

法国核武器简史

尽管二战前法国在核物理研究上曾处于世界领先地位,其核武器开发计划却落后于美苏英等国。1945年10月18日,法国建立了原子能委员会(CEA)。1948年12月15日,第一座重水反应堆ZOE达到临界。1949年,CEA开始建造后处理试验设施,并于同年11月20日从ZOE的燃料棒中提取出1毫克钚。随后又建造了基于Purex流程的后处理设施,并于1954年提取出1克钚。第一座工业规模的钚生产堆G-1于1956年达到临界,年生产能力为12 kg钚。两座更大的钚生产堆于1959年达到临界。

1954年5月,法国在奠边府战役中失败。印支半岛的军事失败刺激了法国政府对核武器的兴趣。同年12月26日,法国政府正式批准研制核武器。美国在1956年苏伊士运河危机中的态度使法国进一步认识到美国不可能为了法国的国家利益而做出牺牲,因此不能相信美国的核保护承诺。1956年11月30日,法国国防部和CEA开始准备核试验。1958年4月,法兰西第四共和国最后一任首相Felix Gaillard正式下令开始制造第一个核试验装置。



法国首次核试验的蘑菇云

1960 年 2 月 13 日，法国在阿尔及利亚撒哈拉沙漠中的 Reggane 核试验场成功进行了首次核试验，爆炸当量 6-7 万吨，试验代号“蓝色跳鼠”（Gerboise Bleue）。跳鼠是一种沙漠啮齿动物，而蓝色是法国国旗的第一个颜色，法国第二次和第三次炸弹分别被命名为“白色跳鼠”和“红色跳鼠”。为了确保核试验成功，法国人使用了过量的钚，因此法国的首次核试验是核国家首次核试验中当量最大的。由于大气层核试验的严重核污染问题，在进行 4 次核试验后，法国于 1961 年 11 月在阿尔及利亚 Hoggar 核试验场开始进行地下核试验，到 1966 年 2 月关闭前共进行了 13 次地下核试验。



法国在阿尔及利亚进行核试验至今仍造成严重核污染

1962 年 7 月阿尔及利亚宣布独立，法国开始在南太平洋的法属波利尼西亚的土阿莫土群岛建造新的核试验基地，包括 Mururoa 岛试验场和 Fangataufa 岛试验场，1966 年正式启用。从 1966 年到 1975 年，法国在太平洋核试验场进行了 46 次大气层核试验。之后，法国将其核试验全部转入地下，到 1996 年宣布暂停核试验前共进行了 147 次地下核试验。



法国南太平洋核试验场

法国早期的核武器追求大当量、可靠但保守的设计，这是由于军方希望尽快拿到具有实战性能的武器，对氢弹等更高级的核武器反而兴趣不大。

AN-11 是法国的第一种实战核武器，是由幻影 4A 型轰炸机携带的核航弹，用钚 239 作装料，重约 1500 kg，爆炸当量 6 万吨。同美国的第一批核武器一样，AN-11 是纯裂变核武器，1962 年 5 月首次试验，1963 年开始制造，1964 年 10 月服役。1966 年 7 月 19 日，一架幻影 4A 轰炸机携带 AN-11 进行了空投核试验。1967 年 AN-11 开始被其改进型号 AN-22 替换，当量不变，重量减轻到 750 kg，并提高了安全性能。AN-22 共制造了约 40 枚（配给 36 架幻影 4A），一直服役到 1988 年 7 月。



幻影 4A 轰炸机及其携带的 AN-22 核炸弹

法国第一种导弹核弹头是 S2 中程地地弹道导弹使用的 MR-31 弹头，1966 年 11 月进行首次热 试验。S2 导弹于 1965 年 10 月首次试射，1971 年 8 月-1980 年服役，共部署了 18 枚。MR-31 也用钚 239 作装料，重约 700 kg，威力约为 12 万吨。这对于纯裂变武器来说，已达到了威力的极限，而且使用的钚 239 数量有限、费用昂贵。



