

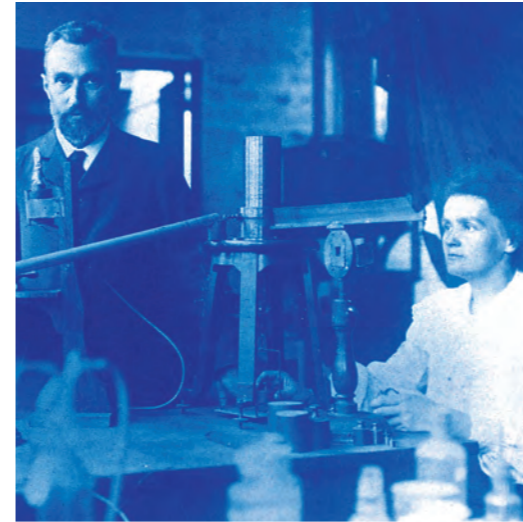


Direction des applications militaires  
[www-dam.cea.fr](http://www-dam.cea.fr)

ISBN : 978-2-9574210-0-8



La Direction des Applications Militaires (CEA/DAM) au cœur de la dissuasion nucléaire française



## La Direction des Applications Militaires (CEA/DAM) au cœur de la dissuasion nucléaire française

De l'ère des pionniers  
au programme Simulation





La Direction des  
Applications Militaires (CEA/DAM)  
au cœur de la dissuasion  
nucléaire française

---

De l'ère des pionniers  
au programme Simulation



# SOMMAIRE



## **CHAPITRE 1** **5** **DE BECQUEREL À GERBOISE BLEUE (1896 - 1960)**

---

Les premières découvertes scientifiques	12
Les atomiciens français dans la résistance à l'occupation nazie	14
La création du CEA	18
La planification industrielle de l'effort nucléaire français	21
Vers le premier essai nucléaire français	38



## **CHAPITRE 2** **49** **DE LA BOMBE ATOMIQUE À L'ARME THERMONUCLÉAIRE** **(1960 - 1968)**

---

Nucléaire de défense et programmation	54
L'émergence de la stratégie nucléaire française	58
La montée en puissance de la DAM	62
L'accès à la bombe H et le rôle clé des essais	66



## **CHAPITRE 3** **71** **LA CONSOLIDATION DU NUCLÉAIRE DE DÉFENSE** **FRANÇAIS (1969 - 1981)**

---

Le développement de la triade stratégique	76
Le développement de l'arme nucléaire tactique	80
La stratégie des essais	84



## **CHAPITRE 4** **89** **ENTRE RUPTURES ET CONTINUITÉ (1981 - 1996)**

---

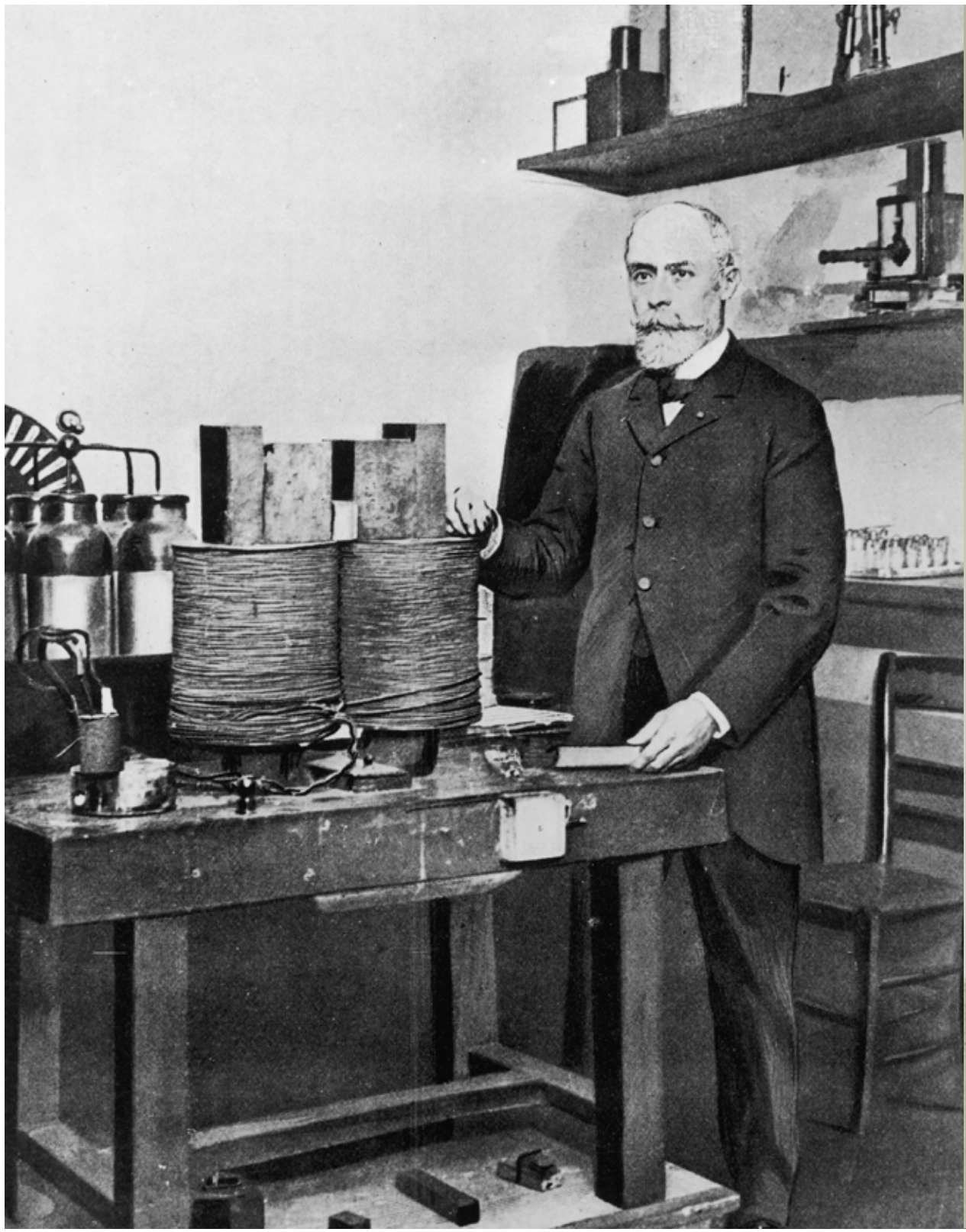
Modernisation des forces et fin de la guerre froide	94
La politique française de désarmement	98
Du moratoire à l'arrêt définitif des essais	104




## **CHAPITRE 5** **107** **LA SIMULATION, OUTIL ULTIME DE GARANTIE DES ARMES** **NUCLÉAIRES FRANÇAISES (DEPUIS 1996)**

---

Le développement du programme Simulation	118
La politique d'ouverture du CEA/DAM	126
La DAM, acteur incontournable de l'appareil de défense français	130





**DE BECQUEREL À  
GERBOISE BLEUE  
1896 - 1960**

---

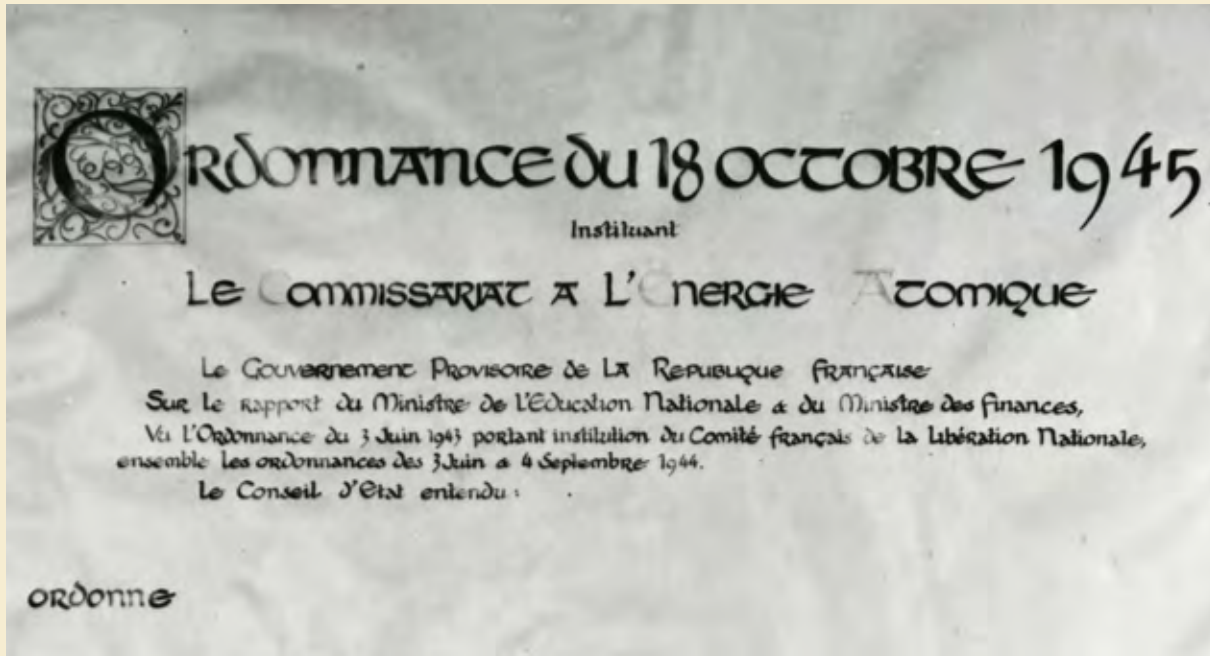
Cette première partie est centrée sur les débuts de l'énergie nucléaire en France. Elle montre à quel point les équipes scientifiques françaises ont été, dès l'origine, en pointe sur le plan international. Leurs découvertes se sont succédées à un rythme très rapide sur une période de moins de cinquante ans. Ce sont en effet des Français qui ont mis en lumière le phénomène de la radioactivité naturelle au tournant du XIX<sup>ème</sup> et du XX<sup>ème</sup> siècle, puis découvert la radioactivité artificielle au milieu des années 1930, avant de déposer des brevets secrets juste avant la Deuxième Guerre mondiale. L'un de ces brevets prévoyait déjà la possibilité de réaliser une arme atomique.

Si le conflit mondial a ralenti quelque peu les travaux précurseurs français, il ne les a pas complètement stoppés. En effet, une petite équipe d'atômiciens de

la France Libre a poursuivi cette activité dans le plus grand secret, d'abord en Grande-Bretagne, puis en Amérique du Nord. L'esprit de la Résistance s'est aussi exprimé de la sorte. Au sortir de la guerre, la France a été le premier pays au monde à créer un organisme civil chargé de mener des recherches dans le domaine des applications civiles et militaires de l'énergie atomique. Le Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA) fut créé dès octobre 1945.

Très vite, le développement des premiers travaux s'insère dans l'œuvre de reconstruction nationale, en prenant appui sur un outil particulièrement structurant : la planification. C'est ainsi que dès 1952 un premier plan quinquennal de l'énergie nucléaire va fixer le cap et permettre d'engager un effort scientifique et industriel ouvrant à la France la voie du nucléaire.





Deux ans plus tard, une nouvelle évolution majeure a lieu, avec la décision politique d'engager un programme nucléaire de défense propre à la France. Ce processus décisionnel coïncide avec l'état d'avancement des travaux scientifiques et industriels français, mais illustre surtout une volonté politique de doter la France d'un arsenal atomique (armes et sous-marins à propulsion nucléaire), en partant du principe que la France ne saurait renoncer de manière unilatérale à un armement dont sont dotées d'autres puissances dans le monde.

Cette décision politique se traduit par un soutien financier immédiat en direction de l'accès à l'«arme nouvelle» et, en même temps, par une coordination indispensable entre les Armées et la Direction des Applications Militaires (DAM) du CEA, via des protocoles communs et des «comités mixtes». Si la DAM est confirmée dans sa mission de concevoir et de fabriquer un engin expérimental, il revient aux Armées de préparer et d'organiser sur le terrain la logistique des expérimentations nucléaires. Et c'est bien cette coordination qui rendra possible la réussite du premier essai nucléaire français le 13 février 1960.



1896

Découverte du rayonnement émis par les sels d'uranium par le physicien français **Henri Becquerel**

1898

Découverte du radium et du polonium par les physiciens français **Pierre et Marie Curie**

1903

Attribution du prix Nobel de physique à **Henri Becquerel** et à **Pierre et Marie Curie** pour leurs travaux sur la radioactivité naturelle

1911

Attribution du prix Nobel de chimie à **Marie Curie** pour ses travaux sur le radium et le polonium ; la même année elle crée l'Institut du radium

1934

Découverte de la radioactivité artificielle par le couple de physiciens **Irène Curie**, fille de Pierre et Marie, et **Frédéric Joliot** ; ils recevront l'année suivante le Prix Nobel de chimie pour ces travaux

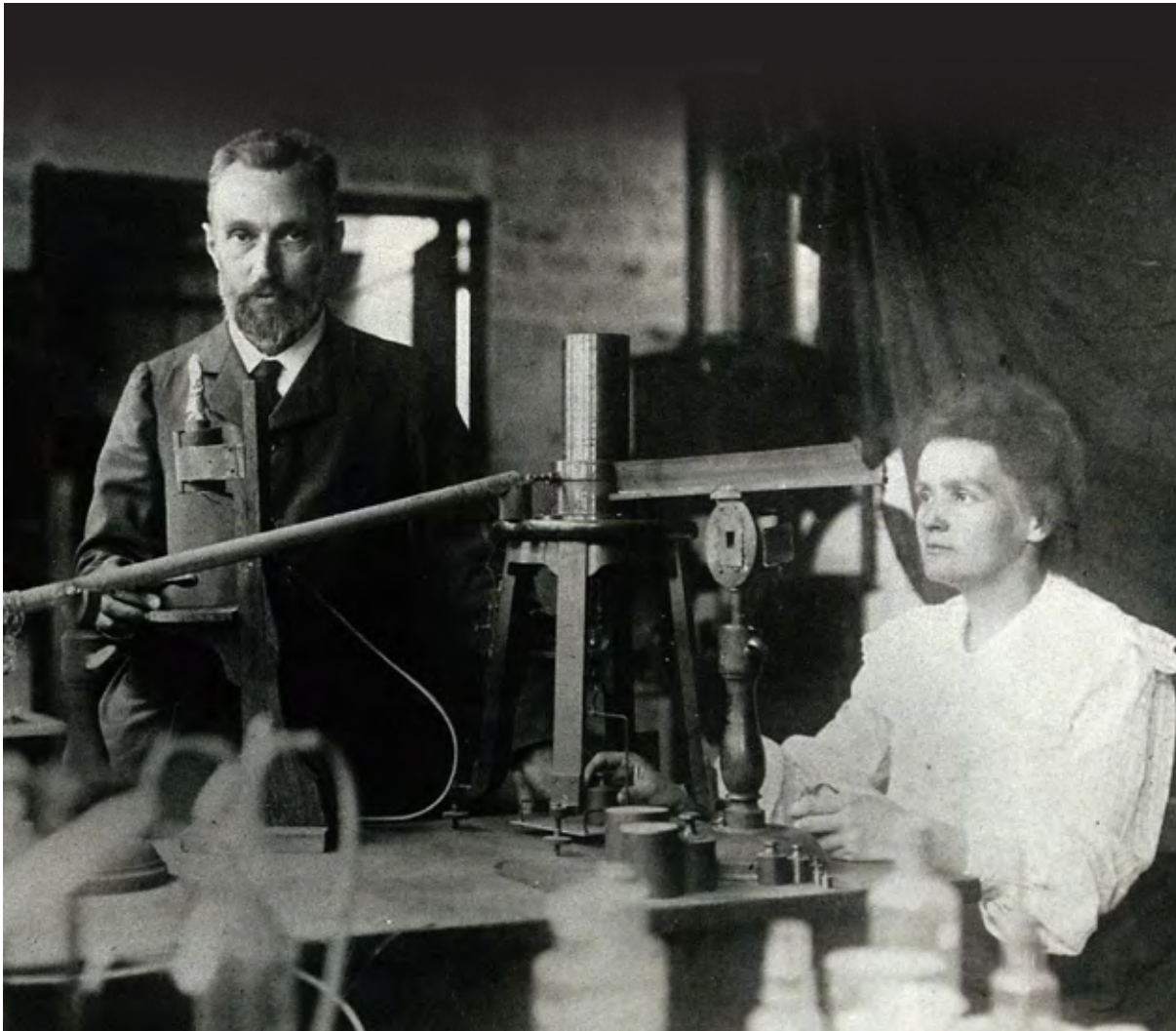
1939

Dépôt de trois brevets secrets par l'équipe de **Frédéric Joliot** du Collège de France

1945

Création par le **Général de Gaulle** du **Commissariat à l'Énergie Atomique** (CEA)

**Pierre et Marie Curie** ↙  
dans leur laboratoire  
en 1898



1946

**Frédéric Joliot** devient Haut-Commissaire à l'énergie atomique, **Raoul Dautry** devient Administrateur Général délégué du Gouvernement

1948

Divergence de **ZOE**, premier réacteur expérimental français

1951

**Francis Perrin** succède à Frédéric Joliot, **Pierre Guillaumat** à Raoul Dautry

1952

**Premier plan quinquennal** de l'énergie atomique présenté par **Félix Gaillard**

1954

Lancement par **Pierre Mendès France** du processus décisionnel en faveur de l'armement nucléaire, avec notamment la **création du Bureau d'Études Générales (BEG)**, ancêtre de la DAM

1955

Nomination du colonel **Albert Buchalet** comme Directeur du BEG

**Premier protocole d'accord Armées-CEA (1955 - 1957)** et Plan de développement des applications militaires de l'énergie atomique

**Création des Centres CEA de Bruyères-le-Châtel**, dénommé «BIII» **et de Vaujours**, issu du Laboratoire central des Poudres

1956

**Deuxième protocole d'accord Armées-CEA (1957-1961)**

1957

**Deuxième plan quinquennal** de l'énergie atomique

**Création des Centres CEA de Moronvilliers**, annexe du Centre de Vaujours, **et de Valduc**, annexe de BIII jusqu'en 1961

1958

**Création de la Direction des Applications Militaires (DAM)**, du CEA

Décision de **Félix Gaillard** visant à permettre à la France d'être prête à **procéder, sur ordre, à un essai nucléaire au cours du premier trimestre 1960**

Confirmation par **le Général de Gaulle** de la décision de Félix Gaillard

1959

**Rattachement du Centre de Limeil au CEA/DAM**

1960

**Explosion du premier engin nucléaire expérimental français** à Reggane (Sahara algérien), sous la présidence du Général de Gaulle, le 13 février



➤ **Irène et Frédéric Joliot-Curie**  
dans leur laboratoire en 1934

# LES PREMIÈRES DÉCOUVERTES SCIENTIFIQUES

---

Dès la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, la France exerce un rôle majeur dans la découverte de l'énergie atomique. C'est ainsi que le physicien **Henri Becquerel** découvre en 1896 le rayonnement émis par les sels d'uranium. C'est une découverte considérable car il vient de mettre en évidence le phénomène de la radioactivité naturelle. Deux ans plus tard, c'est la découverte du radium et du polonium par **Pierre et Marie Curie**.

Pour leurs travaux précurseurs sur la radioactivité naturelle, ces trois physiciens reçoivent le Prix Nobel de physique en 1903. En 1911, le Prix Nobel de chimie est attribué à Marie Curie pour ses travaux sur le radium et le polonium. Cette même année, elle crée l'Institut du radium, formant ainsi des infirmières radiologistes qui apporteront une assistance aux soldats blessés au front lors de la Première Guerre mondiale.

En 1934, le couple de physiciens français **Irène Curie**, fille de Pierre et Marie Curie, et **Frédéric Joliot** découvrent la radioactivité artificielle. Ils recevront l'année suivante le Prix Nobel de chimie pour ces travaux. En décembre 1938 les chimistes allemands Otto Hahn et Fritz Strassmann mettent en évidence les aspects

chimiques de la fission. Le mois suivant, le principe physique de la fission du noyau d'uranium est démontré en Scandinavie, où ils se sont réfugiés, par les physiciens autrichiens Otto Frisch et Lise Meitner, puis par Frédéric Joliot.

Tous ces progrès scientifiques fondamentaux vont désormais s'étendre au domaine militaire, d'autant plus qu'une nouvelle guerre mondiale est imminente. Toutefois, au début de l'année 1939, les traditionnels échanges scientifiques au niveau international ne sont pas encore remis en cause. C'est le physicien hongrois Leo Szilard, réfugié aux États-Unis, qui le premier, dans une lettre, va mettre en garde ses homologues sur les conséquences majeures des travaux conduits sur la réaction en chaîne.

Dans un premier temps, Frédéric Joliot se montre étonné par la teneur de cette lettre et ne s'y conforme pas. C'est ainsi qu'au mois de mars 1939 il publie avec ses collaborateurs du Collège de France, **Hans Halban** et **Lew Kowarski**, un article sur la découverte des neutrons secondaires, qu'ils évaluent le mois suivant à plus de trois par fission (dans la réalité, ils sont équivalents à 2,5).

C'est à partir de mai 1939 que l'équipe Joliot accepte de rompre la politique de communication universellement pratiquée jusque-là et s'engage dans une politique du secret, allant même jusqu'à prendre des brevets pour ses inventions. Cette politique nouvelle est motivée à la fois par des considérations de propriété intellectuelle dans la perspective d'applications industrielles futures, mais aussi en raison du caractère stratégique de ces découvertes.

