donnera pas satisfaction. Certains effets qui paraissaient secondaires ont été évalués avec des codes et des modélisations insuffisantes. Ils ont en réalité fortement perturbé le système.

Cependant les études et les évaluations réalisées pour préparer ce tir ont orienté les réflexions vers les architectures finales à deux étages. De plus, cette étude apporte l'idée fondamentale qui manque encore. Des ingénieurs du Service "Mathématiques Appliquées", et particulièrement J.CROZIER, constatent dans les résultats des calculs numériques des effets inattendus. Ils en font part notamment à L. DAGENS, M. CARAYOL, B. LEMAIRE. L'explication physique est aussitôt trouvée. Elle met en évidence le rôle du rayonnement comme vecteur de l'énergie.

Cette constatation est aussitôt exploitée par Michel CARAYOL et Gilbert BESSON. CARAYOL a l'idée de concevoir ainsi une architecture de charge thermonucléaire bien adaptée à la mise en condition du DLI dans le cadre des idées proposées sur ce point par P. BILLAUD.

Ainsi, en avril-mai 1967, les théoriciens sont enfin convaincus d'avoir trouvé l'idée fondamentale de la découverte des armes thermonucléaires, mais ils savent qu'ils n'ont pas encore exploré tous les problèmes secondaires posés. Malgré l'importance de ce travail, l'idée n'est donc exposée à l'extérieur de Limeil que de façon très discrète comme l'est la personnalité de l'auteur principal Michel CARAYOL.

Toutefois en 1967 les pressions extérieures sur la DAM subsistent. Jean VIARD quitte la direction des Essais pour prendre en main vigoureusement la sous-direction "Recherches". Robert DAUTRAY qui vient du CEA "civil" en devient le Directeur Scientifique. Pas encore conscients de l'importance de l'idée nouvelle, ils organisent, les 4 et 5 septembre 1967 à Valduc, un point général sur les études thermonucléaires. L'Administrateur général M. HIRSCH y assiste. Le climat est tendu. Peu de temps est consacré à la présentation de l'idée nouvelle. Un engin expérimental de ce type est cependant prévu pour la campagne 1968, sans emporter la conviction générale.

Mais peu après, à la fin de septembre, la direction qui a pu contrôler la valeur de l'idée nouvelle, décide alors de consacrer tous les efforts à cette voie. Deux essais thermonucléaires sont préparés dans ce sens pour la campagne 1968 : CANOPUS avec comme Chef de Projet Jacques

BELLOT Chef du "Service des Engins Nucléaires" qui a été créé précédemment à Limeil et PROCYON avec Pierre BILLAUD. Robert DAUTRAY est chargé de la synthèse scientifique.

Après la découverte du concept, beaucoup reste à faire. De nombreux points physiques difficiles sont à traiter et des codes à perfectionner pour définir les engins et établir leurs prévisions de fonctionnement. Le Centre de VAUJOURS apporte son concours et réalise les essais de détonique. Les technologues à Bruyères-le-Chatel font des prodiges avec des matériaux nouveaux et des architectures inédites dont les cotes sont arrachées à la dernière minute des mains de chercheurs encore pensifs. Les ingénieurs des essais aussi imaginent et adaptent leurs mesures.

Ainsi le travail à la DAM devient très intense et même fébrile pour tenir le délai. Mais les esprits sont galvanisés et croient au succès. Il arrive en effet : CANOPUS, le 24 août 1968, avec 2,7 mégatonnes remplit exactement son contrat. Il se fait un peu attendre toutefois, comme toutes les grandes vedettes. En effet, sur le croiseur de GRASSE, dans les hautes sphères se dessine d'abord un moment d'inquiétude, vite balayé par l'onde de choc : les nuages ont caché le développement de la boule de feu. Le tir réalisé sur l'atoll de FANGATAUFA sous un ballon placé à 600 mètres d'altitude dans d'excellentes conditions atmosphériques n'a pas produit de contamination significative au sol.

L'essai marqué par CANOPUS est transformé le 8 septembre par PROCYON, plus petit et moins lourd, qui obtient un succès remarquable avec 1,2 mégatonne. Ce second tir thermonucléaire confirme notre maîtrise du phénomène et la validité de la conception retenue.

EPILOGUE

La complète réussite de la campagne d'essais thermonucléaires de 1968 valide totalement les conceptions retenues pour nos charges thermonucléaires.

Le DAM, J. ROBERT, l'esprit libéré peut déclarer : "le rendez-vous de 1968 avec la capacité thermonucléaire a été réussi. C'est un plein succès, couronnement d'années d'efforts soutenues avec persévérance, que la DAM enregistre grâce à la haute valeur de ses scientifiques, de ses ingénieurs et de ses techniciens et à l'allant de tous ceux qui de près ou de loin, ont participé à l'entreprise et ne se sont pas laissés dominer par les difficultés rencontrées".

Chez les physiciens c'est aussi d'abord une grande libération des esprits. Les tensions s'apaisent mais aussi l'excitation et la passion de la recherche. Le premier moratoire de 1969 conduit même à une certaine morosité ; certains des principaux acteurs préfèrent quitter la DAM.

Il reste cependant à exploiter les larges perspectives qui sont maintenant ouvertes pour les charges d'une gamme d'armes très variées : légères, peu encombrantes, d'énergies très diverses, moins onéreuses (le combustible fusible coûte beaucoup moins cher que les matériaux fissiles) très sûres, qui peuvent être durcies et ultérieurement furtives.

La première tête thermonucléaire fut livrée aux armées en janvier 1976.



B. LEMAIRE