S2 中程地地弹道及其携带的 MR-31 弹头

为了提高武器的威力，法原子能委员会于 1964-1965 年开始研制威力更大的裂变武器，这就是用 铀 235 作核装料，添加氘助爆物的裂变武器。1965 年，法国第一座大型气体扩散厂开始产出浓缩铀，1967 年 4 月产出第一批高浓缩铀。1968 年 7 月 到 8 月，法国进行了 3 次助爆裂变武器试验。1971 年 6 月，用在 M1 和 M2 型潜地弹道导弹上的 MR-41 弹头完成了最后一次热试验，1972 年 1 月开始服役。MR-41 弹头重约 700 kg，威力约为 50 万吨，共制造了约 35 枚。助爆裂变武器的威力明显地高于纯裂变武器，但由于使用了氘助爆物，需要进行比较繁重和复杂的保养。



法国第一种潜地弹道导弹 M1

法国从 1965 年开始研制“通用战术核武器”MR-50，1966 年 7 月试验成功，并在此基础上研制了用于 Pluton 短程导弹的 AN-51 核弹头和战术核武器 AN-52 核炸弹。AN-51 是纯裂变武器，重约 500 kg，当量 10-25 kt，可在距地面 300 ~ 400 米低空爆炸，也可地面爆炸。AN-51 于 1971 年 6 月进行了首次热试验，1974 年 5 月-1993 年服役，共制造了约 70 枚。AN-52 用于幻影 3E、美洲虎 A 战斗机和超军旗攻击机，重 455 kg，当量 6-25 kt。1972 年 8 月进行了空投核试验，1972-1991 年间服役，共制造了 80-100 枚。