L'équipe Joliot dépose ainsi trois brevets secrets en mai 1939, dont l'un, qui a trait au «perfectionnement aux charges explosives», envisage l'emploi d'une réaction nucléaire explosive, avec des applications multiples : travaux de mine, travaux publics... et la réalisation d'engins de guerre. Bien qu'encore loin du plan de la bombe atomique, ce brevet évoque déjà le passage à l'état critique de la matière découvert en 1939 par le physicien français **Francis Perrin**, ainsi que l'amorçage neutronique et la réaction en chaîne.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
 MINISTÈRE  
 DE L'INDUSTRIE ET DU COMMERCE  
 SERVICE  
 de la PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

# BREVET D'INVENTION

Gr. 14. — Cl. 3.

N° 971.324

**Perfectionnements aux charges explosives.**

CAISSE NATIONALE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE résidant en France (Seine).

Demandé le 4 mai 1939, à 15<sup>h</sup> 35<sup>m</sup>, à Paris.

Délivré le 12 juillet 1950. — Publié le 16 janvier 1951.

(Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'article 11, § 7, de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902.)

On sait que l'absorption d'un neutron par un noyau d'uranium peut provoquer la rupture de ce dernier avec dégagement d'énergie et émission de nouveaux neutrons en nombre en moyenne supérieur à l'unité. Parmi les neutrons ainsi émis, un certain nombre peuvent à leur tour provoquer sur des noyaux d'uranium, de nouvelles ruptures, et les ruptures de noyaux d'uranium pourront ainsi aller en croissant suivant une progression géométrique, avec dégagement de quantités extrêmement considérables d'énergie. Ces chaînes de ruptures successives peuvent se ramifier d'une manière illimitée, et la réaction peut devenir explosive.

On a cherché, conformément à la présente invention, à rendre pratiquement utilisable cette réaction explosive, non seulement pour des travaux de mine et pour des travaux publics, mais encore pour la constitution d'engins de guerre, et d'une manière très générale dans tous les cas où une force explosive est nécessaire.

Or, pour rendre cette utilisation pratique, il faut se reporter à la notion de masse ou en général de conditions critiques dont il a déjà été fait mention dans la demande de brevet français du 1<sup>er</sup> mai 1939 pour «Dispositif de production d'énergie».

Il existe en effet, toutes choses égales d'ailleurs, une valeur critique de la masse d'uranium au-dessous de laquelle la ramification des chaînes cesse d'être illimitée. Et l'on a déjà indiqué dans cette demande de brevet que l'on pouvait, avec les données actuelles de la science, estimer, par des expériences progressives, la valeur de la masse critique.

On peut aussi évaluer cette masse critique M pour un composé ou un mélange homogène d'uranium (ne contenant pas d'hydrogène)

en utilisant la formule suivante, valable pour une masse sphérique :

$$M = \frac{4}{3} \times \pi^3 [3 D (n P - A)]^{-\frac{3}{2}}$$

dans laquelle :

D est la somme, pour tous les corps simples présents dans la masse, des produits de la concentration (en nombre d'atomes par cm<sup>3</sup>) par la section efficace des noyaux pour la diffusion des neutrons rapides,

A est la somme analogue, dans laquelle les sections efficaces de diffusion sont remplacées par les sections efficaces d'absorption,

P est le produit de la concentration de l'uranium (en nombre d'atomes par cm<sup>3</sup>) par la section efficace, pour le phénomène de partition, du noyau d'uranium vis-à-vis des neutrons rapides,

n. est le nombre moyen de neutrons émis lors d'une partition nucléaire de l'uranium.

Cette formule donne, à titre d'exemple, une masse critique de quelques dizaines de tonnes pour de l'oxyde d'uranium en poudre; et de quelques tonnes pour de l'uranium métallique.

On a montré également, dans la demande de brevet français précitée, comment cette masse critique pouvait être diminuée : soit en disposant autour de la masse des corps diffusants, (fer, plomb ou autres) en couche plus ou moins épaisse, et formant par exemple une enveloppe complète ou partielle autour de la masse (une enveloppe en fer de quelques dizaines de centimètres d'épaisseur réduisant par exemple la masse critique au tiers environ de sa valeur dans le cas de l'oxyde d'uranium en poudre); soit en accroissant la densité de la substance qui constitue la masse (la masse critique étant proportionnelle à l'inverse du carré de la densité).

0 - 00864

Prix du fascicule : 25 francs.

# LES ATOMICIENS FRANÇAIS DANS LA RÉSISTANCE À L'OCCUPATION NAZIE

Les brevets de l'équipe Joliot au Collège de France mettent en exergue l'état d'avancement des recherches françaises dans le domaine des applications civiles et militaires de l'énergie atomique. Depuis le début de la guerre, l'intérêt se porte sur les générateurs d'énergie et sur les explosifs.

Au cours de l'automne 1939, le ministre de l'Armement **Raoul Dautry** apporte un soutien total aux travaux conduits par **Frédéric Joliot**. Pour celui-ci la priorité concerne l'approvisionnement en matières

stratégiques, à savoir l'oxyde d'uranium comme combustible et l'eau lourde, considérée alors comme étant le meilleur moyen de ralentir les neutrons. Dès mai 1938, un partenariat avait été établi avec une société belge, l'Union minière du Haut-Katanga. Il a permis de récupérer 8 tonnes d'oxyde d'uranium en provenance du Congo, une quantité dont aucun laboratoire au monde ne disposait à cette époque.

## L'équipe Joliot au Collège de France →

De gauche à droite :  
Frédéric Joliot-Curie,  
Hans Halban et Lew  
Kowarski  
Ici dans leur propre  
rôle dans le film  
franco-norvégien  
« La bataille de l'eau  
lourde » de Jean  
Dreville et Titus  
Vibe-Muller, en 1947





Présidence du Conseil

République Française

Paris, le 26 février 1940

ORDRE DE MISSION

Monsieur Jacques ALLIER est habilité par M. le Président du Conseil à traiter avec les détenteurs de la matière faisant l'objet de sa mission pour assurer au Gouvernement français la disposition des quantités les plus importantes possibles.

Il est habilité à procéder à un achat ferme immédiat ou, le cas échéant, à donner aux détenteurs de la matière la garantie du Gouvernement français dans le cas où un dépôt en France pourrait être envisagé.

M. Jacques ALLIER est expressément déchargé du soin d'assurer la matière, qu'il acheminera ou fera acheminer aux risques et périls du Gouvernement français.

Toutes autorités diplomatiques, consulaires et militaires sont tenues de prêter en toutes circonstances à M. Jacques Allier les concours nécessaires à l'accomplissement de sa mission.

Le Président Du Conseil,  
Ministre de la défense Nationale et de la Guerre.

Ed. Daladier

Ordre de mission de Jacques Allier en Norvège pour l'achat d'eau lourde.

26 juin 1940

Ordre

Messieurs Halban et Kowarskiy accompagnés de Mesdames Halban et Kowarskiy et de deux enfants en bas âge monteront à bord du vapeur Broompark à Bassens (Gironde). Ils sont confiés à Monsieur le comte de Suffolk et Berkshire, afin de poursuivre en Angleterre les recherches entreprises au Collège de France, et sur lesquelles sera observé un secret absolu.

Messieurs Halban et Kowarskiy se présenteront à Londres à la mission française (Colonel Kayer), 2 Dean Stanley Street, Westminster House.



Pour le Ministre et par son ordre  
Pour le Secrétaire Général des Fabrications  
de l'Armement  
J. P. L.

Ordre de mission de Halban et Kowarski pour l'Angleterre.

En février 1940, sur ordre du Président du Conseil et ministre de la Défense, **Edouard Daladier**, une mission secrète est envoyée en Norvège afin de récupérer 185 litres d'eau lourde, la totalité du stock mondial, mis à la disposition de la France par la société Norsk-Hydro. C'est un financier mobilisé dans le Service des Poudres et détaché au Deuxième Bureau (Renseignement), **Jacques Allier**, qui est chargé de conduire cette mission, avec le soutien de plusieurs agents secrets français. Il va prendre de vitesse l'Allemagne nazie qui cherchait, elle aussi, à mettre la main sur l'eau lourde.

Au moment de la débâcle en France, **Raoul Dautry** demande, le 16 juin 1940, à **Hans Halban** et à **Lew Kowarski** de se rendre à Londres avec les vingt-six bidons d'eau lourde afin de poursuivre en Grande-Bretagne les travaux menés en France. Il s'agit de la première coopération nucléaire internationale de l'Histoire, mais surtout de l'un des premiers actes de la Résistance au sein de la Haute-administration française, juste avant l'Appel du **Général de Gaulle**, le 18 juin.



↑ **Edouard DALADIER**  
1940

En pointe dans la course à la réaction en chaîne jusqu'en juin 1940, la France se retrouve marginalisée dans les travaux américains, même si la continuité est assurée par cinq français détachés par la France Libre. Hans Halban et Lew Kowarski travaillent tous deux en priorité sur un réacteur à eau lourde. **Pierre Auger** rejoint la division de la physique au laboratoire de Montréal, **Jules Guéron** la division de la chimie. **Bertrand Goldschmidt** se spécialise sur le plutonium et sur son extraction.

Pour des raisons personnelles, **Frédéric Joliot** a décidé de rester en France pendant la guerre, mais refuse de collaborer avec l'occupant nazi et le régime pétainiste. Il rejoint en 1941 le Front National, mouvement de résistance d'inspiration communiste.



↑ **Raoul DAUTRY**  
1940

**« (...) Vous me demandez si nous avons une position quant au fait que la bombe atomique a été élaborée et est gardée en commun par les Américains, les Anglais, les Canadiens. Je vous rappelle qu'elle a été, à l'origine, élaborée un peu par des Français. Vous savez qu'au moment où le conflit a éclaté, nos savants, monsieur Joliot-Curie et d'autres, avaient déblayé le problème. Puis, des circonstances tragiques les ont empêchés de poursuivre leurs travaux. Néanmoins, ce qu'ils ont pu faire et ce que le Gouvernement français, auquel j'avais l'honneur d'appartenir en 1940, a pu faire pour procurer aux Alliés les moyens qu'ils avaient en main, n'a pas été inutile dans leurs recherches (...) »**

---

Conférence de presse du Général de Gaulle,  
12 octobre 1945



# LA CRÉATION DU CEA

---

Si le **Général de Gaulle** se montre bouleversé par l'explosion d'Hiroshima, il n'a pas découvert l'existence de la bombe atomique à ce moment-là ; il en a été informé un an plus tôt. En effet, c'est lors de sa visite au Canada en juillet 1944, en tant que Chef du Gouvernement provisoire de la République française, qu'il prend connaissance par le biais de l'équipe des atomiciens français, et plus particulièrement de **Jules Guéron**, de l'état d'avancement des travaux du projet Manhattan.

Il est sensibilisé dès cette époque à la nécessité de reprendre au plus vite les recherches interrompues par la guerre. Devenu ministre de la Reconstruction, **Raoul Dautry** le relance dès mars 1945, soulignant ainsi le rôle que l'énergie nucléaire est appelée à exercer dans la reconstruction du pays. Dès le 16 octobre, le Général de Gaulle demande au vice-président du Conseil d'État, **René Cassin**, d'accélérer la procédure pour créer le Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA).

Deux jours, plus tard, l'ordonnance du 18 octobre crée le CEA, en indiquant (dès son premier article) que le nouvel organisme est chargé de poursuivre les recherches scientifiques et techniques *« en vue de l'utilisation de l'énergie atomique dans les divers domaines de la science, de l'industrie et de la défense nationale »*. Deux mois après Hiroshima, les applications militaires sont déjà très nettement envisagées.

Le CEA est le premier organisme civil créé au monde

dans le domaine de l'énergie nucléaire. Il entre en service en janvier 1946. En outre, et c'est ce qui va faire sa force, cet organisme est doté d'une autonomie administrative et financière, lui permettant à la fois d'être proche du Gouvernement et de disposer d'une importante marge de manœuvre dans les travaux qu'il mène.

L'exécutif du Commissariat est bicéphale, il fait coexister un Haut-Commissaire à l'énergie atomique, **Frédéric Joliot**, et un Administrateur Général délégué du Gouvernement, **Raoul Dautry**. Le premier est chargé de la conduite scientifique de l'organisme, le second de la conduite administrative et financière.

Si l'on ne peut que souligner la continuité des acteurs, scientifiques et politiques, avec ceux de la période de l'avant-guerre, on remarque toutefois qu'à l'origine cette gouvernance est préemptée par Joliot, dont le rayonnement scientifique est alors considérable sur le plan international depuis les années 30.

Le fait que Joliot soit resté en France pendant la guerre n'a pas porté atteinte à ce rayonnement, même s'il est difficile d'imaginer les conséquences majeures que cela aurait entraîné pour la France s'il avait rejoint la Résistance extérieure en s'embarquant pour la Grande-Bretagne ou les États-Unis. En tout état de cause, il avait refusé de collaborer avec l'occupant nazi et avec le régime pétainiste. En fait, c'est son engagement en faveur des thèses communistes qui portera atteinte à son crédit, au fur et à mesure que se développera la Guerre froide.

**«(...) il faudrait que les pouvoirs publics français fassent en sorte que la France soit en mesure d'agir par elle-même (...) Il lui faudrait un système de défense proportionné, certes, à ses ressources et associé à celui de ses alliés, mais autonome et équilibré. Il lui faudrait être, elle aussi, une puissance atomique. C'est pour cela que j'avais, dès 1945, créé le Haut-Commissariat (...)».**

Conférence de presse du Général de Gaulle - 7 avril 1954



➤ **Équipe ayant participé à la construction de la pile ZOE à Châtillon en 1948**

On peut voir Bertrand Goldschmidt, Lew Kowarski et Frédéric Joliot-Curie au premier rang, aux deuxième, quatrième et cinquième places en partant de la gauche



← **Comité scientifique du CEA en 1946**

De gauche à droite ; Au premier rang : Pierre Auger, Irène et Frédéric Joliot-Curie, Francis Perrin, Lew Kowarski ; Au deuxième rang : Bertrand Goldschmidt, Pierre Biquard, Léon Denivelle.



↓ **Inauguration de la pile ZOE 1948**



# LA PLANIFICATION INDUSTRIELLE DE L'EFFORT NUCLÉAIRE FRANÇAIS

Une fois le CEA créé, il est important de prendre possession de locaux afin de pouvoir faire démarrer les travaux. Dès l'année 1946, l'organisme public fait l'acquisition en région parisienne du fort de Châtillon, qui va devenir le premier centre de recherche du CEA, et d'une partie de la poudrière du Bouchet, où sera à l'origine traité et raffiné l'uranium. Le général **Dassault**, frère de l'industriel aéronautique, représentant militaire au sein du Comité de l'énergie atomique, joue un rôle important dans ces acquisitions. L'année suivante voit la création du Centre de recherche de Saclay, dans laquelle **Irène Joliot** s'impliquera tout particulièrement.

À partir de 1948, une nouvelle dynamique est engagée, dans deux directions : d'une part, avec la découverte du premier gisement français de pechblende, à La Crouzille, dans le Limousin. D'autre part, avec la divergence à Châtillon de la «pile» (ou réacteur) atomique expérimentale, baptisée «ZOE», pour Zéro-Oxyde d'uranium-Eau lourde. L'année suivante, en 1949, est isolé le premier milligramme de plutonium issu de la pile ZOE.

Mais, le premier facteur propice au futur programme nucléaire de défense réside dans le lancement d'un plan quinquennal de l'énergie atomique. Ce point est d'autant plus important qu'il sera à l'origine des lois de programmation militaire à partir du début des années 1960. C'est **Félix Gaillard**, ancien directeur de cabinet de **Jean Monnet** au Commissariat général

au plan, qui fut l'instigateur de ce plan de l'énergie atomique. Alors jeune député, Gaillard avait été sensibilisé dès 1949 aux questions nucléaires par **Bertrand Goldschmidt**, avant de devenir secrétaire d'État à la Présidence du Conseil à partir de 1951.

Le premier plan quinquennal de l'énergie atomique (1952 - 1957) est voté en juillet 1952 ; **Antoine Pinay** en tant que Président du Conseil lui a apporté tout son soutien. Doté de 38 milliards de francs, il prévoit la construction de deux piles atomiques au graphite. Le choix de la filière UNGG (Uranium Naturel Graphite Gaz) est alors confirmé, non sans avoir provoqué un certain débat au sein du CEA entre les tenants de l'eau lourde et ceux du graphite-gaz. Les trois premiers réacteurs G1 («G» pour graphite), G2 et G3 seront construits sur le site de Marcoule. Dès 1956, la pile G1 diverge, en assurant une production de 10 kilos de plutonium par an.

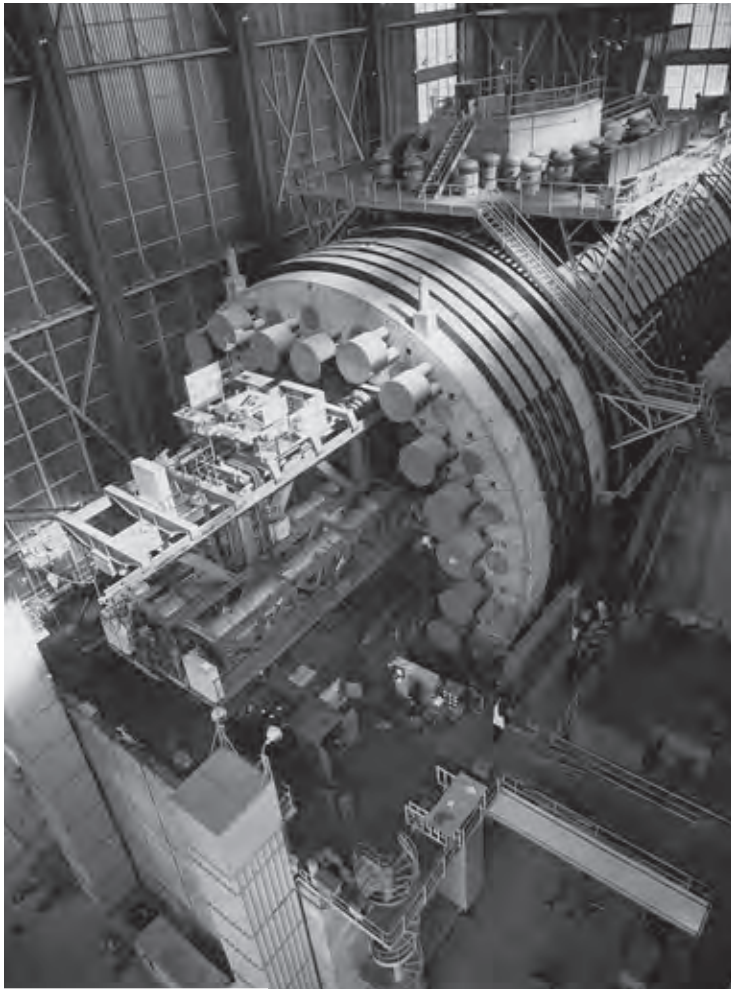
Si en 1952, il n'y a pas d'affichage politique sur la possible orientation militaire, pour la bonne raison qu'il est encore trop tôt pour s'engager dans les applications de défense nationale (on ne pourra le faire qu'à l'issue d'un tronç commun), force est de constater que le plan va permettre à la France de disposer rapidement de matières fissiles en quantité notables. Parallèlement, ceux qui ont élaboré le plan ont également en tête de contribuer à l'électrification du pays, c'est pourquoi G2 et G3 seront raccordés au réseau électrique, respectivement en 1959 et 1960.

# MARCOULE



Marcoule en 1958 ↗





Face de chargement du  
réacteur G2 et son caisson ↑



Salle d'extraction du plutonium ↑





De gauche à droite : Charles Brune, ministre de l'Intérieur - Antoine Pinay, Président du Conseil - Félix Gaillard, secrétaire d'État à la Présidence du Conseil en 1952 ↑

**« (...) il serait vraiment curieux, alors que tant de pays de part et d'autre du Rideau de fer fabriquent des armes de destruction massive, de voir la France se refuser par principe la possibilité d'en faire pour assurer sa propre défense (...) »**

---

Réponse de Félix Gaillard à l'amendement déposé par les députés PCF, qui prétendait interdire à la France la fabrication d'armes nucléaires, Assemblée nationale, 3 juillet 1952. Cet amendement fut rejeté à une large majorité.

Avant d'envisager de pouvoir mettre en œuvre un programme nucléaire de défense, il faut régler sur le plan national la question des facteurs d'hostilité aux applications militaires de l'énergie atomique en France. La principale opposition à un tel développement émane du courant pacifiste, véhiculé plus particulièrement par le Parti Communiste Français (PCF). C'est d'ailleurs en raison des liens étroits de **Frédéric Joliot** avec ce parti, et donc son hostilité à toute perspective d'acquisition par la France de l'arme nucléaire, que le Haut-Commissaire est révoqué en avril 1950. Il sera remplacé par **Francis Perrin** l'année suivante.

Parallèlement, le nouvel Administrateur Général du CEA, **Pierre Guillaumat** va avoir un rôle déterminant pour surmonter deux contraintes de politique extérieure qui, si elles avaient été appliquées, auraient interdit à la France d'entreprendre la réalisation d'une arme nucléaire :

- L'alerte CED (Communauté Européenne de Défense) : au nom du principe de non-discrimination envers la République fédérale d'Allemagne (qui depuis la fin de la Deuxième Guerre mondiale avait dû renoncer explicitement à tout programme nucléaire militaire), il était demandé aux autres États-membres, dans le cadre du projet de traité CED, de s'engager à ne pas produire plus de 500 grammes de plutonium par an.

- L'alerte EURATOM (projet de Communauté européenne de l'énergie atomique) : ici le projet initial visait à contrôler une possible bifurcation du programme nucléaire d'un pays membre vers des applications militaires, en mettant en place un contrôle de conformité. Dans la pratique cela signifiait que les États-membres devaient donner leur accord avant tout lancement d'un programme de bombe atomique par un autre État de la communauté.

C'est la fermeté avec laquelle Pierre Guillaumat, Administrateur Général de 1951 à 1958, mène la contre-offensive sur ces deux terrains, qui permettra à la France de pouvoir garder son indépendance nucléaire. Sa réussite sera d'autant plus flagrante qu'il peut bientôt mettre en exergue les avantages décisifs du CEA pour mener à bien un programme nucléaire de défense : la détention de la matière fissile, la souplesse administrative de l'organisme public, ses ressources humaines et financières. Cette action est d'autant plus décisive qu'elle rencontre l'adhésion des partisans politique de l'arme nucléaire, à commencer par le **Général de Gaulle**.

Mais c'est sous le Gouvernement de **Pierre Mendès France**, formé en juin 1954, qu'une nouvelle étape est franchie, avec une série de décisions à visée opérationnelle. En octobre 1954, la Commission supérieure des applications militaires de l'énergie atomique est créée dans le but de coordonner le futur programme nucléaire de défense. Le mois suivant, un arrêté crée le Comité des Explosifs Nucléaires (CEN). Si le premier organisme ne s'est jamais réuni, le second, au contraire, allait être particulièrement actif, sous l'autorité du général **Jean Crépin**, secrétaire général permanent de la Défense nationale.

**«(...) les mêmes gouvernants ont conclu un traité qui, s'il était ratifié, arracherait à la France pour cinquante ans, c'est-à-dire en fait pour toujours, la disposition d'elle-même, lui retirerait sa propre armée, lui interdirait tout accès aux armements nucléaires (...)»**

---

Conférence de presse du Général de Gaulle, 7 avril 1954  
(à propos du traité CED)



↑ Pierre Guillaumat



↑ Pierre Mendès France

C'est en effet le Comité des Explosifs Nucléaires qui élabore un projet relatif au fonctionnement de l'arme nucléaire au plutonium, rédigé par le professeur **Yves Rocard** pour le CEA et par l'ingénieur en chef **Paul Chanson** pour les Armées. Ce plan, remis à **Pierre Mendès France** le 24 décembre 1954, préconise les mesures suivantes :

- la réalisation de deux réacteurs nucléaires (de type G2) susceptibles de produire de 70 à 80 kilogrammes de plutonium par an
- la mise sur pied d'équipes scientifiques et techniques sous la responsabilité d'un Bureau d'Études Générales (BEG) rattaché au CEA
- la création d'un centre d'essais au Sahara
- la création d'un réseau de détection permanent des essais

Afin d'avancer sur ce dossier, Pierre Mendès France décida de convoquer une réunion interministérielle au Quai d'Orsay (où il avait ses bureaux, étant également ministre des Affaires étrangères) avec les principales hautes autorités intéressées par les questions nucléaires.

En conclusion de cette réunion, qui a lieu le 26 décembre 1954, le Président du Conseil confirme l'orientation qu'il a déjà prise avec la création des deux organismes précités :

1. Il faut prendre la décision de lancer les programmes de fabrication d'armes nucléaires et de sous-marins atomiques.
2. La décision relative aux armes nucléaires sera gardée secrète.
3. Le ministre de la Défense nationale présentera en Conseil des ministres un projet de décision.

Si l'on peut être dubitatif sur l'articulation entre les points 2 et 3 (le Conseil des ministres n'étant pas l'enceinte idoine pour traiter ce genre de questions), aucune décision formelle ne sera prise sous le Cabinet Mendès France, celui-ci étant renversé en février 1955. Toutefois, force est de constater que la décision de créer le Bureau d'Études Générales (BEG), le 29 décembre 1954, confirme très nettement l'engagement de Pierre Mendès France en faveur d'un programme nucléaire de défense. Le BEG est en effet chargé de la conception et de la fabrication de l'engin nucléaire.

Cette décision montre à quel point les premiers pas de l'ancêtre de la Direction des Applications Militaires (DAM) du CEA ont été réalisés dans la clandestinité la plus totale. D'ailleurs, ce n'est pas un hasard si le colonel **Albert Buchalet** est choisi pour diriger le nouvel organisme. En effet, l'Administrateur Général du CEA, **Pierre Guillaumat**, le connaissait du temps de la Résistance au sein du Bureau Central de Renseignements et d'Action (BCRA) pendant la Deuxième Guerre mondiale. Là encore, l'esprit de la Résistance est bien une «marque de fabrique» dans le lancement clandestin du programme nucléaire de défense français.



↑ Général Albert Buchalet



↑ Francis Perrin et Pierre Guillaumat  
lors de la divergence de G1 à Marcoule en 1956



← **Conférence des Nations Unies sur les utilisations pacifiques de l'énergie atomique en 1955.**  
De gauche à droite : Félix Gaillard, Francis Perrin et Gaston Palewski

Le BEG devient très vite opérationnel à partir de mars 1955 et fait l'acquisition d'un terrain en région parisienne, à Bruyères-le-Châtel (Essonne), sur lequel il commence à s'installer trois mois plus tard. Le domaine, qui comprend un petit château, a pu être acquis grâce à un financement des services secrets français (SDECE), en recourant à une couverture pour masquer l'objectif réel des travaux. La caution scientifique des premiers travaux du BEG était assurée par **Yves Rocard**, professeur à l'École Normale Supérieure et membre du Comité de l'énergie atomique.

Au sein des Armées, un certain nombre d'officiers et d'ingénieurs militaires sont convaincus de la nécessité des applications militaires de l'énergie atomique. C'est ainsi que le Service des Poudres s'y

est intéressé dès 1945. Des études ont été entreprises au sein de l'Armée de terre afin de mieux comprendre le fonctionnement d'une arme nucléaire et ses effets possibles, en priorité pour s'en protéger.

Parallèlement, plusieurs facteurs internationaux interfèrent avec le débat franco-français. La chute de Diên Biên Phu en 1954 a montré à quel point la France pouvait se retrouver isolée dans certaines situations périlleuses, comme deux ans plus tard, lors de l'expédition de Suez, quand elle sera menacée d'une riposte atomique par l'Union soviétique. Dès mars 1954, le général **Paul Ely**, chef d'état-major général des forces armées, fait valoir à son ministre **René Pleven**, l'importance du potentiel nucléaire, facteur de puissance militaire, devenu un critère déterminant dans la définition d'une grande puissance.



↑ Bruyères-le-Châtel (S.-et-O.) - Château du Rué en 1946



↓ Centre de Bruyères-le-Châtel (BIII)  
en 1959



↓ 1965



## VAUJOURS



↑ 1956

↓ 1961



## VALDUC



↑ 1998

↓ 1960



## MORONVILLIERS



↑ 1960

↓ 1960



## LIMEIL



↑ 1966

**Pierre Guillaumat** est parfaitement conscient du fait que seule une bonne entente entre le CEA et l'institution militaire permettra de mener à bien le développement du programme nucléaire de défense français. Par conséquent, sous réserve que les prérogatives du CEA en la matière soient respectées, l'Administrateur Général cherche à établir des relations étroites avec les Armées. La politique de coordination, indispensable entre les deux institutions, prend la forme de protocoles d'accord. Le premier d'entre eux (1955 - 1957) est signé le 20 mai 1955 entre le secrétaire d'État à la Présidence du Conseil, **Gaston Palewski**, le ministre de la Défense, le général **Pierre Koenig**, et le représentant du ministère des Finances, **Gilbert Jules**.

Ce protocole prévoit la construction d'une troisième pile atomique à graphite, d'une usine de traitement chimique du plutonium, ainsi que d'un navire à propulsion nucléaire. Il assure également un financement à hauteur de 20 milliards de francs sur le budget du ministère de la Défense. Le même jour,

un décret secret décide la mise en œuvre d'un Plan de développement des applications militaires de l'énergie atomique, doté de 100 milliards de francs, soit plus du double que le plan quinquennal de l'énergie atomique de 1952. Élaboré sous la Présidence d'**Edgar Faure**, ce protocole est le fruit d'une concertation entre plusieurs ministres issus de la France Libre, et là encore, les réseaux de la Résistance font leur preuve dans le travail clandestin engagé au service du pays.

Un deuxième protocole Armées-CEA (1957 - 1961) est signé le 30 novembre 1956 entre le ministre de la Défense **Maurice Bourgès-Maunoury** et le secrétaire d'État à la Présidence **Georges Guille**. Il fixe la répartition des tâches entre le CEA et les Armées. Le CEA, sur décision du Gouvernement, fabrique un prototype d'arme nucléaire, produit de l'uranium enrichi (après avoir prouvé sa maîtrise de la voie du plutonium) et réalise des explosions nucléaires expérimentales. Les Armées apportent le soutien logistique permettant de les mener à bien.



↑ De gauche à droite : Francis Perrin - Georges Guille, secrétaire d'État à la Présidence du Conseil - Pierre Guillaumat à Saclay le 30 mars 1956

En décembre 1956 est créé un Comité mixte Armées-CEA chargé de coordonner l'ensemble des activités du nucléaire de Défense. C'est le Comité des applications militaires de l'énergie atomique, présidé par le chef d'état-major général de la Défense nationale. Le ministre de la Défense Bourguès-Maunoury exerce un rôle essentiel dans l'évolution, tout au long de l'année 1956, de la position du Président du Conseil **Guy Mollet**, qui, initialement, n'était pas favorable à l'accès de la

France au rang de puissance atomique, avant de finir par s'y rallier.

L'année suivante, sous le Cabinet Bourguès-Maunoury et sur décision commune du ministère de la Défense et du CEA, est créé, en mars 1957, le Groupe mixte Armées-CEA des expérimentations nucléaires. La voie est désormais toute tracée en direction d'un essai expérimental.

**« (...) Qu'est-ce que l'arme atomique pour une nation comme la nôtre, sinon une arme défensive, une arme de riposte, une arme d'économie que notre position nous oblige à détenir pour ne pas avoir à la quêter, et cela dans le seul cas où les conférences de désarmement et de contrôle n'aboutiraient pas sur ce point essentiel? (...) »**

---

Maurice Bourguès-Maunoury, débat à l'Assemblée nationale sur l'EURATOM, 10 juillet 1956



↑ **Guy Mollet et Maurice Bourguès-Maunoury**  
en 1957

# VERS LE PREMIER ESSAI NUCLÉAIRE FRANÇAIS

Pour le CEA, les deux questions à résoudre d'urgence concernent la fabrication de l'engin expérimental et la préparation de la réalisation des essais. Conformément à l'esprit de l'ordonnance de 1945, l'organisme public est en effet en charge de la conception et de la fabrication de l'arme.

Concernant la mise au point de l'engin nucléaire, plusieurs étapes concomitantes sont alors nécessaires, à la fois pour disposer de la matière fissile et pour concevoir et fabriquer l'engin nucléaire :

**L'EXTRACTION CHIMIQUE DU PLUTONIUM** : des procédés industriels d'extraction sont mis au point dans une usine-pilote situé au Centre de Fontenay-aux-Roses. C'est là que le premier gramme de plutonium est isolé au cours de l'année 1954. Le plutonium devant s'accumuler dans les barreaux d'uranium irradiés dans les réacteurs G1, G2 et G3, il faut construire à leur proximité à Marcoule une usine télécommandée, afin de pouvoir manipuler à distance cette matière très toxique. Cette usine entrera en service en janvier 1958.

**LA CONCEPTION ET LA RÉALISATION DE L'ENGIN** : la méthode choisie pour l'essai expérimental en devenir fut celle d'un engin à implosion, phénomène que les ingénieurs militaires du Service des Poudres maîtrisaient au plus haut point. Mais les problèmes à résoudre étaient de quatre types :

- **La physique nucléaire théorique** : une attention toute particulière a été portée dès l'origine aux calculs théoriques, afin d'anticiper le succès de l'essai en vraie grandeur. C'est ainsi que le CEA crée un Centre de calculs, dotés des machines informatiques les plus modernes, qui va permettre notamment de calculer la masse de matière fissile devant entrer dans la constitution de l'engin, de préciser le processus de réaction en chaîne et de calculer l'énergie développée par l'explosion.
- **La physique nucléaire expérimentale** : dans ce domaine, les ingénieurs du CEA ont dû approfondir leurs connaissances de la physique des neutrons rapides. Les travaux portent en particulier sur l'amorçage neutronique dont la solution sera apportée par les ingénieurs militaires de la Section atomique de la Direction des Études et Fabrication d'Armements (DEFA) du ministère de la Défense, qui rejoignent la Direction des Applications Militaires à sa création officielle en septembre 1958.
- **La métallurgie** : les travaux à mener sont très variés, allant de la recherche pure sur la métallurgie du plutonium à la réalisation matérielle du cœur de l'engin.
- **Les études balistiques** : ici, on a affaire à la technologie des explosifs classiques, mais qu'il faut adapter à l'objectif recherché. C'est à l'issue d'études théoriques préliminaires réalisées par le Service des Poudres dès 1951 que les premiers travaux dans ce domaine peuvent démarrer.



Parallèlement à ces travaux, il devient urgent de préparer au Sahara un polygone d'essais pour pouvoir mener à bien les expérimentations nucléaires. Le but de ces essais est de vérifier les hypothèses et les calculs théoriques relatifs au fonctionnement de l'explosif, le flux de neutrons d'amorçage, le développement de la réaction en chaîne, les produits de fission et l'énergie dégagée, afin d'en tirer des leçons pour faire évoluer les modèles ultérieurs. Il revient par conséquent à la DAM le soin de mettre en œuvre l'engin nucléaire sur le polygone de tir et d'en assurer les mesures scientifiques.

En outre, ces expérimentations vont permettre d'effectuer un certain nombre de mesures pour faire progresser les connaissances dans des domaines tels que les ondes de choc, la propagation des ondes électromagnétiques, et la sismologie. Du côté des militaires, ces essais doivent leur permettre de déterminer les effets de l'explosion nucléaire, notamment pour mieux s'en protéger.

Il revient aux Armées de construire le Centre d'essais. La prospection d'un site a été engagée dès la fin de l'année 1956 et le choix s'est porté en juillet 1957 (sous le Gouvernement **Bourguès-Maunoury**) sur le site de Reggane, oasis situé à 150 kilomètres au sud d'Adrar, en plein désert du Tanezrouft (Sahara algérien). Le choix du site du Centre Saharien d'Expérimentations Militaires (CSEM) a été motivé par plusieurs considérations : son éloignement des grands centres habités (Colomb-

Béchar étant situé à plus de 700 km au nord), l'immense étendue désertique, les possibilités d'aménagements rapides de la Base-Vie (Reggane-Plateau, située à 15 km au sud de l'oasis de Reggane). Les Armées établissent le poste central d'observation et de conduite de tir (PC d'Hammoudia) à 45 km au sud-ouest de la Base-Vie ; le champ de tir étant distant de 16 km du PC de tir.

En février 1958, le ministère de la Défense crée le Commandement interarmées des armes spéciales chargé de mener à bien les campagnes d'essais nucléaires, pour toute la partie qui ne concerne pas le CEA ; ce commandement est confié au général **Charles Ailleret**. Le mois précédent, une Commission de sécurité, présidée par le Haut-Commissaire à l'énergie atomique et regroupant des personnalités scientifiques et médicales, a été mise en place afin de définir les normes de sécurité à respecter pour éviter que les expérimentateurs et les populations civiles situés à proximité soient exposés à un danger.

Puis, le 11 avril 1958, le président du Conseil **Félix Gaillard** ordonne au CEA et aux Armées de prendre toutes les mesures afin d'être prêts à réaliser, sur ordre du Gouvernement, la première série d'explosions expérimentales d'arme nucléaire à compter du premier trimestre 1960. Le 22 juillet suivant, en tant que dernier président du Conseil de la IV<sup>ème</sup> République, le **Général de Gaulle** entérine définitivement cette décision et "Gerboise Bleue" est expérimentée le 13 février 1960.



← Poudrerie Nationale militaire du Bouchet (S.-et-O.)



← Visite du Général de Gaulle à Marcoule le 2 août 1958

## Préparation du 1<sup>er</sup> essai

---



↑ **Transport de l'édifice expérimental vers la dalle d'essai**  
à Moronvilliers en 1959

↓ **De gauche à droite: MM. Médard, Cachin, Geerts, Fichou et Provost**  
à Mourmelon en 1951



↓ **Jean Viard (à droite) lors d'un essai**  
**d'une maquette de Gerboise Bleue**  
à Moronvilliers en 1959