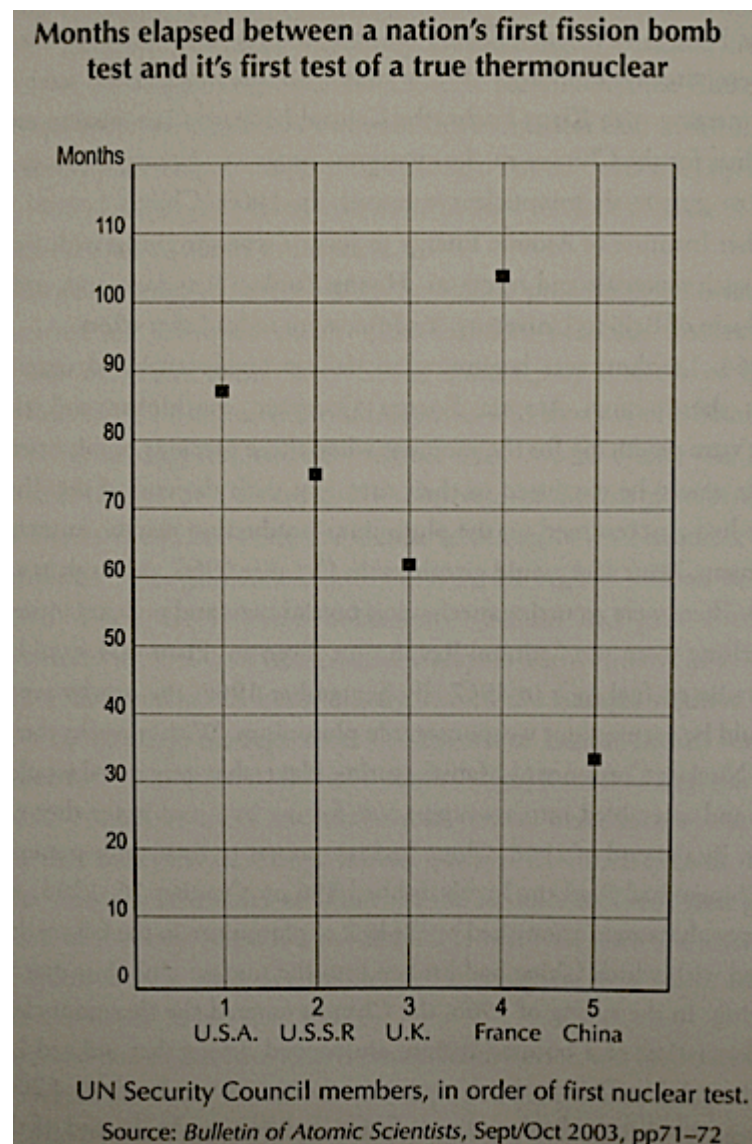
Pluton 短程导弹



幻影 3E 战斗机及其携带的 AN-52 核炸弹

众所周知，法国的氢弹在五个核大国中是最晚试验成功的。戴高乐一直没有对氢弹的研究给予比较高的 优先级。直到 1964 年中国爆炸了第一颗原子弹，法国才意识到不能让中国抢在前面进入氢弹俱乐部。然而，法国人显然低估了中国进步的速度，仍然忙于裂变武器的研制。中国于 1965 年底在理论上突破了两级热核武器的技术关键，1966 年底通过热试验验证了理论方案的正确。而此时法国仍然在错误的技术路线上摸索着氢弹的诀窍。直到 1967 年 4 月，法国核武器设计专家 Michel Carayol 想出了初级 X 射线能量输送用于次级热核装料压缩这一关键概念，但当时 CEA 的高层无法确认这是否是正确的设计思路。1967 年 6 月中国公开 宣布氢弹爆炸成功，戴高乐受到很大的刺激，下令加速研究。恰好在这个时候，英国人来帮忙了。同年 9 月 19 日，法国驻英国大使馆武官回到巴黎传递他从英国核武器研究机构（AWRE）的副所长 William Cook 处得到的信息，确认了 Carayol 的方案才是正确的途径。两天后，法国人决定次年夏天进行一个几百万吨当量的热核装置试验。英国人主动帮助法国 的动机不是很清楚。一种说法是换取法国对英国加入欧共体的支持，不过 1967 年 11 月法国还是否决了英国的申请。另一种说法是英国希望增强法国的核力量，以

提高西方对抗苏联的资本（此时的美国仍拒绝与法国分享核秘密）。