↓ Ordinateur Bull Gamma 30  
en 1962



↓ **Centre Saharien d'Expérimentations Militaires (CSEM)**  
à Reggane



# CSEM REGGANE



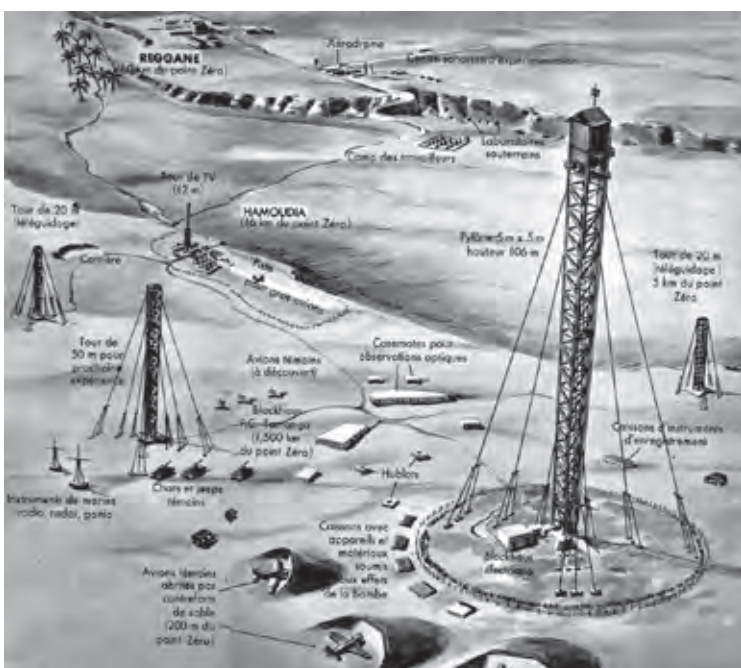
➤ Entrée du site

➤ Général Charles Ailleret

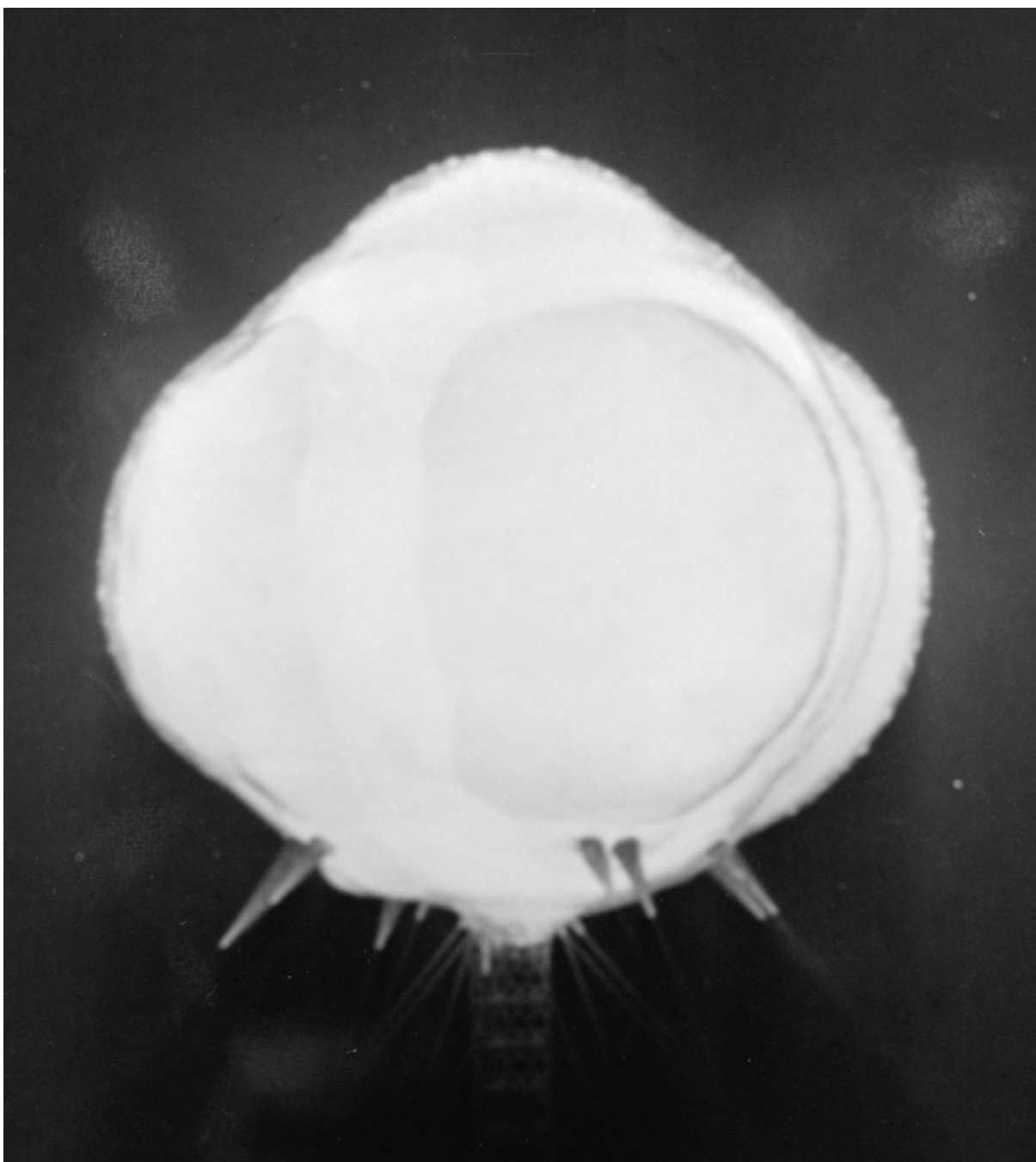




⏪ Poste de commandement



⏪ Plan du site



↑ **Boule de feu de Gerboise Bleue, le 13 février 1960**





**« Il faut que la défense de la France soit française (...)**

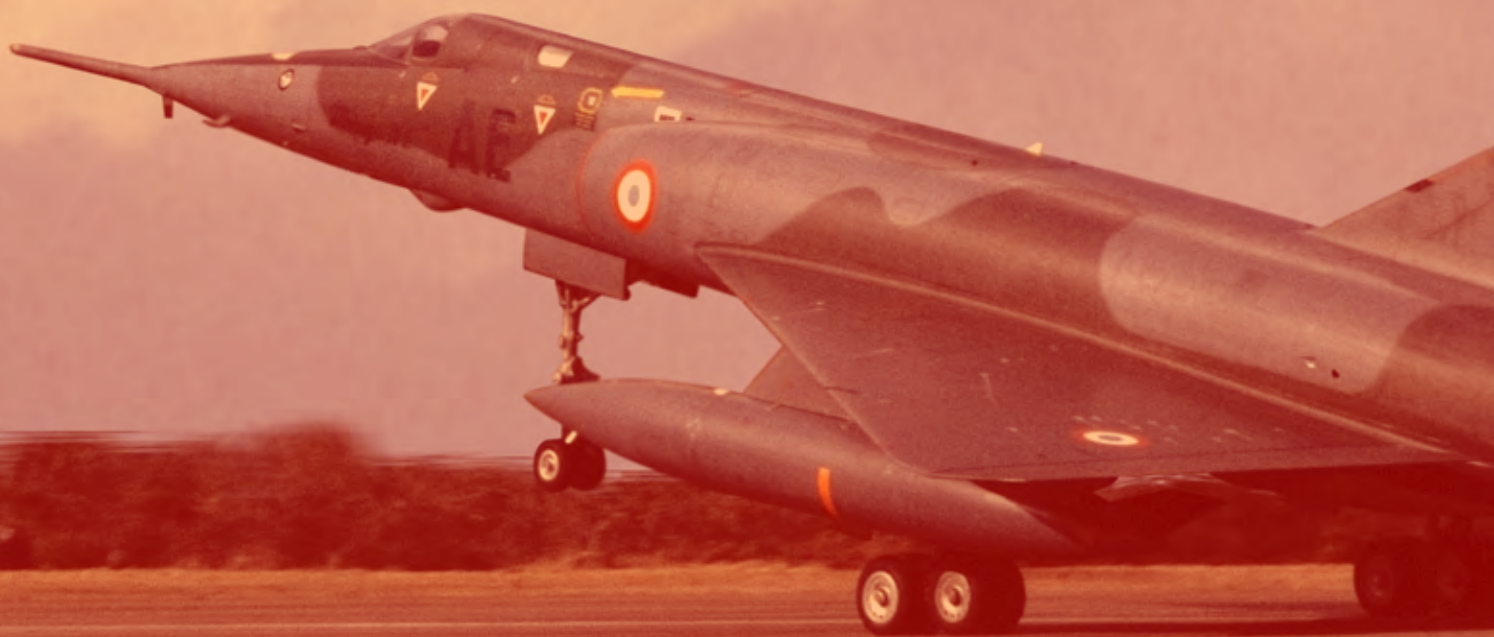
**Un pays comme la France, s'il lui arrive de faire la guerre, il faut que ce soit sa guerre. Il faut que son effort soit son effort. S'il en était autrement, notre pays serait en contradiction avec tout ce qu'il est depuis ses origines, avec son rôle, avec l'estime qu'il a de lui-même, avec son âme.**

**Naturellement, la défense française serait, le cas échéant, conjuguée avec celle d'autres pays. Cela est dans la nature des choses. Mais il est indispensable qu'elle nous soit propre, que la France se défende par elle-même, pour elle-même et à sa façon (...)**

**La conséquence, c'est qu'il faut, évidemment, que nous sachions nous pourvoir, au cours des prochaines années, d'une force capable d'agir pour notre compte, de ce qu'on est convenu d'appeler "une force de frappe" susceptible de se déployer à tout moment et n'importe où. Il va de soi qu'à la base de cette force sera un armement atomique (...)**».

---

Allocution du Président Charles de Gaulle à l'École militaire, 3 novembre 1959





DE LA BOMBE  
ATOMIQUE  
À L'ARME  
THERMONUCLÉAIRE  
1960 - 1968

---

Avec le premier essai nucléaire français, le 13 février 1960, la France a démontré qu'elle maîtrise la technologie de la fission, accédant ainsi au rang des puissances atomiques. Désormais, il revient au CEA/DAM de militariser les engins nucléaires, c'est-à-dire faire en sorte qu'ils soient opérationnels, en les adaptant à un vecteur donné pour qu'ils soient transportables. Car il est de la responsabilité de la Direction des Applications Militaires non seulement de concevoir les engins, mais aussi de les produire et de les maintenir en condition opérationnelle.

L'effort national qui est demandé va être d'autant mieux conduit qu'il est cadré par une programmation sur la durée des équipements militaires dans leur ensemble, dans le droit fil de ce qui avait fait le succès des premiers plans quinquennaux de l'énergie atomique.

Devenue une puissance nucléaire, la France se doit par ailleurs de se doter sans plus attendre d'une stratégie. C'est au cours des années 1960 que la doctrine nucléaire française est élaborée, en s'inspirant des travaux pionniers menés par plusieurs officiers généraux issus des trois Armées.

Parallèlement, les moyens humains, techniques, immobiliers et financiers attribués à la Direction des Applications Militaires connaissent un accroissement important, afin de lui permettre de remplir la mission pour laquelle elle a été créée.

En outre, la place des essais nucléaires en vraie grandeur devient un facteur essentiel dans la crédibilité de la dissuasion nucléaire, eux seuls sont à l'époque en mesure de garantir la fiabilité du fonctionnement des armes et leur sûreté ; c'est une question de crédibilité, à la fois technique et politique.

Au cours de ces années, l'un des défis majeurs à relever par l'organisme public a trait à la technologie thermonucléaire. La France y parvient finalement en 1968, non sans difficultés ; son statut de puissance nucléaire est alors renforcé, en lui permettant de disposer (à masse égale) d'armes nucléaires plus puissantes, plus précises et susceptibles de franchir plus facilement, le cas échéant, les défenses anti-missiles adverses.

Pour le fondateur de la V<sup>ème</sup> République, l'accès au rang thermonucléaire est également un moyen de conforter, voire de rendre irréversible la dissuasion nucléaire française.

1960

**Jacques Robert** succède au général Buchalet en tant que Directeur des applications militaires du CEA

Adoption par le Parlement de la **1<sup>ère</sup> Loi de Programme Militaire (LPM) 1960-1964**

1961

**Exécution au Sahara du dernier essai nucléaire atmosphérique français**, à Reggane le 25 avril, suivi en novembre par le **premier essai nucléaire français en galerie** dans le massif du Tan Affela, près d'In Ecker, dans le Hoggar

Décision du Premier ministre **Michel Debré** fixant les modalités d'exécution du programme atomique militaire et **création du Comité mixte Armées-CEA**

1962

**Signature des Accords d'Evian**, prévoyant notamment la possibilité pour la France de poursuivre pendant cinq ans ses essais nucléaires en Algérie

**Création du Centre CEA/DAM du Ripault**

**Création du Centre d'Expérimentation du Pacifique (CEP)**

1963

**Décision du Gouvernement français relative à la Force de frappe**, qui comprendra à terme trois composantes : aérienne, terrestre et sous-marine ; la priorité consiste désormais à construire le premier Sous-marin Nucléaire Lanceur d'Engins français (SNLE) et à réaliser une force de missiles sol-sol stratégiques sur le Plateau d'Albion

1964

Décret relatif à l'autorité du Président de la République sur les **Forces Aériennes Stratégiques (FAS)**, puis le premier escadron des FAS devient opérationnel

Adoption de la deuxième Loi de Programme Militaire (**LPM 1965-1970**)

Création de la Direction des Centres d'Expérimentations Nucléaires (**DIRCEN**)

1965

**Création du Centre d'Études Scientifiques et Techniques d'Aquitaine (CESTA)**

Mise en orbite du **premier satellite français** Astérix par une fusée Diamant

1966

Officialisation du **retrait français du commandement militaire intégré de l'OTAN**

**Dernier essai nucléaire souterrain dans le Hoggar**, puis **premier essai nucléaire atmosphérique en Polynésie française**, au-dessus de l'atoll de Mururoa

1967

Production du **premier lingot d'uranium très enrichi sur le site de Pierrelatte**

1968

Expérimentation en Polynésie française de la **première arme thermonucléaire française**

# NUCLÉAIRE DE DÉFENSE ET PROGRAMMATION



↑ Lancement du premier SNLE Le Redoutable à Cherbourg par le Général de Gaulle le 29 mars 1967

Dans le prolongement des plans quinquennaux de l'énergie nucléaire qui avaient, on l'a vu, assuré le démarrage de l'énergie atomique en France, le fondateur de la V<sup>ème</sup> République estime indispensable de garantir le succès du développement du nucléaire de défense en programmant l'effort budgétaire nécessaire. C'est ainsi



↑ Lancement de la fusée Diamant équipée du satellite Astérix sur la base d'Hammaguir le 26 novembre 1965

que le **Général de Gaulle** fait préparer et voter des Lois de Programme Militaires (LPM) qui, à l'origine, ne concernent que certains équipements militaires, et d'abord les plus importants d'entre eux, les armements nucléaires (à partir de 1976 les lois de programmation militaires concerneront l'ensemble du budget du ministère de la Défense).



C'est un effort budgétaire important qui est alors requis du Parlement afin de pouvoir doter la France d'une panoplie complète dans le domaine des armements nucléaires.

Les deux premières LPM permettent de jeter les bases et d'assurer sur la durée la constitution de la «Force de frappe», avec tout d'abord la mise en service des Forces Aériennes Stratégiques (FAS) à partir d'octobre 1964, constituée à l'époque d'avions Mirage IV-A .

Signe de la priorité donnée à la dissuasion nucléaire, celle-ci compte, à la fin de la Présidence du Général de Gaulle (1959 - 1969), pour 24% du budget total du ministère de la Défense et pour 50% de la part d'investissement de ce même budget. On mesure l'effort consenti à l'époque si l'on compare ces ratios avec ceux en vigueur aujourd'hui (en 2020),

respectivement d'environ 10% et 20%. Au total, sur la durée, on peut estimer que le coût de la constitution de la force de frappe de 1960 à 1990 a été de l'ordre de 150 à 160 milliards d'euros.

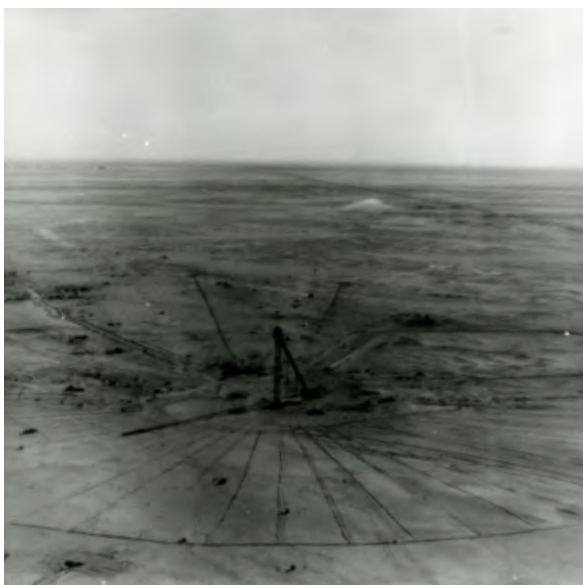
Outre la planification de l'effort consenti, l'intérêt des LPM a été, dès l'origine, d'associer étroitement la représentation nationale aux décisions prises dans le domaine du nucléaire militaire et d'instaurer un débat parlementaire sur son rôle dans la défense du pays.

Et si la première LPM a fait l'objet d'une importante controverse obligeant le Gouvernement à recourir à l'article 49-3 de la Constitution, certains parlementaires estimant qu'un tel effort était au-delà des moyens de la France ; depuis lors, un réel consensus politique s'est instauré sur la nécessité pour la France d'être dotée d'une force de dissuasion.

LPM	Date d'approbation	Principaux programmes d'armements
1960 - 1964	décembre 1960	Réalisation de la première génération de la composante aérienne (avions Mirage IV-A) ; études relatives aux missiles balistiques ; lancement de la construction du premier SNLE ; lancement de la construction de l'usine d'enrichissement de Pierrelatte.
1965 - 1970	décembre 1964	ACHÈVEMENT DE LA RÉALISATION DU PREMIER SNLE, lancement de la réalisation de la deuxième composante aérienne (au Plateau d'Albion) pour les missiles sol-sol balistiques stratégiques ; réalisation de la composante terrestre tactique (missile Pluton)



↳ **Général Albert Buchalet et son successeur Jacques Robert**  
Directeurs des applications militaires



↑ Gerboise Verte, dernier essai atmosphérique à Reggane - avril 1961

Avant



Après



Centre d'Expérimentations Militaires des Oasis CEMO

# L'ÉMERGENCE DE LA STRATÉGIE NUCLÉAIRE FRANÇAISE

Le plus souvent dans l'histoire militaire, l'apparition d'un armement précède la stratégie qui l'accompagne. Il en a été ainsi pour l'arme nucléaire, utilisée en août 1945 pour mettre fin à la Deuxième Guerre mondiale. Toutefois, très vite, plusieurs spécialistes des questions stratégiques ont cherché en France à conceptualiser les conséquences de l'apparition de l'arme nouvelle.

Le premier Français à le faire a été l'amiral **Raoul Castex**, dans un article paru dans la *Revue de défense nationale*, deux mois seulement après l'explosion d'Hiroshima. Dans cet article, très anticipateur, il perçoit déjà les fondements du concept de dissuasion nucléaire, en mettant en exergue le point suivant : l'arme atomique permet à une «nation faible» de dissuader une «nation forte» de l'attaquer.

**«(...) La nation faible, tout autant que la nation forte, possédera des bombes atomiques, en moindre quantité peut-être, mais cette considération de nombre pèse peu quand il s'agit d'engins de puissance individuelle aussi grande (...)»**

Amiral Raoul Castex, «Aperçus sur la bombe atomique», *Revue de défense nationale*, octobre 1945

C'est **Pierre Gallois**, alors colonel de l'Armée de l'air, qui va contribuer à élaborer la doctrine de dissuasion nucléaire à partir d'un mémoire qu'il soutient en septembre 1954 devant l'Ecole supérieure de guerre aérienne. Pour lui, l'arme atomique est avant tout une arme efficace de «*découragement à l'agression*».



↑ Raoul Castex



↑ Pierre Gallois

Il constate à l'époque que le déséquilibre des forces conventionnelles est trop important pour que la défense de l'Europe occidentale puisse être assurée par ces seuls moyens. Et tout en reconnaissant que, si pour l'heure, ce sont les États-Unis qui assurent la défense de l'Europe occidentale avec leur potentiel atomique, rien ne garantit qu'il en ira toujours de même. Pour l'officier français, l'avenir s'annonce «atomique» et impose à la France d'assurer sa défense par ses propres moyens, et plus particulièrement nucléaires. Ce plaidoyer fait écho aux propos très novateurs tenus à la même époque par le **Général de Gaulle**.

En 1960, dans son ouvrage *La stratégie de l'âge nucléaire*, le général Gallois développera la théorie de la «dissuasion du faible au fort», adoptée par la France avec d'autant plus de conviction que les États-Unis vont passer de la stratégie des «représailles massives» à celle de la «riposte graduée». Il souligne le «pouvoir égalisateur de l'atome», la prise en compte du rapport enjeu / risque, la dissuasion proportionnelle et l'impossibilité de partager la décision d'emploi.

Parallèlement, le général de l'Armée de terre **André Beaufre** fait valoir dès le milieu des années 1950 que l'objet de la guerre est devenu disproportionné avec les risques encourus du fait de l'existence de l'arme nucléaire, la menace des représailles étant l'un des fondements de la stratégie de dissuasion.

**«(...) Si l'adversaire en venait à une agression atomique, celle-ci aurait pour premier objectif les forces de représailles atomiques alliées. En raison de la mobilité dont peuvent être dotées ces forces de représailles, l'adversaire ne peut guère les détruire que s'il réussit à les attaquer simultanément, sans que l'alerte ainsi donnée par l'une de ses attaques ne fasse échouer les autres. Plus est grande la dispersion géographique des points de lancement ou d'envol des forces atomique de riposte, moins s'avère possible la simultanéité de telles attaques (...)».**

Colonel Pierre Gallois, Mémoire présenté devant l'École supérieure de guerre aérienne, septembre 1954

**«(...) La guerre atomique n'aura peut-être jamais lieu, et l'on doit le souhaiter. Mais ce sera alors sans doute que grâce à l'effort que nous aurons fait pour nous constituer des forces armées pleinement adaptées à cette forme de guerre. Garder des armements désuets serait inviter l'adversaire à tenter une aventure facile (...)».**

Exposé du général André Beaufre devant le Conseil supérieur des forces armées, 5 novembre 1954



↑ Général André Beaufre



↑ Général Charles Ailleret

Comme le général Gallois, le général Beaufre développe sa réflexion au début des années 1960 ; il souligne ainsi que l'incertitude constitue le facteur essentiel de la dissuasion, avec la menace d'une ascension aux extrêmes. Il soutient également qu'une capacité dissuasive requiert une grande puissance de destruction, une bonne précision et une bonne capacité de pénétration des défenses adverses.

Autre grande figure historique de la réflexion stratégique dans le domaine du nucléaire de défense, **Charles Ailleret** est un autre officier de l'Armée de terre qui se distingue très tôt par l'intérêt qu'il porte à l'arme atomique. C'est en tant que colonel qu'il fait en 1950 une conférence sur les possibilités de la guerre atomique devant l'École supérieure de guerre.

Deux ans plus tard, il prend le Commandement des armes spéciales, chargé de réfléchir aux moyens de se protéger de l'arme nouvelle, ainsi qu'à l'opportunité de s'en doter. Et c'est en tant que commandant interarmées des armes spéciales (depuis 1958) qu'il est chargé d'autoriser le déclenchement du tir Gerboise Bleue le 13 février 1960. Le général Ailleret est donc à la fois un praticien et un théoricien de la dissuasion nucléaire.

En 1967, alors chef d'état-major des armées, il élaborera de façon visionnaire la «stratégie tous azimuts», si bien adaptée au concept nucléaire français d'aujourd'hui (en 2020), eu égard à la portée des missiles dont dispose désormais la France.

**«(...) Il apparaît que pour être en mesure de faire face à des situations du genre envisagé, il faut que notre pays soit le plus capable possible de dissuader par son action éventuelle ceux qui pourraient être amenés à s'emparer de son territoire ou à l'écraser avec des bombes.**

**Il lui faut donc être par lui-même le plus fort possible, compte tenu de ses moyens et de la philosophie de la vie de ses habitants. Or dans l'arsenal des armements modernes, ceux qui ont le meilleur rendement, c'est-à-dire les plus efficaces pour un prix donné, sont et de très loin les armements nucléaires.**

**Ce sont par ailleurs ces armes qui, par leur action à grande distance, sont capables, par la menace de leurs terribles effets, de dissuader des attaques éventuelles en les rendant hors de proportion avec les bénéfices à en attendre.**

**Il est donc nécessaire, si la France veut pouvoir échapper aux risques qui pourraient la menacer, qu'elle dispose, en quantités significatives – qui n'ont point besoin d'être très grandes du fait de leur puissance unitaire – d'engins balistiques mégatonniques à portée mondiale dont l'action pourrait dissuader ceux qui voudraient, de quelque partie du monde qu'ils agissent, nous utiliser ou nous détruire pour aider à la réalisation de leurs buts de guerre (...)**

**Notre force autonome intrinsèquement aussi puissante que possible, devrait également – puisque nous ne savons pas d'avance de quel point du monde pourra venir, pour les générations qui suivront la nôtre, le péril qui les menacera – n'être point orientée dans une seule direction, celle d'un ennemi a priori, mais être capable d'intervenir partout, donc être ce que nous appelons dans notre jargon militaire, tous azimuts (...)**

---

Général Charles Ailleret «Défense dirigée ou Défense tous azimuts», *Revue de défense nationale*, décembre 1967

Le général **Lucien Poirier** contribue aussi à l'élaboration de la stratégie nucléaire française dans le cadre de travaux menés par le Centre de Prospective et d'Évaluation du ministère de la Défense (le CPE, créé en 1964). Il développe au cours des années 1960 la notion de seuil d'agressivité critique, avec l'idée qu'il faut obliger l'agresseur à s'engager plus puissamment, notamment par le recours, dans le cadre de la manœuvre dissuasive, à un test pour le forcer à signer son forfait. Ce test, directement lié à la mise en cause des "intérêts vitaux" du pays, peut se faire, selon lui, au moyen de l'Arme Nucléaire Tactique (ANT). Contrairement à ce qui apparaîtra ultérieurement comme une dérive, le général Poirier récusait dès cette époque toute idée de bataille nucléaire au moyen de l'ANT.



↑ Lucien Poirier

## LA MONTÉE EN PUISSANCE DE LA DAM

---

Avec le succès du premier tir expérimental en février 1960, la Direction des Applications Militaires (DAM), qui a succédé à la Direction des Techniques Nouvelles (DTN) en septembre 1958, confirme sa place dans l'appareil de défense français.