1968 年 8 月 24 日，法国在太平洋 Fangataufa 岛成功地进行了第一次热核武器试验，初级装料是浓缩铀，次级装料是 Li6D ，重约 3 吨，当量 2.6 Mt。这也是法国进行过的当量最大的一次核试验。



法国 1970 年 7 月 3 日进行的 TN-60 氢弹试验，代号 Licorne，当量 914 kt

法国从 1968 年开始经过 21 次核试验，到 70 年代中期完成了氢弹的武器化。1976 年 1 月 24 日交付了第一枚实战型百万吨当量热核弹头 TN60。1977 年，使用 TN60 弹头的 M20 中程潜地弹道导弹开始服役。从 1977 年开始，CEA 又把 TN60 弹头改进为重量更轻的 TN61 型弹头，仍用于 M20 导弹，直到 1991 年 2 月全部退役。



M20 潜地导弹

TN-61 弹头还用于法国的第二代陆基中程弹道导弹 S3。S3 导弹于 1972 年开始研制,1980 年 6 月第一批 9 枚 S3 导弹开始服役,第二批 9 枚于 1983 年 1 月服役。1984 年 9 月,18 枚 S3 导弹升级为抗核电磁脉冲的 S3D。1996 年 9 月,S-3 导弹开始退役。CEA 总共为法国海军和陆军生产了大约 90 枚 TN-61 弹头。

TN61 外形非常接近美国 60 年代初服役的民兵 1 导弹所使用的 Mk5/W59。TN61 弹头重约 700kg (其中核装置约 275-375 kg),当量 1.2 Mt。作为对比,W-59 核装置重 250kg,当量 1 Mt,长 121.4 cm,底部直径 41.4 cm。



S3 导弹整流罩中的 TN-61 弹头

1969 年 2 月，戴高乐和新当选的美国总统尼克松讨论了美法核合作的可能。尼克松一改此前美国政府的態度，決定幫助法國建立更穩定、生存力更強和效費比更高的核力量，目的是增加蘇聯在與西方對抗時算計的不確定性。1969 年夏開始，美國開始向法國提供其收集到的法國在 1967 年 1968 年在太平洋進行的大氣核試驗數據。作為交換，法國向美國提供其核武器設計的信息。

1972 年 5 月，美蘇簽署《關於限制 進攻性戰略武器的某些措施的臨時協定》(SALT)和《限制反彈道導彈系統條約》(ABMT)。此時，蘇聯已經建立起一個有限的反導系統 A-35 用於保護 首都莫斯科。為了提高突防能力，法國於 1972 年底決定研制分導式多彈頭的 M4 潛地彈道導彈。1973 年 9 月，法國國防部長 Robert Galley 訪問了美國，美方同意向法國提供 "negative guidance"，即法國將自己的核武器設計方案交給美方諮詢，美方告訴法方哪里可能存在问题，但並不告訴法國如何改進和設計核武器。這樣美國可以知道 法國的核武

器设计水平，而法国则少走了弯路。美国向法国提供小型化核武器研制的帮助，是想借此大大提升法国的海基核威慑能力，增加与苏联冷战对抗的砝码。

除了核武器设计技术上的帮助，美国还帮法国解决了小型化弹头的稳定再入问题。法国为了突防苏联装备核战斗部的反导防御系统，特别重视核武器的抗核加固研究。法国在美国内华达州的地下核试验中进行了抗核加固效应试验。



M4 导弹潜射飞行试验

用于 M4A 导弹的 TN70 弹头于 1974 年开始试验，1983 年 7 月 CEA 向法国海军交付首个弹头，1985 年 4 月开始部署。TN70 重约 200 kg，当量 15 万吨。用于 M4B 导弹的改进型 TN71 弹头重量减小到 175 kg，于 1984 年首次热试验成功，次年开始生产，1987 年 12 月开始部署，共生产了 288 枚。TN71 的小型化水平接近美国 70 年代初服役的民兵 3

上的 Mk12/W62 (~160 kg/170 kt)。

为了应对超级大国防御性战略武器的发展，进一步提高战略导弹的突防能力，1988 年法国决定研制 M45 导弹，1991 年 12 月 10 日进行了首次飞行试验。用于 M45 导弹的 TN75 弹头于 1990 年首次热试验成功，1992 年开始生产，重约 150kg，当量 11 万吨。M45 导弹于 1996 年 3 月进行了首次作战巡逻。计划 2015 年用于替换 M51 导弹上 TN75 的 TNO 弹头估计重约 100 kg，若当量保持为 100 kt 左右，则小型化水平与 Mk4/W76 相当 (92 kg/100 kt)。

MIRV 技术和小型化核弹头技术的突破使 法国的海基核力量有了实质性的提升，并成为三位一体核力量的主体。

空基核力量方面，法国用超音速空地导弹 ASMP 替代了 AN-22 和 AN-52 核炸弹。20 世纪 70 年代冷战进入高潮，前苏联的前沿防空和舰队防空能力得到实质性的加强，而此时法国赖以压制苏联大规模机械化师和海上舰队的 空基核武器的主要平台仍是中低空突防的

“幻影”和“超军旗”系列战机，空基核武器也是需要临空轰炸的核航弹，这对载机飞行员及核武器突防本身都带来了很大的危险性。为此，法国军方于 1974 年开始进行实现防区外打击的战略核巡航导弹的可行性论证。1978 年，“中距空地导弹”(ASMP)开始研制。

ASMP 弹体全长 5.40 米，弹径为 350 毫米，翼展 960 毫米，发射质量为 840 千克，发射时载机速度为马赫数 0.6~0.95 之间，高空发射时射程约为 400 千米，低空发射时射程约为 80 千米，对海上目标发起攻击时射程约为 60 千米，导弹高空与低空的巡航飞行速度均为马赫数 1.5，最大飞行速度为马赫数 3。