Désormais, tout en préservant son autonomie, le CEA/DAM doit mener de front ses activités de recherche, le passage à la phase industrielle (avec la production de têtes nucléaires en série), le développement de ses expérimentations en vraie grandeur, tout en s'insérant dans le cadre prévu par les lois de programme militaires.

Parallèlement, l'activité du CEA/DAM fait l'objet d'un examen mensuel par le Comité mixte Armées-CEA, créé en juin 1961, et dont la première réunion eut lieu en octobre suivant. Il s'agit alors d'assurer un contrôle, technique et financier, de l'exécution des activités de défense dont la responsabilité incombe au CEA au titre de «l'œuvre commune» ; la décision du Premier ministre fixant les modalités d'exécution du programme atomique militaire (13 juin 1961) ayant précisé que sa réalisation est une «œuvre commune» au ministère de la Défense et au CEA.

Les programmes concernés par l'œuvre commune sont les suivants : les armements nucléaires, les

chaufferies embarquées de la propulsion nucléaire, les matières stratégiques et la lutte contre la prolifération. La répartition des tâches est très claire : au ministère de la Défense revient la responsabilité de la conception d'ensemble des systèmes d'armes ; au CEA/DAM la conception, la fabrication, le maintien en condition opérationnelle des têtes nucléaires - avec la garantie de leur fiabilité et leur sûreté - puis leur démantèlement.

Pour mettre en œuvre ce programme de travail, la Direction des Applications Militaires va élargir son assise géographique en 1957, avec la création des centres de Moronvilliers et de Valduc (initialement annexe de Bill et à partir de 1962, centre à part entière). En 1959, le centre de Limeil du ministère de la Défense est rattaché au CEA. Il revint dès lors à Valduc de fabriquer les ensembles nucléaires entrant dans la constitution des armes nucléaires.

C'est en 1962 qu'est créé le centre du Ripault, dont la mission première est la réalisation des implosions. Puis, confrontée à la complexité des problèmes posés par la militarisation des engins, la DAM décide de créer en 1965 le Centre d'Études Scientifiques et Techniques d'Aquitaine (CESTA), chargé précisément de cette mission que le Centre de Vaujours assurait jusque-là.



La première génération des armes fabriquées par le CEA/DAM concerne des armes à fission. C'est au cours du Conseil des ministres du 18 juillet 1962 que le ministre de la Recherche scientifique et des questions atomiques et spatiales, **Gaston Palewski**, annonce la mise au point de la première arme nucléaire française en service, l'AN 11. Deux ans plus tard, elle est opérationnelle sur avion Mirage IV.

Le défi a été relevé avec une grande célérité par la DAM et les Armées. Puis, très vite, la Direction des Applications Militaires met au point une arme moins rustique et plus élaborée : l'AN 21.



↑ Mirage IV-A

Intitulé de la tête nucléaire	Dates de mise en service	Vecteur
AN 11	1964 - 1966	Avion Mirage IV-A
AN 21	1965 - 1967	Avion Mirage IV-A
AN 22	1967 - 1987	Avion Mirage IV-A



↑ AN - 11



↑ 1998

## LE RIPAULT

↓ 2001



**CESTA**



➤ 1966

# L'ACCÈS À LA BOMBE H ET LE RÔLE CLÉ DES ESSAIS

---

La question de l'accès au rang thermonucléaire s'est très vite posée au CEA/DAM, d'autant que trois autres puissances nucléaires y étaient parvenues rapidement : les États-Unis en 1952, la Russie en 1953 et la Grande-Bretagne en 1957. Et lorsque les discussions préliminaires à la constitution de la Force Océanique Stratégique (FOST) s'ouvrent en 1961, la Direction des Applications Militaires propose de la doter d'une charge thermonucléaire. Toutefois, les Armées privilégient une arme à fission exaltée, procédé qui apparaît à l'époque plus facilement accessible (et qui donnera lieu à la tête nucléaire M 41), différant la mise au point de la bombe H.

Mais, devant la vitesse avec laquelle la Chine progresse dans le domaine du nucléaire militaire (ce pays a fait exploser sa première bombe A expérimentale en 1964), le **Général de Gaulle** met sous pression le CEA/DAM pour que la France ne se trouve pas dépassée. En effet, un détail ne lui a pas échappé : la Chine a eu recours pour son premier essai à de l'uranium enrichi (et non à du plutonium comme l'avait fait la France), ce qui laissait supposer que ce pays était en passe de progresser rapidement dans le domaine du thermonucléaire (en France, la production du premier lingot d'uranium très enrichi sur le site de Pierrelatte n'aura pas lieu avant 1967).

De manière paradoxale, ce n'est que tardivement, pas avant janvier 1966, et lors d'une visite à Limeil, que le Président

français affirme officiellement cette priorité. Puis, l'essai de la bombe H par la Chine en juin 1967 accroît encore la pression sur la DAM, qui parvient toutefois à trouver la solution à l'ultime obstacle auquel elle se heurtait jusque-là pour accéder à la technologie thermonucléaire. Cette solution, obtenue grâce à des travaux de physique et de laboratoire, fut confirmée par le tir de l'engin Canopus, en août 1968.

À partir de 1960, les essais nucléaires permettent à la DAM de certifier la fiabilité du fonctionnement des armes nucléaires et leur sûreté (le fait qu'il n'y ait pas de déclenchement accidentel de l'arme) ; ils sont par conséquent le seul moyen à l'époque de garantir la crédibilité de la force de dissuasion nucléaire française. Pour ce faire, la Direction des Centres d'Expérimentations Nucléaires (DIRCEN) est créée en 1964, en se substituant au Commandement Interarmées des Armes Spéciales (CIAS).

Avec l'indépendance de l'Algérie, la France est contrainte de trouver une alternative pour effectuer ses essais en vraie grandeur. L'une des clauses des accords d'Evian de 1962 avec l'Algérie prévoit que ces essais pourront continuer jusqu'en 1966. À cette date, la France sera en mesure de poursuivre ses campagnes d'essais en Polynésie française, quatre ans après avoir créé le CEP (Centre d'Expérimentation du Pacifique).

Mais, aux difficultés techniques qui accompagnent la réalisation d'expérimentations nucléaires, qu'elles soient atmosphériques ou souterraines, s'ajoutent des difficultés diplomatiques. En effet, plusieurs puissances nucléaires (Russie, États-Unis, et Grande-Bretagne) prennent des initiatives : moratoire sur leurs expérimentations de 1958 à 1961, signature en 1963 du Traité de Moscou relatif à l'interdiction des essais nucléaires autres que souterrains... Celles-ci vont interférer avec les campagnes d'essais menées par la France, gêne d'autant plus sensible que plusieurs

États s'opposent ouvertement à la politique des essais menée par la France.

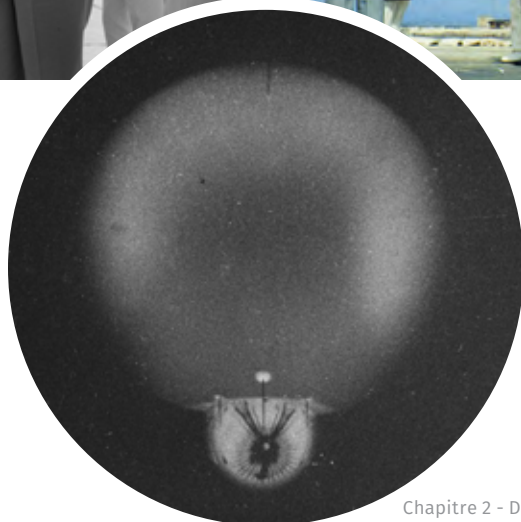
Pour la DAM, cette politique est essentielle à la conduite de son action, car outre les garanties qu'elle apporte à la dissuasion, elle imprime un rythme de travail au sein de l'organisme public, avec des objectifs ambitieux à atteindre chaque année. De manière exceptionnelle, l'année 1969 fut exempte d'essais nucléaires français, ceux-ci étant annulés pour des raisons financières.



**Général de Gaulle à Mururoa** ➤  
pour le tir sous ballon  
Bételgeuse en septembre 1966



← **Premiers instants de l'essai Bételgeuse**





➤ Premier essai sur barge Aldebaran à Mururoa en juillet 1966




➤ **Premier essai thermonucléaire Canopus sous ballon** à Fangataufa en août 1968



➤ Le Président Georges Pompidou sur le Redoutable en 1971



A large, stylized number '50' is rendered in a light blue color, serving as a background for the text. The '5' is composed of several overlapping geometric shapes, and the '0' is a solid circle.

LA CONSOLIDATION  
DU NUCLÉAIRE DE  
DÉFENSE FRANÇAIS  
1969 - 1981

---



Parallèlement, le début des années 1970 voit la mise au point par le CEA/DAM, à la demande de l'autorité politique, de l'arme nucléaire tactique. Cela donne lieu au déploiement d'une charge commune tactique, la tête AN 52 sur avion à partir de 1972 et, deux ans plus tard, de la tête AN 51 sur missile sol-sol Pluton.

Cette montée en puissance ne peut pas être réalisée à l'époque sans le recours aux essais nucléaires en vraie grandeur, afin d'obtenir une validation expérimentale

pour les programmes mis au point à la DAM. Dans le domaine des essais, une véritable politique a donc été mise en œuvre pour homologuer les têtes nucléaires, avant de pouvoir les produire en série.

1969

**Premier essai à la mer  
du SNLE Le Redoutable**

1970

**Jean Viard** succède  
à Jacques Robert en  
tant que Directeur des  
applications militaires

Adoption par le Parlement  
de la **LPM 1971 - 1975**

1971

Un accident d'avion  
provoque la mort de  
plusieurs membres du  
Comité mixte Armées-  
CEA alors qu'ils se  
rendaient à Pierrelatte

La **première unité  
de neuf missiles  
stratégiques sol-sol S 2**  
devient opérationnelle  
au Plateau d'Albion

**Mise en service  
du premier SNLE  
Le Redoutable**

1972

La **deuxième unité**  
de neuf missiles  
stratégiques **sol-sol S 2**  
devient opérationnelle  
au Plateau d'Albion

Publication par le  
Gouvernement du  
**Livre blanc sur la  
Défense nationale**

**Jacques Chevallier**  
succède à Robert  
Camelin qui avait  
succédé à Jean Viard, en  
tant que Directeur des  
applications militaires

Les **premières armes  
nucléaires tactiques  
AN 52** deviennent  
opérationnelles sur  
avion Mirage III



1973

**Essai de l'arme nucléaire tactique en configuration opérationnelle lancée d'un avion Mirage III, au large de Mururoa**

1974

**Mise en service des missiles Pluton dotés de l'AN 51**

**Fin des essais nucléaires atmosphériques français**

1975

**Première expérimentation nucléaire souterraine en puits, sous l'atoll de Fangataufa**

1976

Adoption par le Parlement de la **LPM 1977 - 1982**

1978

Livraison au porte-avions Clemenceau des **premières armes nucléaires tactiques de l'Aéronavale**, puis au porte-avions Foch deux ans plus tard.

## LE DÉVELOPPEMENT DE LA TRIADE STRATÉGIQUE

---

Après la mise en œuvre en 1964 de la première composante des FAS, la priorité est donnée à la constitution d'une triade pour les Forces Nucléaires Stratégiques (FNS), comprenant, outre la composante pilotée, une composante sous-marine et une composante sol-sol ; cela a pour conséquence de diversifier les moyens de dissuasion à la disposition du chef de l'État.

Si le Gouvernement français a pris la décision en juillet 1955 de construire un sous-marin à propulsion nucléaire à uranium eau lourde (programme Q 244), sa réalisation a été entravée dès l'origine par des problèmes de conception. Trois ans plus tard, cela a été rectifié et il est décidé en 1960 de construire un prototype à terre, à uranium enrichi, sur le site CEA de Cadarache. Ce réacteur diverge en 1964. Entre temps, le Gouvernement français a décidé de construire le premier Sous-marin Nucléaire Lanceur d'Engins (SNLE), baptisé Le Redoutable, tout progrès dans ce domaine étant étroitement lié à l'état d'avancement de la technologie des missiles balistiques.

La France a prouvé sa capacité en la matière dès 1965 en mettant sur orbite son premier satellite artificiel au moyen d'une fusée Diamant. Pour ce faire, le ministère de la Défense a créé en 1962 le Centre d'Essais des Landes (CEL), permettant, là aussi, de prouver par l'expérimentation le savoir-faire français.

Lancé officiellement par le **Général de Gaulle** à Cherbourg en mars 1967, Le Redoutable est mis en service en décembre 1971, doté du missile M 1 et de la tête nucléaire MR 41 ; dès lors, c'est la Force Océanique Stratégique (FOST) qui entre pleinement en fonction.

Parallèlement, la composante sol-sol balistique stratégique a été mise au point, le plateau d'Albion ayant été choisi pour abriter cette nouvelle composante des FAS. C'est ainsi que la première unité de neuf missiles stratégiques sol-sol S 2, dotés de la tête nucléaire MR 31, devient opérationnelle au plateau d'Albion en août 1971, suivie par la seconde unité de neuf missiles en avril suivant.

Intitulé de la tête nucléaire	Nature de l'arme	Date de mise en service	Vecteur
MR 31	Arme à fission	1971 - 1980	Missile S 2 au Plateau d'Albion
MR 41.1	Arme à fission	1971 - 1973	Missiles M 1 et M 2 sur SNLE
MR 41.2	Arme à fission	1973 - 1979	Missiles M 1 et M 2 sur SNLE
TN 60	Arme thermonucléaire	1976 - 1980	Missile M 20 sur SNLE
TN 61	Arme thermonucléaire	1980 - 1996	Missiles M 20 (sur SNLE) et S 3 (au Plateau d'Albion)

Le Président **Georges Pompidou** a donc été le premier chef d'État de la V<sup>ème</sup> République à disposer de la triade stratégique.

La mise en œuvre de cette triade au sein de la dissuasion nucléaire française coïncide d'ailleurs avec la publication, en juin 1972, du premier Livre blanc sur la Défense nationale, commandé par le ministre de la Défense **Michel Debré**. Pour la première fois, le Gouvernement français précise publiquement que la dissuasion nucléaire est réservée à la protection des "intérêts vitaux", ceux-ci étant définis par référence unique à ce qui constitue la France elle-même.

Le développement des Forces Nucléaires Stratégiques sous-tend des évolutions technologiques majeures, successivement :

- **UNE RÉDUCTION DE LA MASSE DES TÊTES NUCLÉAIRES** afin de les miniaturiser, ce fut tout l'enjeu du passage de la TN 60 à la TN 61
- **DES TÊTES NUCLÉAIRES MULTIPLES**, c'est-à-dire le «mirvage», qui sera opérationnel à partir de 1985 avec la TN 70 sur missile M 4 embarqué sur SNLE, afin d'être en mesure de saturer les systèmes de défense adverses.

Entretien entre le Président Georges Pompidou et le Directeur des applications militaires Jacques Chevallier, le 7 décembre 1972

**« Je lui fis part de l'ensemble de mes réflexions, tout particulièrement concernant le problème des têtes multiples. Le président m'écouta silencieusement jusqu'à la fin de mon exposé, puis me posa la question suivante :**

**— Est-ce que vous pensez que la solution de ce problème est à la portée de la France ?**

**Je lui répondis :**

**— Monsieur le Président de la République, quand la France a décidé de se lancer dans la réalisation de sous-marins nucléaires lanceurs d'engins, elle a fait un pari beaucoup plus risqué.**

**Il m'a dit alors :**

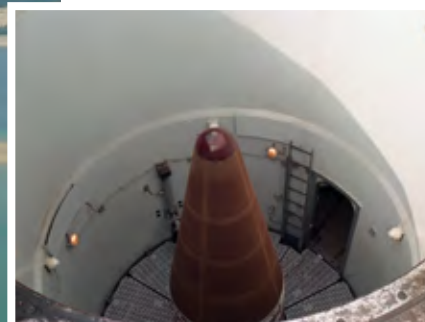
**— Je vous fais confiance**

**L'entrevue était terminée. »**

Témoignage de Jacques Chevallier lors du 40<sup>ème</sup> anniversaire de la DAM



↑ Mirage III avec l'AN 52



↑ Missile du plateau d'Albion



↑ Enveloppe postale premier jour du Sous-marin Nucléaire Lanceur d'Engins Le Redoutable





← De gauche à droite :  
François-Xavier Ortoli, ministre du  
Développement industriel et scientifique  
Robert Hirsch, Administrateur Général  
du CEA  
Michel Debré, ministre de la Défense  
Francis Perrin, Haut-Commissaire  
à Bruyères-le-Châtel en 1970



↑ Jacques Chevallier



↑ Georges Pompidou

## LE DÉVELOPPEMENT DE L'ARME NUCLÉAIRE TACTIQUE

Le développement d'un armement nucléaire tactique a été planifié par le Gouvernement en 1963 et c'est trois ans plus tard, en 1966, qu'il est décidé de passer à la phase de réalisation, au moment même où la France se retire du commandement militaire intégré de l'OTAN, avec la fin de la mise à disposition par les États-Unis d'armes nucléaires tactiques à la France.

À l'époque, le Centre de Prospective et d'Évaluation (CPE) du ministère de la Défense fait valoir que disposer de l'ANT, en particulier d'un vecteur terrestre, contribue à lier l'intervention du Corps de bataille français à la menace de recours au feu nucléaire. En outre, le recours à l'ANT est envisagé par les Armées comme une «capacité de test» des intentions de l'adversaire. Le Livre blanc sur la Défense nationale de 1972 en tire la conclusion que «*la manœuvre militaire classique s'intègre dans le maniement politique de la dissuasion*».

Mais c'est sous la Présidence de **Valéry Giscard d'Estaing** que le rôle attribué à l'ANT va atteindre son paroxysme, le chef de l'État estimant à l'époque que cette arme n'est pas seulement un instrument de dissuasion, mais aussi un instrument de bataille.



Le principe d'un engin nucléaire tactique commun à l'Armée de terre et à l'Armée de l'air a été élaboré par le CEA/DAM dès 1964, répondant à des préoccupations financières (réduire le coût de mise au point d'une arme) et d'organisation (alléger le plan de charge de l'organisme public). La Charge Tactique Commune (CTC) permet ainsi de doter les Forces Aériennes Tactiques (FATAC), dès 1972 avec l'AN 52, puis l'Armée de terre en 1974, avec l'AN 51.

L'engin AN 51 avait fait l'objet de l'essai nucléaire Aldebaran en juillet 1966, première expérimentation atmosphérique sur barge au Centre d'Expérimentation du Pacifique (CEP). L'engin AN 52 fait l'objet d'un essai en configuration opérationnelle lancé d'un avion Mirage III, au large de Mururoa, l'expérimentation Tamara en août 1973.

À partir de 1978, il est décidé de moderniser les forces nucléaires tactiques, d'une part avec le projet de missile Air-Sol Moyenne Portée (ASMP), d'autre part avec la mise au point d'un missile sol-sol de plus grande portée que le Pluton, d'une plus grande précision et d'une meilleure capacité de pénétration, avec le programme Hadès.

Ce programme répond également à une priorité politique, en élargissant la portée du missile on vise à apaiser les craintes de la République fédérale d'Allemagne d'être considérée par la France comme un glacis de sa défense.

Parallèlement, sur décision du Gouvernement, la DAM a entrepris à partir de 1976 des études relatives à la fabrication de l'arme à rayonnement renforcé ou bombe à neutrons, avec l'éventualité d'en doter le missile Hadès.

Intitulé de la tête nucléaire	Nature de l'arme	Date de mise en service	Vecteur
AN 52	Arme à fission	1972 - 1991	Avions Mirage III-E, Jaguar et Super-étendard
AN 51	Arme à fission	1974 - 1993	Missile Pluton sur char



↑ Essai Tamara le 28 août 1973

↓ Missile Pluton



↗ Avions Jaguar



↑ Montage missile ASMP sous Super-étendard

## LA STRATÉGIE DES ESSAIS

---

L'évolution des armements nucléaires français rendait indispensable une politique des essais continue à mesure que l'on passait successivement des armes à fission aux armes à fission exaltée, puis aux armes thermonucléaires.

Une répartition des tâches entre le CEA/DAM et les Armées a été élaborée dès le milieu des années 1950, conduisant à la création, en 1964, de la Direction des Centres d'Expérimentations Nucléaires (DIRCEN), organisme interarmées dont le commandement est assuré par un officier général, assisté du directeur des essais de la DAM. Aux Armées, il revient d'assurer le soutien logistique des opérations, à la DAM de préparer l'expérience de physique menée sur l'engin, d'effectuer les mesures pendant l'essai et d'en exploiter les données en perspective de la mise au point des charges nucléaires.

Pour militariser les armes, il faut les expérimenter, notamment tester leur capacité face aux défenses antimissiles adverses, mais aussi les miniaturiser en perspective du déploiement des têtes multiples sur missile M 4. C'est en effet en avril 1974 qu'a été prise la

décision de fabriquer le missile M 4 mirvé, disposant de plusieurs têtes à trajectoires indépendantes les unes des autres. C'est à cette occasion que la responsabilité sur le corps de rentrée a été confiée au CEA/DAM. Une dizaine d'années plus tard, les progrès se porteront sur la discrétion radar des têtes.

Pour prendre un exemple de ce qui vient d'être dit, la campagne d'essais nucléaire de 1973 permet de valider une nouvelle filière d'amorce, permettant ainsi d'alléger ultérieurement la charge mégatonnique et de préparer la mise en service du missile M 4 une dizaine d'années plus tard.