ASMP 导弹使用的 TN-80 弹头重约 200 kg，当量 30 万吨。1974 年 7 月 17 日，进行了初级的核装置试验，1986 年 5 月开始服役。当量不变但更轻的 TN-81 弹头于 1984 年开始试验，1987 年开始制造，1988 年 7 月开始服役，到 1991 年底全部替换了 TN-80。TN-81

共生产了 62 枚，其中 42 枚装备在幻影 2000N 战斗 机挂载的 ASMP 导弹上，另 20 枚装备在超级军旗轰炸机挂载的 ASMP 导弹上。TN-80/81 小型化水平与美国 70 年代末部署的 W78 接近（180 kg/335 kt）。

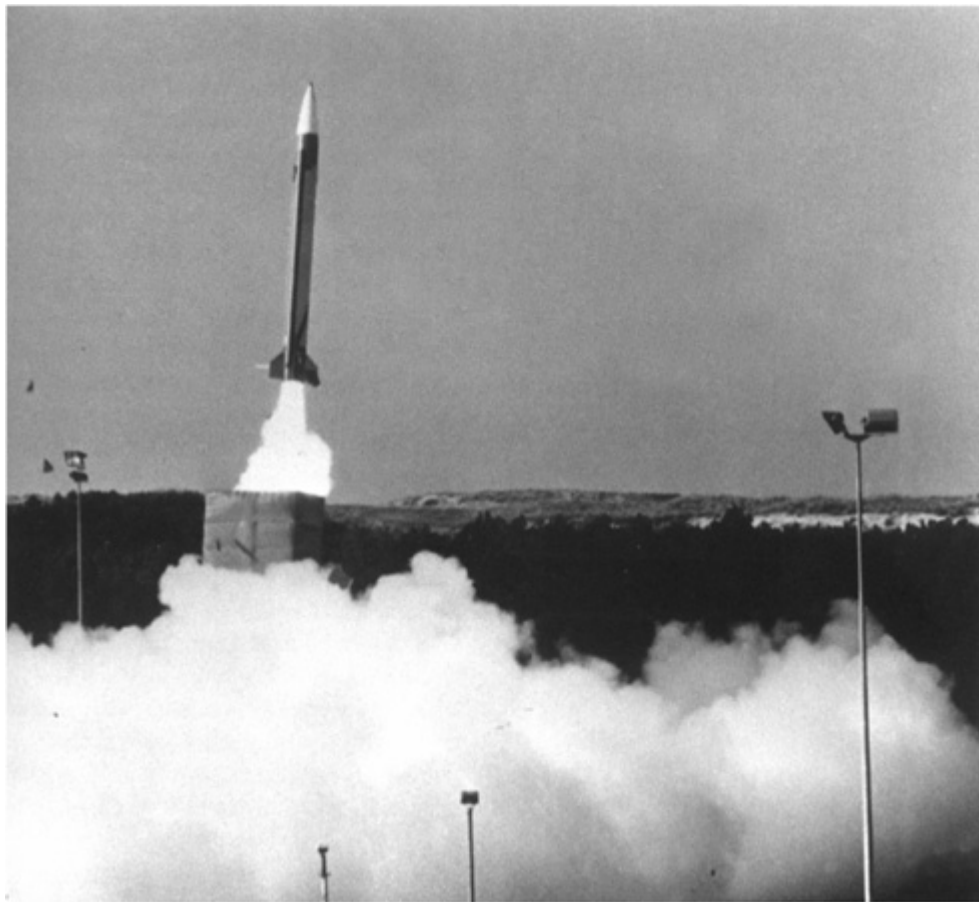


携带 ASMP 导弹的舰载型阵风 M 战斗机

ASMP 服役后不久，法国军方再次以苏联防空能力增强为由提出了研制射程更远、速度更高的空射巡航导 弹 ASLP（远距空地导弹）。1987 年和 1988 年，英国和美国先后加入法国的研制计划。但随着 1991 年前苏联的解体和冷战的结束，法、英、美三国的 战略环境和军事需求均发生较大变化，1993 年 ASLP 项目终止。2000 年 4 月，法国开始研制改进型 ASMP-A 导弹，射程达到 600 km。2009 年 10 月 1 日，法国空军宣布 ASMP-A 已具备作战能力，计划于 2011 年开始部署在幻影-2000N 和舰载型阵风 M 战斗机上。ASMP-A 导弹目前使用的还是 TN-81 弹头，计划未来将改用性能更好的 TNA 弹头，但具体性能尚未公开，据说是采用计算机模拟技术设计的。

战术核武器方面，1976 年 12 月法即已决定研制中子弹。1980 年 6 月 21 日，法国在南太平洋的核试验基地进行了一次中子弹试验。法国总统德斯坦于 1980 年 6 月 26 日宣布，中

子弹第一阶段试验完成，是否投产将于 1982-1983 年决定。1981 年 8 月 3 日、11 月 11 日、12 月 5 日、12 月 8 日和 1982 年 3 月 20 日，法国又进行了一系列中子弹试验。1982 年 5 月 14 日密特朗总统在汉堡宣布：法能制造中子弹，但尚未作出制造的决定。1983 年 6 月，法国国防部长在接受采访时承认法国已经进行了中子弹试验，并说这种试验并不意味着密特朗总统已经决定制造中子弹，但是如果一旦作出决定，法国是能够立刻投入生产的。此后法国一直未作出生产和部署中子弹的决定。



Hades 导弹

用于替代 Pluton 导弹的 Hades 短程导弹于 1984 年 7 月开始研制，1988 年首飞，射程 480 km。Hades 导弹最初曾考虑装备中子弹头，但后来决定使用 TN-90 热核弹头。TN-90 是一种当量可调的小型化热核弹头，最大当量 8 万吨，1983 年开始研制，1990 年开始生产，1992 年交付使用。然而随着苏联解体和冷战结束后国际形势的变化，Hades 导弹只生产了

30 枚（原计划 180 枚），从未真正服役就于 1996 年退役了，并于 1997 年 6 月全部销毁。

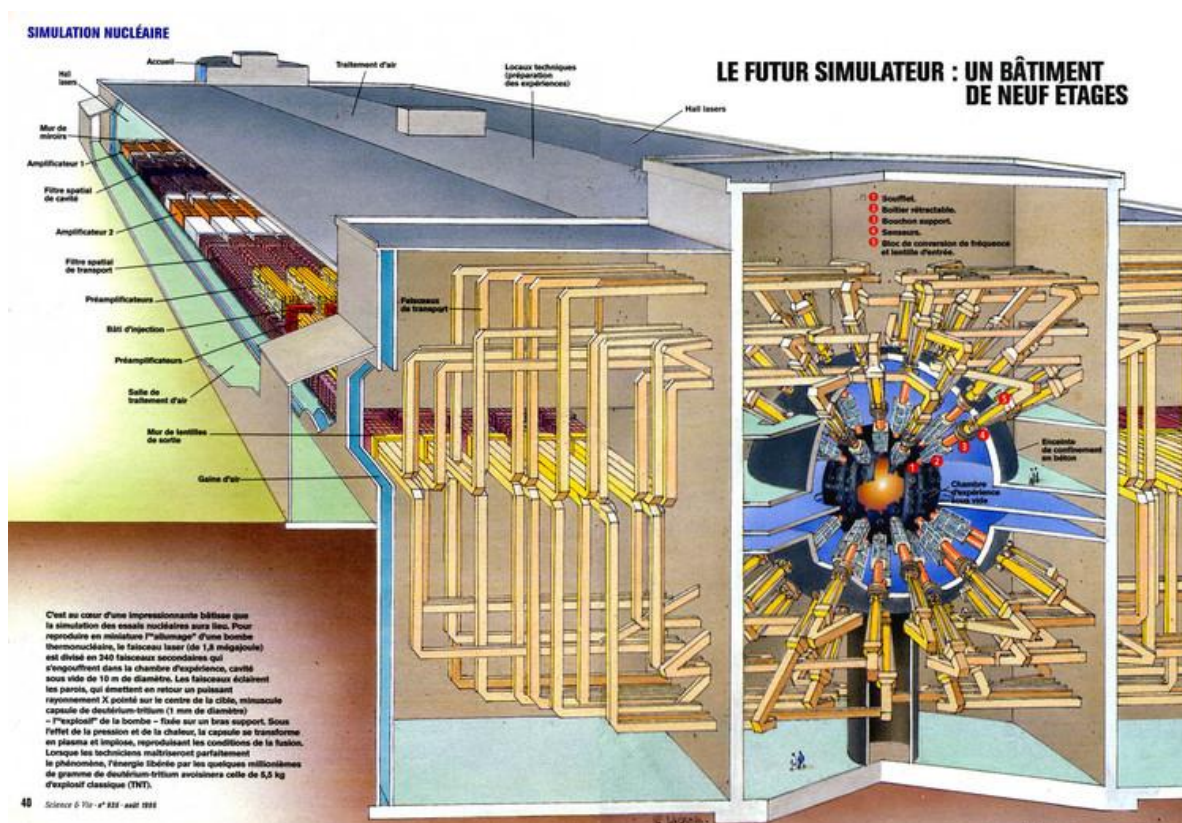
从 70 年代中期开始，法国的热核武器小型化水平在得到美国的帮助后进步很快，目前比威力基本达到了美国 70 年代末的水平。法国核武器的小型化水平还可以从热核武器的初级尺寸来考察。ASMP 和 Hades 弹径分别为 0.35 m 和 0.53 m，这应该是 TN-80/81 和 TN-90 的初级直径上限。而直径 1.93 m 的 M4 导弹可携带 6 枚 TN-70/71 弹头，说明其 RV 底部直径不大于约 0.6 m。法国还曾宣布 M5 导弹最多可携带 12 枚 TNO 弹头，说明其 RV 底部直径不大于约 0.5 m。这与美国现役弹头的 RV 尺寸相近（Mk4 底部直径约 0.45 m，Mk5、Mk21 底部直径约 0.55 m）。可以推测，法国的热核武器初级直径可以做到约 0.3 m 的水平，与美国最先进的 W88 弹头初级直径约 0.23 m 的水平还有一定差距。

出于对核禁试后核武器长期可靠性和继续发展新型核武器的考虑，法国于 1995 年 9 月到 1996 年 1 月进行了 6 次地下核试验。这些核试验有三个主要目的：1，鉴定 TN-75 弹头的性能，确保该弹头的长期可靠性。2，库存核武器的安全性试验。3，更好的理解气体助爆初级的物理过程，为计算机模拟核试验标定程序参数。在完成这些核试验后，法国于 1996 年 9 月 24 日签署了《全面禁止核试验条约》，并于 1998 年 4 月 6 日批准了该条约。

核禁试并不意味着核武器研制的终结，而意味着核大国在更高层次上竞争的继续。1996 年 6 月，法美签署了一项加强两国核合作协议。美方同意与法国共享计算机模拟核试验所获得的数据，并帮助法国建造兆焦耳激光装置（LMJ）。LMJ 是一个类似于美国国家点火装置（NIF）的惯性约束聚变装置，由 240 路高能激光压缩并加热热核装料靶球，进行聚变核试验。目前，LMJ 装置已接近完工，将用于法国未来的核武器研制。



建设中的 LMJ 装置



LMJ 装置示意图

需要指出的是，法国是目前五个核大国中唯一仍在开发新型核弹头（TNO、TNA）的国家，

这遭到了法国国内外反核人士的强烈抗议。