Afin d'anticiper la fin de l'utilisation du champ de tir dans le Sahara algérien prévue par les Accords d'Evian, la France a créé le Centre d'Expérimentation du Pacifique (CEP), après avoir sélectionné deux atolls polynésiens, Mururoa et Fangataufa. Les sites en question présentent l'avantage d'être très éloignés des zones où les populations humaines sont concentrées à la différence notable du site américain du Nevada, par exemple.

La France mène des essais atmosphériques au CEP de 1966 à 1974, avant de passer aux essais en puits à partir de 1975. Ceux-ci vont se révéler tout particulièrement productifs, tant en termes de résultat des mesures que de permanence des tests, en permettant de s'affranchir des contraintes météo.

Type d'essais nucléaires	Nombre
Aérien, à Reganne, de 1960 à 1961	4
En galerie, à In Ecker, de 1961 à 1966	13
Aériens (sur barge, sous ballon ou largué d'avions), en Polynésie française, de 1966 à 1974	46
En puits : à partir de la couronne récifale ou sous lagon, en Polynésie française, de 1975 à 1991	141
Ultime campagne : En puits, sous lagon, en Polynésie française, de 1995 à 1996	6
<b>TOTAL</b>	<b>210</b>



← **Essai Rigel sur barge à Fangataufa**  
le 24 septembre 1966

↓ **Essai Rhea sous ballon à Mururoa**  
le 14 août 1971







← **Essai Ilus sous couronne récifale à Mururoa**  
le 21 juin 1980

↓ **Essai Pitthée sous lagon à Mururoa**  
le 14 juin 1991





© X X MARDI 30 JANVIER 1996 (N° 16 003)

Après le sixième tir dans

# Chirac : arrêt des essais n

*La dernière  
campagne*

La France aime être aimée du monde entier. Pendant six mois, être aimée n'a pas été si facile. Notre image de nation généreuse et pacifique, tournée vers les autres, porteuse d'un message universel, a été ternie – pourquoi se le cacher ? – par la reprise des essais nucléaires. La fiabilité de notre dissuasion avait un prix. Nous l'avons cher payé.

PAR ALAIN PEYREFITTE

M. Jacques Chirac a eu le courage de faire ce qu'il fallait pour rendre leur « crédibilité »

*La France va prendre  
dans le monde » et aussi «*

Jacques Chirac a annoncé hier soir « l'arrêt définitif » des essais nucléaires français dans le Pacifique-Sud. Le sixième et dernier essai de la campagne actuelle a eu lieu samedi.

● « Grâce à l'ultime série qui vient d'être effectuée, la France disposera durablement d'une défense fiable et moderne. La sécurité de notre pays, celle de nos enfants est assurée », a déclaré le président de la République lors d'une allocution télévisée.

● Il a ajouté que « la France va jouer un rôle actif et déterminé pour le désarmement dans le monde et aussi pour une meilleure défense européenne ». M. Chirac prendra des « initia-

tive  
proc  
● L  
n'a  
niq  
soir  
« d  
mai  
trait  
dén  
fiqu  
● A  
son  
tée  
çais  
nou  
des  
nir  
ture  
disa  
● A  
Koh  
prés  
« ai

# LE FI L'AURC

s le Pacifique-Sud

## êt définitif nucléaires

# ENTRE RUPTURES ET CONTINUITÉ 1981-1996

des initiatives « pour le désarmement  
pour une meilleure défense européenne

s en ce sens dans les  
chaines semaines ».

la première initiative  
pas tardé. Un commu-  
né a fait savoir, hier  
que la France signera  
ès les prochaines se-  
mes, les protocoles du  
é de Raratonga » sur la  
nucléarisation du Paci-  
e-Sud.

Washington, la Mai-  
Blanche s'est « félici-  
» de la décision fran-  
e qui « va fournir un  
vel élan » aux efforts  
Etats-Unis » pour obte-  
lès cette année la signa-  
d'un traité global inter-  
nt les essais ».

A Bonn, le chancelier  
a salué la décision du  
sident Chirac qui a  
nsi tenu parole ».

● Satisfait  
Greenpeace  
l'association  
Chine et la  
rent les d  
l'adoption

Au PS, l  
time qu'  
à cette p  
plus tôt ».

● La pre  
tation ato  
s'était prod  
1960, dans  
moratoire avait été déci-  
par François Mitterrand e  
avril 1992. Trois semaines  
après son élection à la pré-  
sidence de la République, l  
13 juin 1995, Jacques Chir-  
rac avait tranché en faveur  
de la reprise des essais.

(L'article  
Patrice-Henry DESAUBLIAU  
page 1

L'alternance politique, avec l'arrivée au pouvoir pour la première fois sous la V<sup>ème</sup> République d'un candidat issu de l'opposition, ne va pas se traduire par une remise en cause de la politique nucléaire de défense de la France ; au contraire, on assiste à une remarquable continuité politique en la matière.

L'évolution du contexte géostratégique avec la fin de la Guerre froide amène le chef de l'État à réexaminer les fondements sur lesquels repose la dissuasion nucléaire française. Tout en continuant à donner la

priorité à la dissuasion dans la politique défense en renforçant son caractère stratégique, une évolution marquante se fait jour en direction du désarmement, ainsi que de la lutte contre la prolifération.

C'est dans ce cadre que le Président **François Mitterrand** va imposer un moratoire sur les essais nucléaires à partir de 1992, et ce jusqu'à la fin de son deuxième septennat. Parallèlement, il impose le passage à la simulation comme moyen de substitution aux expérimentations nucléaires en vraie grandeur.

Dans ce domaine, le CEA/DAM a anticipé le mouvement en réfléchissant dès 1989 aux perspectives d'une possible limitation (et non d'un arrêt total) des essais nucléaires. Cela donnera lieu deux ans plus tard au programme «Préparation A une Limitation des Essais Nucléaires (PALEN)», lancé par le Directeur des applications militaires **Roger Baléras**, avec l'appui du ministre de la Défense **Pierre Joxe**.

Le CEA/DAM peut alors se prévaloir de ses travaux précurseurs dans le domaine des lasers de puissance

depuis le début des années 1960, ainsi qu'en matière de calcul haute performance, deux éléments clés pour réussir et s'imposer dans le domaine de la simulation.

La communauté nucléaire de défense estime indispensable une ultime campagne d'essais, avant l'arrêt définitif des essais nucléaires. Celle-ci est décidée par le Président **Jacques Chirac** en 1995.

1983

Adoption par le Parlement de la **LPM 1984 - 1988**

Discours à l'ONU du **Président Mitterrand** sur le désarmement

1985

Décision de concevoir et fabriquer la tête nucléaire **TN 75**

**Alain Vidard** succède à Jacques Chevallier en tant que Directeur des applications militaires

1987

Adoption par le Parlement de la **LPM 1987 - 1991**, qui ne concerne que les équipements

1988

**Roger Baléras** succède à Alain Vidard en tant que Directeur des applications militaires

1990

Adoption par le Parlement de la **LPM 1990 - 1993**

1991

Lancement du **programme PALEN** (Préparation A une Limitation des Essais Nucléaires) dont les premières réflexions remontent à 1989

1992

Annonce par le Premier ministre **Pierre Bérégovoy** du **moratoire sur les essais** jusqu'à la fin de l'année

Signature par le **Président Mitterrand** de l'ordre de suspension des essais

Lancement du **programme AIRIX** : Installation radiographique et hydrodynamique dans le cadre du programme PALEN

Prolongation du moratoire français

1993

Lancement de l'avant-projet sommaire de **Laser Mégajoule (LMJ)**

Création du **Groupe Lanxade** sur les conséquences de la suspension des essais sur l'avenir des armes nucléaires

Le **Président Mitterrand** précise qu'il n'y aura plus d'essais jusqu'à la fin de son mandat

1994

Allocution du **Président Mitterrand** à l'Élysée consacrée à la dissuasion nucléaire, il fait part de sa décision de développer un important **programme de simulation**

Adoption par le Parlement de la **LPM 1995 - 2000**

**Jacques Bouchard** succède à Roger Baléras en tant que Directeur des applications militaires

1995

Décision de construire le **LMJ au CESTA**

1996

Annonce par le **Président Chirac** de l'**arrêt définitif des essais nucléaires français**, après une ultime campagne menée de septembre 1995 à janvier 1996

# MODERNISATION DES FORCES ET FIN DE LA GUERRE FROIDE

Lorsqu'il accède au pouvoir en mai 1981, **François Mitterrand** endosse aussitôt la responsabilité des Présidents de la V<sup>ème</sup> République en matière de nucléaire de défense. Et dans le contexte de la crise des Euromissiles (1979 - 1987), crise majeure de la Guerre froide, il ne ménage pas ses efforts, tant en France qu'à l'étranger, dans son plaidoyer en faveur de la dissuasion nucléaire.

Cela l'amène, notamment lors d'un fameux discours au Bundestag en janvier 1983, à apporter son soutien au Chancelier ouest-allemand en faveur du déploiement des Euromissiles, afin de compenser le déséquilibre

provoqué par le déploiement des missiles SS 20 du côté soviétique.

Parallèlement, les Forces Nucléaires Stratégiques (FNS) françaises sont modernisées de manière significative, avec le passage aux têtes multiples pour les missiles embarqués sur SNLE et avec des progrès importants en matière de discrétion radar et de durcissement des têtes. Ces progrès sont également favorisés par des gains importants réalisés sur la masse et le volume des têtes, permettant en retour d'accroître la portée des armes.

Intitulé de la tête nucléaire	Nature de l'arme	Dates de mise en service	Vecteur
TN 70	Arme thermonucléaire	1985 - 1996	Missile M 4 sur SNLE
TN 71	Arme thermonucléaire	1987 - 2004	Missile M 4 sur SNLE

À partir de 1985, chaque missile M 4 peut emporter six têtes nucléaires, avec comme conséquence nouvelle l'accroissement considérable de l'arsenal des SNLE (seize missiles dotés chacun de six têtes nucléaires) et donc des FNS. En outre, la définition de la technologie de la tête TN 71 a été arrêtée en 1983, en prenant acte de la réduction de son volume par rapport à la TN 70 et de l'accroissement significatif de la discrétion radar.



Dans le tableau suivant, on retrouve la taille de l'arsenal des FNS, déclarée publiquement par différents Présidents de la République

Cette évolution donne une idée du plan de charge du CEA/DAM au cours de ces périodes et de l'évolution de ses capacités industrielles, en particulier dans ses Centres de Valduc et du Ripault.

Année	Nombre de têtes nucléaires
1983	98
1986	150
1987	300
1994	500
2008	300
2015	300

Par ailleurs, devenues pré-stratégiques à partir de 1984, les armes qui étaient appelées auparavant armes nucléaires tactiques évoluent significativement, notamment avec la mise au point du missile de croisière Air-Sol Moyenne Portée (ASMP), qui permet au pilote d'un avion de tirer à distance de sécurité grâce à la technologie du statoréacteur.

Intitulé de la tête nucléaire	Nature de l'arme	Dates de mise en service	Vecteur
TN 80	Arme thermonucléaire	1986 - 1988	Missile ASMP sur avion Mirage IV-P
TN 81	Arme thermonucléaire	1988 - 2009	Missile ASMP sur avions Mirage IV-P, Mirage 2000-N et Super-étendard
TN 75	Arme thermonucléaire	Depuis 1997	Missile M 45 sur SNLE-NG
TNA	Arme thermonucléaire	Depuis 2009	Missile ASMP-A sur avions Mirage 2000-N et Rafale

Avec la fin de la Guerre froide en 1991, pour la France il n'existe plus que des armes stratégiques. C'est l'aboutissement de la mise à jour doctrinale opérée par le Président Mitterrand et l'heure est désormais au désarmement.

On peut affirmer très nettement que la montée en puissance de la posture nucléaire française, donc de son arsenal, tout au long des années 1980, a contribué à faire barrage aux manœuvres déstabilisatrices opérées par l'Union soviétique, et par conséquent à désamorcer la crise nucléaire des Euromissiles.

JUILLET 1992



# LE TRAIT D'UNION

LES ESSAIS, UN MAILLON DE LA DISSUASION

**Paris, 8 Avril (AFP) - Le Premier Ministre Pierre Bérégovoy a annoncé mercredi à l'Assemblée nationale la "suspension cette année des essais nucléaires de la France dans le Pacifique" sur instruction du Président de la République.**

## "EXTRAIT DE LA LETTRE DU DAM AU PERSONNEL"

La situation de maintien de la dissuasion nucléaire réaffirmée par le 1<sup>er</sup> Ministre tout en décidant une suspension des tirs de la Campagne 1992 nous pose un véritable problème... J'ai été longuement reçu par le Ministre de la Défense qui s'est déclaré prêt

à nous apporter toute l'assistance nécessaire pour régler au mieux la situation. La préparation de la Loi de Programmation Militaire se poursuivra donc dans un esprit de continuité.

R. BALERAS

↑ Extrait du bulletin "Le trait d'union"  
Bulletin de liaison de la Direction des Essais CEA/DAM



↑ **Construction AIRIX au Polygone d'Expérimentation de Moronvilliers en novembre 1995**

← **Reprise des essais nucléaires avec l'essai Thétys**  
le 5 septembre 1995  
Mise en place du conteneur, véritable laboratoire de physique renfermant l'engin et les moyens de mesure

# LA POLITIQUE FRANÇAISE DE DÉSARMEMENT

---

Pour le Président **François Mitterrand**, le désarmement n'est rendu possible que si l'adversaire potentiel s'engage aussi à désarmer. À cet égard, la fin de la Guerre froide a marqué une évolution très nette. Dès lors, le chef de l'État peut mettre en œuvre l'idée selon laquelle c'est en tant que puissance nucléaire que la France peut peser de manière efficace dans le domaine du désarmement. D'où la politique menée consistant à créer un fait accompli, afin d'«avoir quelque chose à négocier» (cf. la montée en puissance de l'arsenal français)

Cette montée en puissance doit être mise en perspective avec l'état de l'arsenal nucléaire soviétique juste avant la fin de la Guerre froide, à savoir 25 800 têtes nucléaires, dont 12 500 armes stratégiques. Le nombre de têtes nucléaires dont dispose la France va se réduire de manière significative à partir du milieu des années 1990 avec la mise en vigueur des mesures

de désarmement adoptées de manière unilatérale par la France. Et c'est à partir de cette époque que le concept de «suffisance», qui est aujourd'hui (en 2020) l'un des fondements de la doctrine nucléaire française, commence à se développer.

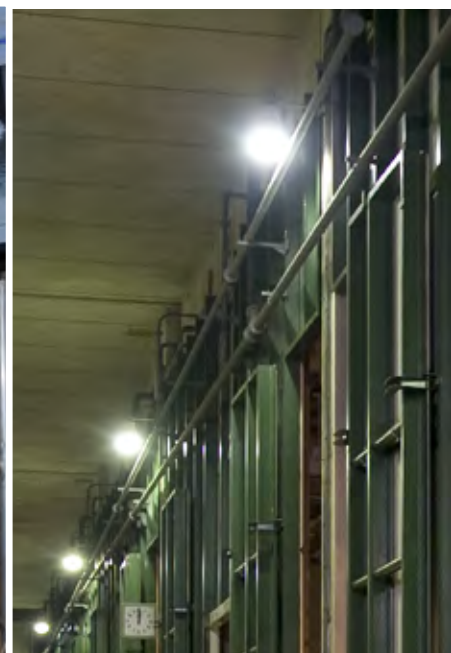


Année	Mesures françaises de désarmement annoncées et mises en œuvre
1991	<ul style="list-style-type: none"> <li>Retrait anticipé des têtes AN 52 sur avion bombardier</li> <li>Réduction du programme Hadès à 30 exemplaires (sur les 120 programmés)</li> <li>Abandon du projet de missile S 45 susceptible de remplacer le missile S 3</li> </ul>
1992	<ul style="list-style-type: none"> <li>Moratoire sur les essais nucléaires</li> <li>Arrêt du programme Hadès</li> <li>Réduction du niveau d'alerte des forces nucléaires : 2 ou 3 SNLE en permanence à la mer, doublement du temps de réaction des avions des forces nucléaires, diminution de moitié du nombre d'exercices nucléaires (entre 1990 et 1993)</li> <li>Réduction de 5 à 4 du nombre de SNLE-NG programmés</li> <li>Arrêt de production de plutonium destiné aux armes nucléaires</li> </ul>
1993	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fin de mission du système d'arme Pluton</li> <li>Arrêt de l'usine UP1 sur le site de Marcoule</li> </ul>
1996	<ul style="list-style-type: none"> <li>Annonce par le Président <b>Jacques Chirac</b> de l'arrêt définitif des essais nucléaires français, de la fermeture définitive du CEP, du démantèlement des installations de production de matières fissiles destinées aux armes nucléaires</li> <li>Arrêt de la production d'uranium hautement enrichi sur le site de Pierrelatte</li> <li>Fin du caractère opérationnel des missiles sol-sol du Plateau d'Albion</li> <li>Signature du TICE</li> <li>Retrait définitif du système Hadès</li> </ul>
1998	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ratification du TICE</li> </ul>
2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>Annonce par le Président <b>Nicolas Sarkozy</b> de la réduction de 3 à 2 du nombre d'escadrons des FAS</li> </ul>
2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mesures de transparence annoncées par le Président <b>François Hollande</b> : précisions sur l'arsenal français (3 lots de 16 missiles portés par les SNLE-NG et 54 vecteurs ASMP-A) et organisation de visites pour les médias de sites n'accueillant plus d'armes nucléaires (Plateau d'Albion et base de Luxeuil)</li> </ul>

À cette époque, la politique de désarmement telle que menée par la France consiste à lier le désarmement et la lutte contre la prolifération des armes nucléaires. C'est à cette aune que l'on peut mesurer son engagement lorsqu'elle ratifie le Traité de Non-Prolifération (TNP) en 1992.

Pour le Président Mitterrand, le désarmement est complémentaire de la dissuasion, l'objectif de l'un est de réduire les risques de guerre quand l'autre a pour but de l'empêcher. Puis la France signe dès 1996 le Traité d'Interdiction Complète des Essais nucléaires (TICE) et le ratifie deux ans après.

↓ **Visite des Experts Internationaux**  
le 16 septembre 2008

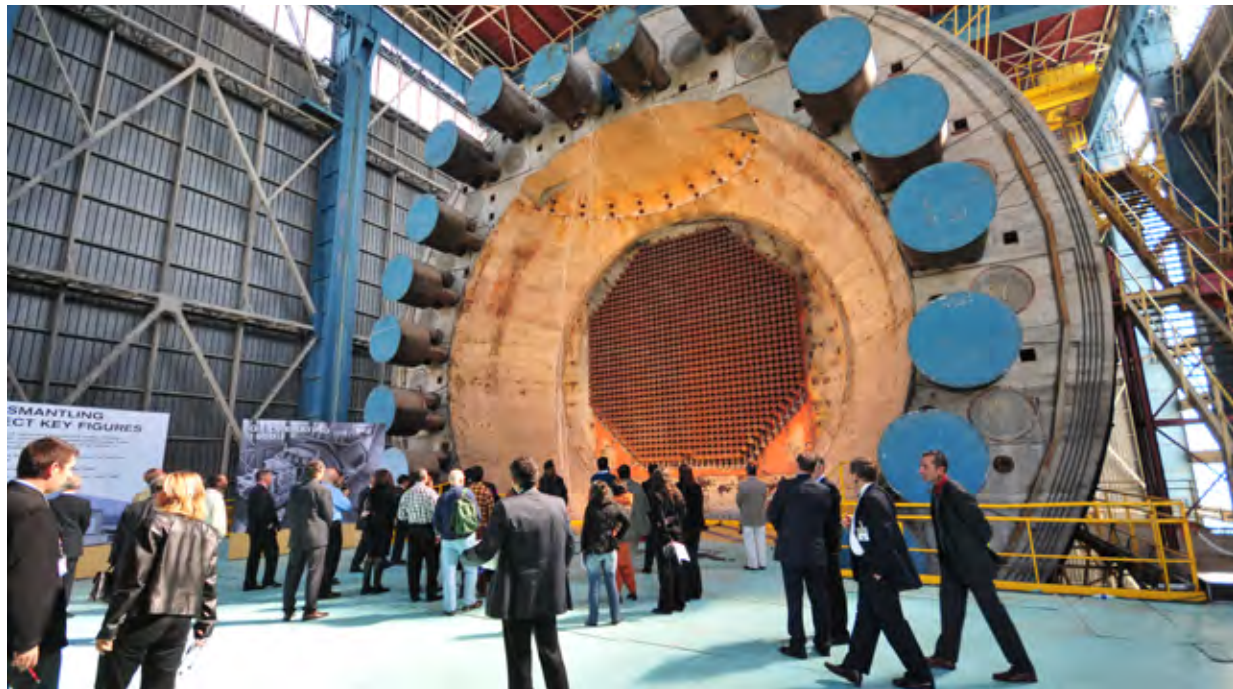


↑ **Démantèlement de Pierrelatte**





↔ Démantèlement de Marcoule







# DU MORATOIRE À L'ARRÊT DÉFINITIF DES ESSAIS

---

Le moratoire sur les essais, décidé en avril 1992, est imposé par l'autorité politique au CEA/DAM et aux Armées, sans réelle concertation, ce qui provoque à l'époque une incompréhension au sein de la communauté nucléaire de défense.

Cette décision correspond à la volonté du Président **François Mitterrand** de faire un geste en direction du désarmement (après l'annonce du moratoire soviétique en octobre 1991), même si cela se heurte aux arguments techniques en faveur de la continuation des essais en vraie grandeur défendus alors par le directeur des applications militaires.

Pour **Roger Baléras**, il est en effet indispensable de pouvoir valider le principe des «charges robustes» c'est-à-dire des engins nucléaires peu sensibles aux variations technologiques et de mener des expériences de physique très instrumentées, avant de pouvoir passer complètement à la simulation du fonctionnement des armes. De plus, les leçons ont été tirées en interne des difficultés auxquelles s'étaient heurtés les États-Unis après le moratoire de 1958 - 1961 (lorsqu'ils avaient cherché à reprendre leurs essais et à homologuer leurs nouvelles têtes nucléaires).

Pour apaiser les tensions, et prendre en compte l'arrivée au pouvoir d'un gouvernement de Cohabitation, le Président de la République nomme en juillet 1993 une commission pilotée par le chef d'état-major des armées, l'amiral **Jacques Lanxade**, qui va conclure à la nécessité de reprendre les expérimentations en Polynésie française.

Toutefois, cette recommandation n'est suivie d'effet que deux ans plus tard, sous la présidence de **Jacques Chirac**, qui décide de mener une ultime campagne d'essais nucléaires. Celle-ci a lieu de septembre 1995 à janvier 1996 ; elle comprend six tirs, cinq destinés à valider le passage au programme Simulation et un à homologuer la tête nucléaire TN 75 (dotant les missiles M 45 embarqués sur SNLE). La TN 75, qui a été conçue à partir de 1985, se distingue alors des précédentes armes par son optimisation extrême, en particulier dans le domaine de la discrétion radar et dans son durcissement face aux contre-mesures adverses.

L'engagement politique que le Président **Jacques Chirac** avait pris allait se traduire par la fin définitive des essais nucléaires et le démantèlement du Centre d'Expérimentation du Pacifique (CEP). En démantelant son centre d'essai nucléaire, la France était le premier pays au monde à prendre une telle mesure, et cela de manière unilatérale. Cette décision allait s'articuler avec l'adhésion de la France au Traité d'Interdiction Complète des Essais nucléaires (TICE) en septembre 1996, et son engagement en faveur de la conclusion d'un traité interdisant la production de matières nucléaires à des fins militaires (traité dit «Cut off»). Le Gouvernement français entendait ainsi montrer l'exemple et agir concrètement en matière de désarmement, conformément à l'article six du TNP.

Présidence	Nombre d'essais nucléaires
De Gaulle	31
Pompidou	23
Giscard d'Estaing	62
Mitterand	88
Chirac	6
<b>TOTAL</b>	<b>210</b>



☞ **Dernier essai nucléaire Xouthos**  
à Fangataufa, le 27 janvier 1996



➤ Salle mirage, mur d'images



LA SIMULATION,  
OUTIL ULTIME DE  
GARANTIE DES  
ARMES NUCLÉAIRES  
FRANÇAISES DEPUIS  
1996

---

Soleil



Depuis le début des années 2000, le programme Simulation est devenu un outil stratégique essentiel pour le développement économique d'un grand nombre d'entreprises françaises, notamment en réduisant leurs coûts de R&D (Recherche et Développement) grâce à la modélisation des futurs produits et donc leur compétitivité sur le marché international.

Par ailleurs, avec le programme Simulation, le CEA/DAM a confirmé sa capacité à gérer de nouveaux grands projets dans un esprit comparable à celui qui présidait à la préparation et au déroulement des campagnes d'essais nucléaires : la capacité à répondre à un véritable défi scientifique, technologique et industriel.

De plus, le ministère de la Défense français a évalué que la garantie des armes nucléaires par la Simulation avait réduit de 60% le budget nécessaire à l'époque des essais.

Enfin, force est de constater qu'avec le programme Simulation, le CEA/DAM a acquis une nouvelle place au sein de l'appareil de défense français.

1996

Décision de lancer le **programme Simulation**

Début de la **restructuration de la DAM**

**Fin de l'alerte opérationnelle** des missiles sol-sol stratégiques du Plateau d'Albion

Adoption par le Parlement de la **LPM 1997/2002**

1997

Début de la construction de la **Ligne Intégration Laser (LIL)**

**Mise en service du 1<sup>er</sup> SNLE-NG**, emportant le missile M 45 doté de la tête nucléaire TN 75

**Démantèlement du dernier missile Hadès**

**Cessation définitive de l'activité de l'usine de retraitement UP1 de Marcoule**

1998

**Inauguration par le Président Chirac de l'installation LIL au CESTA**

**Fin du démantèlement** des installations du **CEP** et dissolution de la **DIRCEN**

1999

Transfert des installations expérimentales **Laser du Centre de Limeil au CESTA**

Premier essai de qualification de **l'installation AIRIX** sur le Centre de Moronvilliers

Fin de la phase de restructuration de la DAM, avec notamment la **fermeture du Centre de Limeil**

2000

**Alain Delpuech** succède à Jacques Bouchard en tant que Directeur des applications militaires

Inauguration de **l'installation AIRIX**

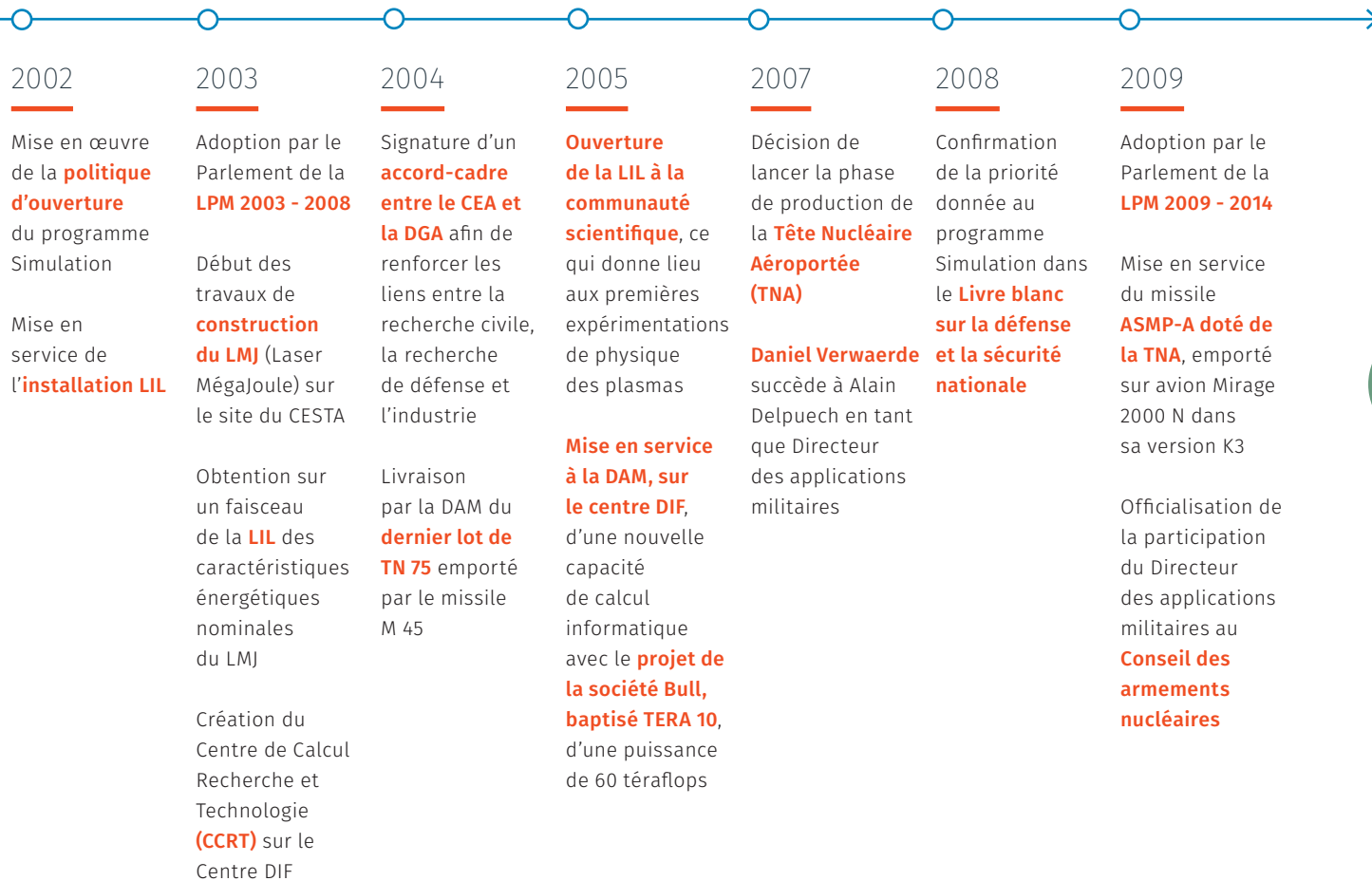
Dans le cadre de la réorganisation du CEA, **la propulsion nucléaire est rattachée à la DAM**

2001

Mise en service de **l'installation AIRIX**

Mise en service au Centre DIF d'un ordinateur doté d'une puissance de calcul de **5 téraflops, baptisé TERA**





# CONSEIL DE DÉFENSE ET DE SÉCURITÉ NATIONALE UN OUTIL SUR MESURE

Le Conseil de défense et de sécurité nationale (CDSN) traite un spectre très large de questions afférentes à la sauvegarde et à la protection des intérêts du pays. Les décisions politiques de l'opération au Mali y sont prises, les travaux du Livre blanc et seront validés. Quelque soit sa forme, le conseil est présidé par le chef de l'État, qui peut être remplacé par le Premier ministre.

## LA FORMATION PLÉNIÈRE

### MISSIONS

Le Conseil de défense et de sécurité nationale définit les orientations et fixe les priorités en matière de :

- Programmation militaire
- Dissuasion
- Conduite des opérations extérieures
- Planification des réponses aux crises majeures
- Renseignement
- Sécurité économique et énergétique
- Programmation de sécurité intérieure concourant à la sécurité nationale et à la lutte contre le terrorisme

## LA FORMATION RESTREINTE OU ÉTENDUE

### MISSIONS

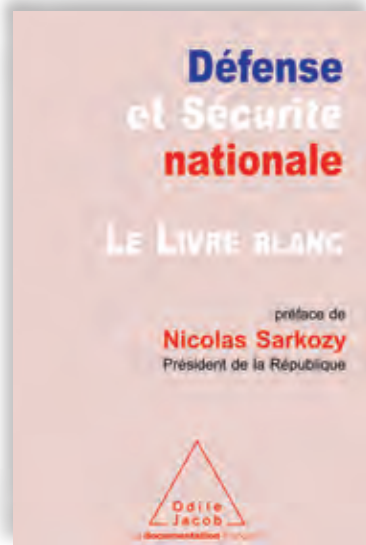
Les formations restreintes ou étendues traitent de dossiers qui vont au-delà des sept missions de la formation plénière ou réclament une expertise particulière. L'ordre du jour est établi par le président de la République.

### COMPOSITION

Le nombre et la qualité des personnalités sont strictement adaptés à la mission et fixés par le Président. Il peut s'agir de ministres, d'élus, de hauts fonctionnaires ou de spécialistes de la société civile, qui sont entendus dans le cadre de cette formation.



Pour les besoins de l'infographie, l'ensemble des participants est réuni autour d'une même table. Dans la réalité, il est possible de composer chaque formation.



## Le maintien de la crédibilité technique

Le maintien de la crédibilité de notre dissuasion reposera largement sur les moyens scientifiques et techniques nécessaires à la préservation dans le temps de nos capacités nucléaires. Notre aptitude à assurer sur le long terme, de façon indépendante, la fabrication d'armes fiables et sûres doit être garantie.

En l'absence d'essais nucléaires et d'installation de production de matières fissiles à des fins explosives, le programme de *simulation* est donc un élément clé de la dissuasion. Il n'est pas destiné à la mise au point de nouvelles filières d'armes nucléaires, mais à préserver leur adaptation en fonction des phénomènes de vieillissement des armes, des évolutions des défenses et des mutations scientifiques et techniques.

À partir des résultats de l'ultime campagne d'essais, ce programme a pour objectif d'assurer la garantie de fonctionnement des têtes nucléaires en l'absence d'essais nucléaires. Il s'appuie principalement sur le laser mégajoule (LMJ), les moyens de radiographie des armes et les moyens de calcul intensif numériques. Il permet également le maintien dans la durée de la compétence des experts qui savent concevoir les armes.

↑ Extrait du Livre blanc de 2008, page 171



*La dissuasion nucléaire continuera de se fonder sur la posture permanente des deux composantes océanique et aéroportée, indissociables et complémentaires.*

*Toutes deux concourent à l'ensemble des missions de la dissuasion.*

*Leurs performances, leur adaptabilité et leurs caractéristiques permettent le maintien d'un outil crédible à long terme, tout en restant à un niveau de stricte suffisance.*

*En outre, les capacités de simulation dont la France s'est dotée après l'arrêt de ses essais nucléaires assurent la fiabilité et la sûreté des armes nucléaires.*

*La nécessaire adaptation de nos capacités de dissuasion doit se poursuivre, pour répondre aux transformations du contexte stratégique, à l'évolution des menaces et aux changements dans le domaine de la défense aérienne, de la défense antimissiles ou de la détection sous-marine.*

*Elle suppose le renouvellement des deux composantes et le soutien à la pérennisation de nos têtes nucléaires.*

*Exerçant un effet d'entraînement sur l'ensemble de notre appareil de défense et garantissant la liberté d'action de nos forces, les deux composantes sont soutenues par un ensemble de capacités conventionnelles, pour offrir une gamme élargie d'options stratégiques. De nombreux moyens qui concourent à la dissuasion peuvent être utilisés pour les opérations conventionnelles (...)*

↑ Extrait de la revue stratégique de 2017, page 72

*« (...) En tant que chef de l'Etat, je suis le garant du temps long, parce que ma responsabilité de chef des armées est de prémunir notre Nation des menaces, en fixant l'horizon à plusieurs dizaines d'années.*

*La dissuasion nucléaire a joué un rôle fondamental dans la préservation de la paix et de la sécurité internationale, notamment en Europe. Je suis intimement persuadé que notre stratégie de dissuasion conserve toutes ses vertus stabilisatrices, et demeure un atout particulièrement précieux dans le monde de compétition des puissances, de désinhibition des comportements et d'érosion des normes qui aujourd'hui se dessine sous nos yeux.*

*La stratégie nucléaire de la France, dont je rappelais tout à l'heure les bases doctrinales, vise fondamentalement à empêcher la guerre.*

*Nos forces nucléaires ne sont dirigées contre aucun pays et la France a toujours refusé que l'arme nucléaire puisse être considérée comme une arme de bataille. Je réaffirme ici que la France ne s'engagera jamais dans une bataille nucléaire ou une quelconque riposte graduée.*

*Par ailleurs, nos forces nucléaires jouent un rôle dissuasif propre, notamment en Europe. Elles renforcent la sécurité de l'Europe par leur existence même et à cet égard ont une dimension authentiquement européenne.*

*Sur ce point, notre indépendance de décision est pleinement compatible avec une solidarité inébranlable à l'égard de nos partenaires européens. Notre engagement pour leur sécurité et leur défense est l'expression naturelle de notre solidarité toujours plus étroite. Soyons clairs : les intérêts vitaux de la France ont désormais une dimension européenne.*

*Dans cet esprit, je souhaite que se développe un dialogue stratégique avec nos partenaires européens qui y sont prêts sur le rôle de la dissuasion nucléaire française dans notre sécurité collective.*

*Les partenaires européens qui souhaitent s'engager sur cette voie pourront être associés aux exercices des forces françaises de dissuasion. Ce dialogue stratégique et ces échanges participeront naturellement au développement d'une véritable culture stratégique entre Européens (...) »*

---

Discours du Président Macron sur la stratégie de défense et de dissuasion, devant l'Ecole de guerre, le 7 février 2020

2010

---

Signature d'une **convention entre le CEA et la DGA concernant le rattachement du Centre d'Études de Gramat (CEG) au CEA/DAM**

**Mise en service du missile ASMP-A doté de la TNA**, emporté sur avion Rafale dans sa version F 3

**Visite du Président Sarkozy au CESTA**

Mise en service au Centre DIF de la machine **Bull TERA 100**, dotée d'une puissance de calcul de 1 pétaflops

Inauguration du **TGCC (Très Grand Centre de Calcul)**

Signature par la France et le Royaume-Uni de deux traités à **Lancaster House** : un traité global de coopération en matière de défense et sécurité et un **traité sur la coopération nucléaire (traité TEUTATES)**

Homologation par la DAM du **standard de calcul 2010** de garantie des charges nucléaires

2011

---

**Fin de livraison par la DAM de la TNA**, avant que la dernière tête TN 81 ne soit retirée du service opérationnel et démontée

Décision d'implanter au sein de l'installation LMJ le **Laser pétawatt PETAL**

Homologation par la DAM du **1<sup>er</sup> standard du Code de calcul Ouranos**, qui concerne les systèmes d'armements conventionnels

2012

---

**Premier tir d'évaluation par les Forces Aériennes Stratégiques (FAS) du système ASMP-A portant un simulateur de la TNA**

**Mise en service** sur le centre DAM-Ile-de-France (BIII) du **Centre National d'Alerte aux Tsunamis (CENALT)**

Homologation par la DAM de l'**extension de durée de vie opérationnelle de la TN 75**

**Transfert de la machine AIRIX sur le Centre de Valduc**

2013

---

Confirmation de la priorité donnée au programme Simulation dans **le Livre blanc sur la défense et la sécurité nationale**

**Visite du Président François Hollande au Centre de Bruyères-le-Châtel**

Décision de lancement de la **phase de production de la Tête Nucléaire Océanique (TNO)**

Adoption par le Parlement de la **LPM 2014 - 2019**

2014

---

**Inauguration du LMJ par le Premier ministre, Manuel Valls**

**Mise en œuvre d'EPURE sur le Centre de Valduc**

2015

---

**François Geleznikoff** succède à **Daniel Verwaerde** (devenu Administrateur Général du CEA), en tant que Directeur des applications militaires

**Visite du Président Hollande au centre CEA/DAM du Ripault**

2016

---

**Mise en service du supercalculateur TERA 1000**

**Mise en service de la TNO** sur missile M 51 embarqué sur SNLE

2017

---

**Homologation par la DAM du standard de calcul 2017 des charges nucléaires et des expériences laser**

**Revue stratégique sur la défense et la sécurité nationale**

À l'initiative de la DAM, **tenue du colloque *Résistance et Dissuasion* et de l'exposition éponyme** (par la suite itinérante) à la Bibliothèque nationale de France

2018

---

**Aboutissement du programme TNO**

Adoption par le Parlement de la **LPM 2019-2025**

**Mise en œuvre opérationnelle de TELSITE 2**, système de surveillance géomécanique des anciens sites d'expérimentation du Pacifique

**Homologation d'une nouvelle extension de la durée de vie de la TN 75**

**Divergence du réacteur d'essai (RES)** sur le site CEA de Cadarache

**Discours de la Ministre des armées Florence Parly dans le cadre des 60 ans de la DAM**

2019

---

**Célébration de la 10<sup>ème</sup> expérience Epure pour la garantie des armes nucléaires**

**Contribution de la DAM à la localisation de l'épave du sous-marin Minerve**, disparu en Méditerranée en 1968

**Inauguration par le Président Macron du chargement du cœur de la chaufferie nucléaire du 1er SNA Barracuda « Suffren », suivi de la divergence de la chaufferie**

**Réussite de la 1<sup>ère</sup> expérience de fusion au LMJ**

**Mise en service en Guadeloupe de la 24<sup>ème</sup> et dernière station géophysique française contribuant au TICE**

À l'initiative de la DAM, **tenue du colloque *Imaginaires nucléaires*** à la Bibliothèque nationale de France

2020

---

**Vincenzo Salvetti** succède à François Geleznikoff, en tant que Directeur des applications militaires

Participation de la DAM à la **1<sup>ère</sup> édition de la Fabrique Défense**

**Discours du Président Macron à l'Ecole militaire sur la stratégie de défense et de dissuasion**

# LE DÉVELOPPEMENT DU PROGRAMME SIMULATION

Il y a toujours eu de la simulation pour la mise au point des armes nucléaires. Avant de procéder à un essai nucléaire beaucoup de calculs étaient réalisés, ne serait-ce que pour définir les mesures et calibrer les diagnostics. En 1996 on est passé de la simulation à la «Simulation».

Signe de la montée en puissance des travaux sur la simulation, c'est en 1989 que furent entreprises les premières réflexions en interne DAM sur les moyens de substituer les essais nucléaires en vraie grandeur par des expériences en laboratoires. Cela donna lieu deux ans plus tard, avec l'accord du ministère de la Défense, au lancement du programme PALEN, concernant la préparation à une limitation des essais nucléaires.

Avec PALEN, les lignes directrices du programme Simulation étaient mises en œuvre, selon trois axes :

- **LA PHYSIQUE DES ARMES** : il s'agit de modéliser les phénomènes physiques qui interviennent lors du fonctionnement d'une arme nucléaire ;
- **LA SIMULATION NUMÉRIQUE PROPREMENT DITE** : ici, il s'agit de développer des codes de calculs en liaison avec le développement des modèles de physique ;

- **LA VALIDATION EXPÉRIMENTALE** : il s'agit de réaliser des expériences spécifiques en laboratoire afin de valider les modèles de physique. À la différence des essais nucléaires qui autorisaient une validation globale, on a affaire ici à une «validation par parties» de ces modèles physiques et des codes de calcul correspondants.

Puis, c'est au tournant des années 1990 - 2000 qu'une nouvelle étape fut franchie pour le programme Simulation. En septembre 2000, le directeur des armes nucléaires, et à ce titre responsable du programme Simulation, **Alain Delpuech**, devint directeur des applications militaires. Il succéda à **Jacques Bouchard**, qui avait géré, en un laps de temps très court, la fin des essais nucléaires et la restructuration de la DAM qui s'en était suivie.

À partir de cette époque, les Directeurs des applications militaires successifs vont porter très étroitement le développement du programme Simulation. Alain Delpuech le fera jusqu'en avril 2007, date à laquelle les anciens Directeurs des armes nucléaires vont, tour à tour, lui succéder : **Daniel Verwaerde** d'avril 2007 à janvier 2015 (date à laquelle il est nommé Administrateur Général du CEA), **François Geleznikoff** de février 2015 à décembre 2019, et **Vincenzo Salvetti** depuis janvier 2020.



C'est ainsi que la gouvernance de la DAM est assurée depuis l'année 2000 par les spécialistes reconnus internationalement du programme Simulation. D'ailleurs, cette année charnière fut marquée par la mise en œuvre d'un premier jalon du programme Simulation, avec l'inauguration de l'installation de radiographie éclair AIRIX, dont le premier essai de qualification remontait à l'année précédente.

Ainsi, c'est l'une des briques de l'édifice de la Simulation, pour sa partie validation expérimentale, qui était dès lors mise en place.

Et, de fait, les deux grandes installations prévues pour valider l'enchaînement de phénomènes physiques sont entrées en service en 2014, respectivement sur les Centres CEA/DAM de Valduc et du CESTA :

- **AIRIX, TRANSFÉRÉ DANS EPURE,**
- **LE LASER MÉGAJoule (LMJ).**

L'installation AIRIX, implantée initialement sur le Centre CEA/DAM de Moronvilliers, a donc été le premier outil expérimental du programme Simulation à avoir été mis en service. Elle fournit grâce à la radiographie X une image instantanée d'un métal lourd en implosion, ce qui permet d'observer et de caractériser la phase non-nucléaire du fonctionnement d'une arme nucléaire.

Cela permet par conséquent de valider les modèles relatifs au début du fonctionnement de l'arme. La vocation de cette installation est de mesurer, avec la plus grande précision, l'état et le comportement des matériaux constituant les armes nucléaires, et ce dans des conditions de température et de pression extrêmes rencontrées durant la phase hydrodynamique, sans dégagement d'énergie nucléaire.

Dans le cadre du traité TEUTATES (novembre 2010), la France et le Royaume-Uni développent des outils communs pour garantir la sûreté et la fiabilité de leurs armes nucléaires respectives. Cela comprend la construction et l'exploitation conjointe d'une installation radiographique/hydrodynamique à Valduc en Bourgogne (installation EPURE), et la construction d'une installation commune au Royaume-Uni à Aldermaston, le Centre de développement technologique.

En ce qui concerne le Laser Mégajoule (LMJ), son avant-projet sommaire remonte à l'année 1993, après qu'a été démontré par les équipes de la DAM tout l'intérêt d'un laser de forte puissance comme moyen de simulation physique des étages thermonucléaires. L'expérience acquise au cours des années 1980 avec le laser Phébus avait en effet permis d'avancer significativement dans la compréhension de ce que l'on appelle la Fusion par Confinement Inertiel (FCI), qui consiste à recréer en laboratoire les conditions d'une réaction thermonucléaire.

Dans le domaine du calcul haute performance, les travaux ont évolué très nettement à partir des années 1990, avec en particulier les progrès effectués dans le domaine des ordinateurs massivement parallèle. Ainsi, c'est en 2001 que fut mise en service au Centre CEA/DAM Ile-de-France (DIF), la machine baptisée TERA, dotée d'une puissance de calcul de 5 téraflops. TERA était alors l'ordinateur le plus puissant d'Europe. Cette évolution allait permettre la mise en service sur cette machine de la première version du simulateur numérique des armes, c'est-à-dire la chaîne logicielle décrivant au plus près de la réalité toutes les phases du fonctionnement d'un engin nucléaire.

Quatre ans plus tard, en 2005, la DAM réceptionnait le supercalculateur TERA 10, une machine conçue par la société française Bull, en coopération étroite avec le CEA, dotée d'une puissance crête de 60 téraflops. Depuis 2010, on est passé dans un nouveau registre de puissance de calcul avec le pétaflops, soit une puissance d'un million de milliards d'opérations par seconde, avec la mise en service à la DIF, en mai 2010, du supercalculateur TERA 100. Là encore, c'est la première fois qu'on atteint une telle puissance de calcul en Europe.

Le LMJ a été précédé par un prototype : la Ligne Intégration Laser (LIL), mise en service au CESTA en 2002 et, un an plus tard, un jalon important du programme Simulation était franchi avec l'obtention, sur un faisceau de l'installation LIL, des caractéristiques

énergétiques nominales du LMJ. À la même époque, les travaux de construction du LMJ débutaient sur un site dédié du CESTA.

La LIL, qui a été un instrument de physique exceptionnel permettant de mener de nombreuses expériences de physique des armes, a été arrêtée en février 2014. Ainsi, douze ans après avoir débuté les travaux, cet outil a permis au CEA/DAM de tester à l'échelle 1 toutes les conceptions et technologies retenues pour le LMJ.

L'année 2014 est marquée par la mise en service du LMJ et de l'installation Epure. La réussite en 2019 de la première expérience de fusion au LMJ marque le franchissement d'un jalon majeur du programme Simulation pour la garantie des armes nucléaires, idem cette même année avec la célébration de la dixième expérience française sur Epure.

En 2010, la DAM homologue le standard de calcul 2010 pour les charges nucléaires et les premières exploitations débutent sur la machine TERA 100, constituant, pour les concepteurs d'armes, une forte avancée en matière de simulation des charges nucléaires. C'est ainsi que, à partir de 2011, le supercalculateur TERA 100 est utilisé avec les standards de garantie de l'ensemble des fonctions de la tête nucléaire pour l'homologation de la future Tête Nucléaire Océanique (TNO).

Depuis 2016, la mise en service du supercalculateur TERA 1000, le plus puissant d'Europe, permet d'atteindre une puissance de 25 pétaflops, avant de viser l'exaflops à l'horizon 2020, soit une puissance équivalente à un milliard de milliards d'opérations par seconde, ou à mille fois la puissance de calcul atteinte en 2010.

L'objectif du programme Simulation est, par conséquent, de permettre à la France de garantir la pérennité de sa dissuasion quant au fonctionnement et à la sûreté des têtes sans recourir aux essais nucléaires en vraie grandeur, conformément au traité TICE. Dans ces conditions, il est nécessaire de fournir aux équipes de concepteurs d'armes les outils de simulation leur permettant de maîtriser tous les domaines de fonctionnement d'un engin nucléaire, sachant qu'une arme nucléaire doit être renouvelée à l'issue d'une durée de vie de l'ordre de vingt ans.

Fin 2017, l'homologation du standard de simulation 2017 dédié aux performances et à la sûreté des charges nucléaires constitue un jalon majeur du programme Simulation. C'est en effet le premier standard à bénéficier pleinement de toutes les composantes de ce programme, étant donné que son périmètre de validation intègre désormais les résultats expérimentaux obtenus grâce aux résultats Epure et LMJ mis en œuvre depuis 2014.

Le développement du programme Simulation, et donc son calendrier, ont été conditionnés dès l'origine par

l'échéancier du renouvellement des têtes nucléaires, pour les composantes aéroportée et océanique. En ce qui la concerne, la Tête Nucléaire Aéroportée (TNA) est devenue en 2009 la première arme nucléaire au monde à être garantie par la simulation. Elle a été suivie en 2016 par la Tête Nucléaire Océanique (TNO).

La DAM partage très largement son activité avec l'industrie française et sa politique industrielle est originale à plus d'un titre :

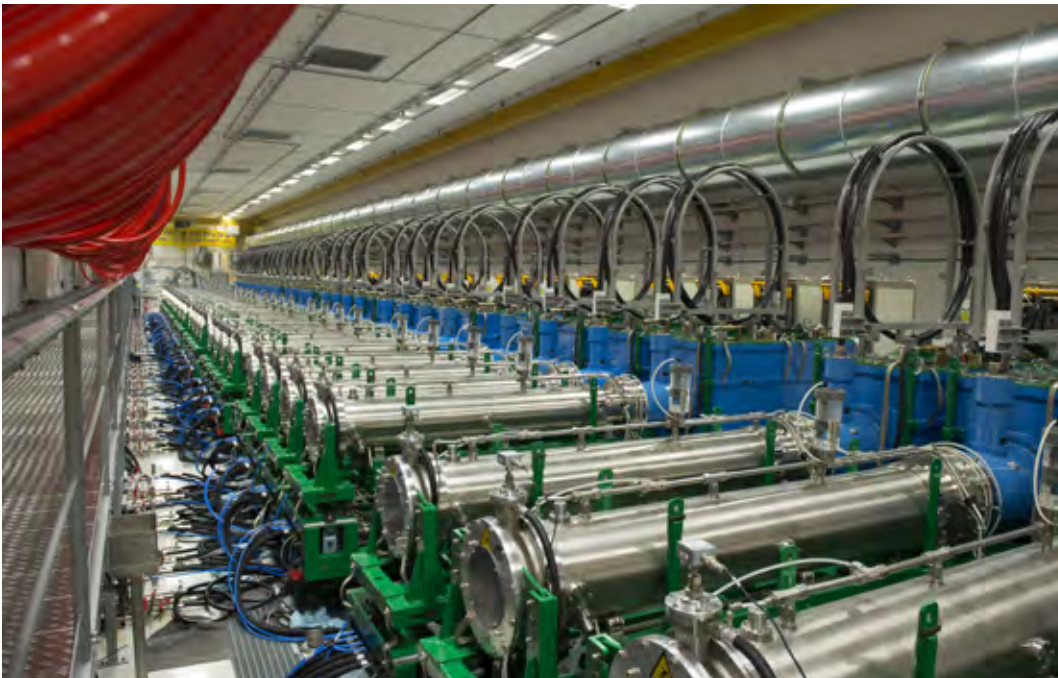
- d'abord parce que la DAM conserve la maîtrise d'oeuvre d'ensemble de la grande majorité des systèmes dont elle a la responsabilité. Elle s'appuie ainsi tant sur les grands groupes industriels de la Défense que sur les PME, souvent innovantes, en allouant ses opérations et contractualisant ainsi au juste coût ;
- ensuite, parce que l'attribution de son budget est sous-tendue par une répartition des travaux : la DAM conduit la recherche dans ses laboratoires grâce à son personnel de haut niveau scientifique et technologique. Une fois la définition d'un produit acquise, la DAM transfère la définition et les procédés vers les industriels qui en réalisent le développement, puis la production.

La DAM a également pour objectif que ses centres participent à la vie économique locale par leur implication dans les pôles de compétitivité. Hors de son champ d'utilisation, elle valorise ses recherches par le transfert de technologies vers l'industrie et le dépôt de nombreux brevets.



↑ Bâtiment Epure

## EPURE – VALDUC



← Machine AIRIX  
Cellules  
d'accélération



## LASER MÉGAJOULE – CESTA

↑ Bâtiment  
et chambre  
d'expériences



← Chaines laser



→ → → Calculateur TERA 100 mis  
→ en service au centre DIF  
→ en 2010





## LA POLITIQUE D'OUVERTURE DU CEA/DAM

---

Le Ministère de la défense a adopté, en 2001, une démarche visant à ouvrir sur l'extérieur (centres de recherche civils, industriels, etc.) le programme Simulation, mettant ainsi à la disposition de la communauté scientifique des moyens de calcul (TERA), ainsi que les moyens expérimentaux dans le domaine des lasers de puissance (la LIL et le LMJ) ; cette ouverture s'adresse à la communauté scientifique, aussi bien nationale qu'internationale.

En ce qui concerne les lasers de puissance, leur mise à disposition de la communauté scientifique a démarré très tôt en France, en 2005, trois ans après la mise en service de l'installation LIL. À la même époque, une autre initiative a été prise conjointement par la Région Aquitaine, le ministère de la Recherche et l'Union européenne, avec le projet PETAL «PETawatt Aquitaine Laser» dans le but de réaliser un laser de haute énergie et de haute puissance, générant des impulsions de l'ordre du kilojoule. Lancée officiellement en 2005 et couplée au LMJ, l'installation PETAL a franchi en mai 2015 le seuil du pétawatt (avec 1,2 PW en 0,7 picoseconde), devenant ainsi le laser de grande énergie le plus puissant au monde.

La première campagne d'ouverture internationale LMJ-PETAL est réalisée en décembre 2017 ; les conditions de réalisation des expériences sont conformes aux

caractéristiques attendues, ainsi qu'à la précision exigée en termes de synchronisation des impulsions LMJ et PETAL sur cible.

Dans le domaine du calcul haute performance, parallèlement au Centre de calcul exclusivement dédié aux applications militaires (la machine TERA), l'expertise de la DAM a également été mise très tôt au service de la recherche académique et de l'industrie. Cette politique d'ouverture commence à se concrétiser à partir de 2002, avec la mise à disposition de la machine TERA au profit des calculs de génomique menés par l'Université d'Evry ; l'idée est alors de créer un «pôle d'excellence» dédié au calcul haute performance.

Et c'est dans ce cadre que, depuis 2003, la DIF accueille, dans un périmètre dédié à Bruyères-le-Châtel, le Centre de Calcul Recherche et Technologie (CCRT), qui vise à mettre à la disposition du monde académique et des industriels les capacités du CEA en matière de calcul haute performance. Les domaines d'applications sont, depuis l'origine, très larges : la sûreté des réacteurs nucléaires, le comportement des matériaux, l'électronique, l'aéronautique, l'évolution du climat, la santé...

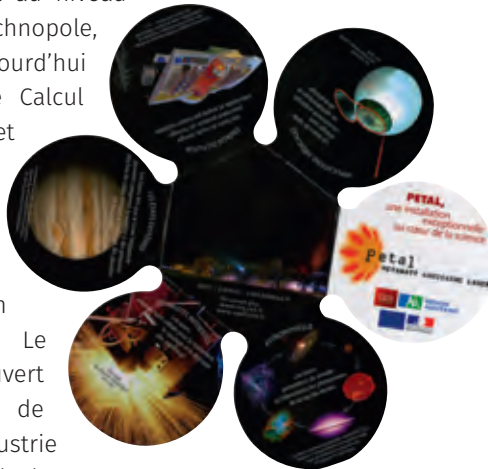
En outre, c'est dans le cadre de cette politique d'ouverture que le Conseil général de l'Essonne, les collectivités



locales et le Centre DAM Ile-de-France se sont mis d'accord autour du projet Ter@tec, qui vise, depuis 2004, à associer dans le domaine du calcul haute performance (et donc de la simulation numérique) les acteurs de la recherche, de l'enseignement supérieur et de l'industrie.

L'objectif est bien de créer un écosystème, une mise en réseau, dans le domaine des technologies pour le calcul intensif, que ce soit en France et au niveau européen. Véritable technopole, Ter@tec rassemble aujourd'hui le Très Grand Centre de Calcul (TGCC), inauguré en 2010, et un campus universitaire, où sont accueillis des étudiants en Master spécialisé, notamment en modélisation et simulation à haute performance. Le TGCC héberge le CCRT ouvert à la communauté civile de la recherche et de l'industrie française et le supercalculateur Curie ouvert à l'Europe.

#### ↓ Ligne Intégration Laser - CESTA



↑ Laser PETAL au LMJ



↑ Centre d'Alerte aux Tsunamis - DIF



↑ Ter@tec - DIF



←↑ TGCC et son amphithéâtre - DIF



↑ Calculateur Airain au TGCC

# LA DAM, ACTEUR INCONTOURNABLE DE L'APPAREIL DE DÉFENSE FRANÇAIS

---

Avec la fin des expérimentations nucléaires en vraie grandeur et le passage à la simulation, le CEA/DAM a connu une évolution de ses méthodes de travail et de son organisation ; cela s'est traduit également par un nouveau positionnement de l'organisme public au sein de l'appareil de défense. Un double-mouvement s'est en effet opéré : le retrait des armées de leur rôle-clé dans la gestion logistique des essais et un nouveau dimensionnement conféré au directeur des applications militaires dans l'appareil de défense.

C'est en effet désormais sur lui que repose totalement la crédibilité technique de la simulation des armes nucléaires. Lui seul est en mesure, et a donc la responsabilité, de garantir au Président de la République le fonctionnement et la sûreté des armes nucléaires. En effet, à la différence notable de la mise en œuvre régulière des vecteurs (avions et SNLE) et des tests de missiles, les essais nucléaires en vraie grandeur, qui « sanctionnaient » auparavant la réussite du test des armes nucléaires, n'existent plus.

À partir de 2002, le Directeur des applications militaires est invité à siéger au Conseil des armements nucléaires, évolution capitale car, auparavant, il ne rencontrait que de façon épisodique le chef de l'État. Cette évolution sera institutionnalisée en 2009, lorsqu'un décret officialisera la participation du Directeur des applications militaires au Conseil des armements nucléaires.

De façon symptomatique, il revient au Directeur des applications militaires, **Daniel Verwaerde**, de préparer avec son homologue britannique la rédaction du Traité intergouvernemental de Lancaster House relatif au partage d'installations radiographiques et hydrodynamiques communes, signé en 2010 (programme Teutatès-Epure). La DAM est ainsi devenue un acteur majeur dans la définition et l'application de la diplomatie nucléaire de la France.

Ce rôle-clé, au plus près de la décision politique, est directement lié au nouveau statut acquis par le DAM dans l'appareil de défense français, consécutif à la fin des essais nucléaires et à la montée en puissance du programme Simulation.

- Visite du Président de la République Jacques Chirac à la DAM en 2006  
De gauche à droite : Michèle Alliot-Marie (Ministre de la défense), Président Jacques Chirac et Alain Delpuech (DAM)



- Commémoration des 60 ans de la DAM en 2018  
De gauche à droite : François Geleznikoff (DAM) et Florence Parly (Ministre des armées)



↓ Avion Rafale



↑ Sous-marin Nucléaire Lanceur d'Engins



← Exercice de confinement d'explosif par cône et mousse acqueeuse sur le Centre de Gramat en 2013



↑ Exercice de lutte anti-terroriste  
→ à la station métro Saint Fargeau en 2008



# LES DIRECTEURS DES APPLICATIONS MILITAIRES DU CEA



**Albert BUCHALET**

Mars 1955 - septembre 1958 (BEG)  
Septembre 1958 - avril 1960 (DAM)



**Jean VIARD**

Mai 1970 - mars 1972



**Jacques CHEVALLIER**

Septembre 1972 - juin 1985

**René COTY**  
(1953-1959)



**Charles de GAULLE**  
(1959-1969)



**Georges POMPIDOU**  
(1969-1974)



**Valéry GISCARD D'ESTAING**  
(1974-1981)



**François MITTERRAND**  
(1981-1995)



**Alain POHER**  
(intérim en 1969)



**Alain POHER**  
(intérim en 1974)

**Reggane**

(1960 - 1961)

4 essais aériens

**In Ecker**

(1961 - 1966)

13 essais souterrains

**Mururoa et Fangataufa**

(1966 - 1974)

46 essais aériens

**Mururoa et Fangataufa**

(1975 - 1996)

147 essais souterrains



**Jacques ROBERT**

Mai 1960 - avril 1970



**Robert CAMELIN**

Mars 1972 - août 1972



**Alain VIDART**

Juillet 1985 - avril 1988





**Roger BALERAS**

Avril 1988 - juillet 1994



**Alain DELPUECH**

Septembre 2000 - avril 2007



**François GELEZNIKOFF**

Février 2015 - décembre 2019



**Jacques CHIRAC**  
(1995-2007)



**Nicolas SARKOZY**  
(2007-2012)



**François HOLLANDE**  
(2012-2017)



**Emmanuel MACRON**  
(Depuis 2017)



**Programme Simulation**  
(Depuis 1996)



**Jacques BOUCHARD**

Août 1994 - août 2000



**Daniel VERWAERDE**

Avril 2007 - janvier 2015



**Vincenzo SALVETTI**

Depuis janvier 2020

## CONCEPTION ET RÉALISATION DE L'OUVRAGE

**HISTORIEN :** Dominique MONGIN

**RECHERCHE ICONOGRAPHIQUE ET CONSEIL TECHNIQUE :** CADAM et William DELAHAYE

**RÉALISATION GRAPHIQUE ET IMPRESSION :** JPM Partner

## CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES

**CEA / CADAM :** Pages 5 - 7 - 22 - 32 - 33 - 34 - 35 - 41 - 42 - 43 - 45 (bas) - 46 - 56 - 57 - 64 - 65 - 67 (gauche et bas)  
68 - 69 - 79 (haut et bas gauche) - 80 - 81 (droite) - 86 - 87 - 96 - 97 - 100 - 101 - 102 - 103 - 105 - 106 - 122 - 123 - 124 (haut) - 125 -  
127 (bas) - 128 (haut) - 129 - 131 - 132 (bas) - 133 - 134 (haut et bas) - 135 (haut et bas)

**GETTY IMAGES :** Pages 4 - 9 - 11 - 16 (gauche) - 25 - 37

**CEA :** Pages 13 - 15 - 19 - 23 - 24 - 29 (haut droite) - 36 - 127 (haut)

**ECPAD :** Pages 29 (haut gauche) - 44 - 45 (haut) - 48 - 54 - 60 (droite) - 63 (haut) - 67 (droite) - 70 - 78 (haut) - 81 (gauche) - 82 - 83 - 132 (haut)

**IGN :** Page 31

**Philippe STROPPA :** 124 (bas) - 128 (bas)

**Droits réservés (DR) :** Pages 14 - 16 (droite) - 17 - 20 - 27 - 29 ( bas) - 30 - 40 - 47 - 58 - 60 (gauche) - 61 - 63 (bas) - 78 (bas) - 79 (bas  
droite) - 88 - 98 - 112 - 113 - 114 - 134 (milieu) - 135 (milieu)



