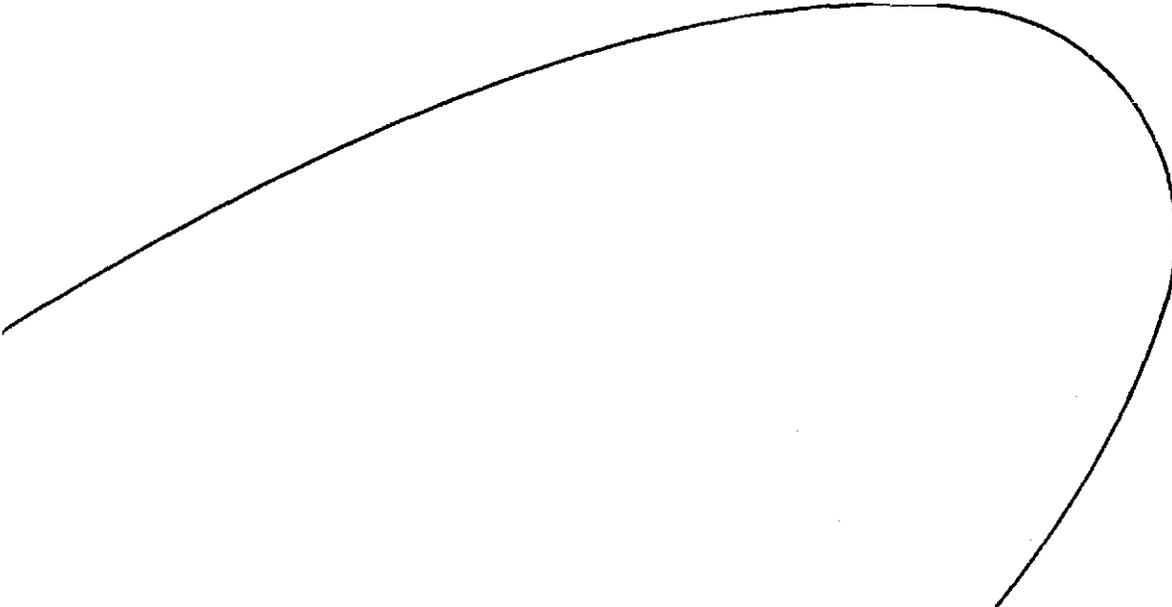


1945

1958

**COMMISSARIAT A  
L'ÉNERGIE ATOMIQUE**



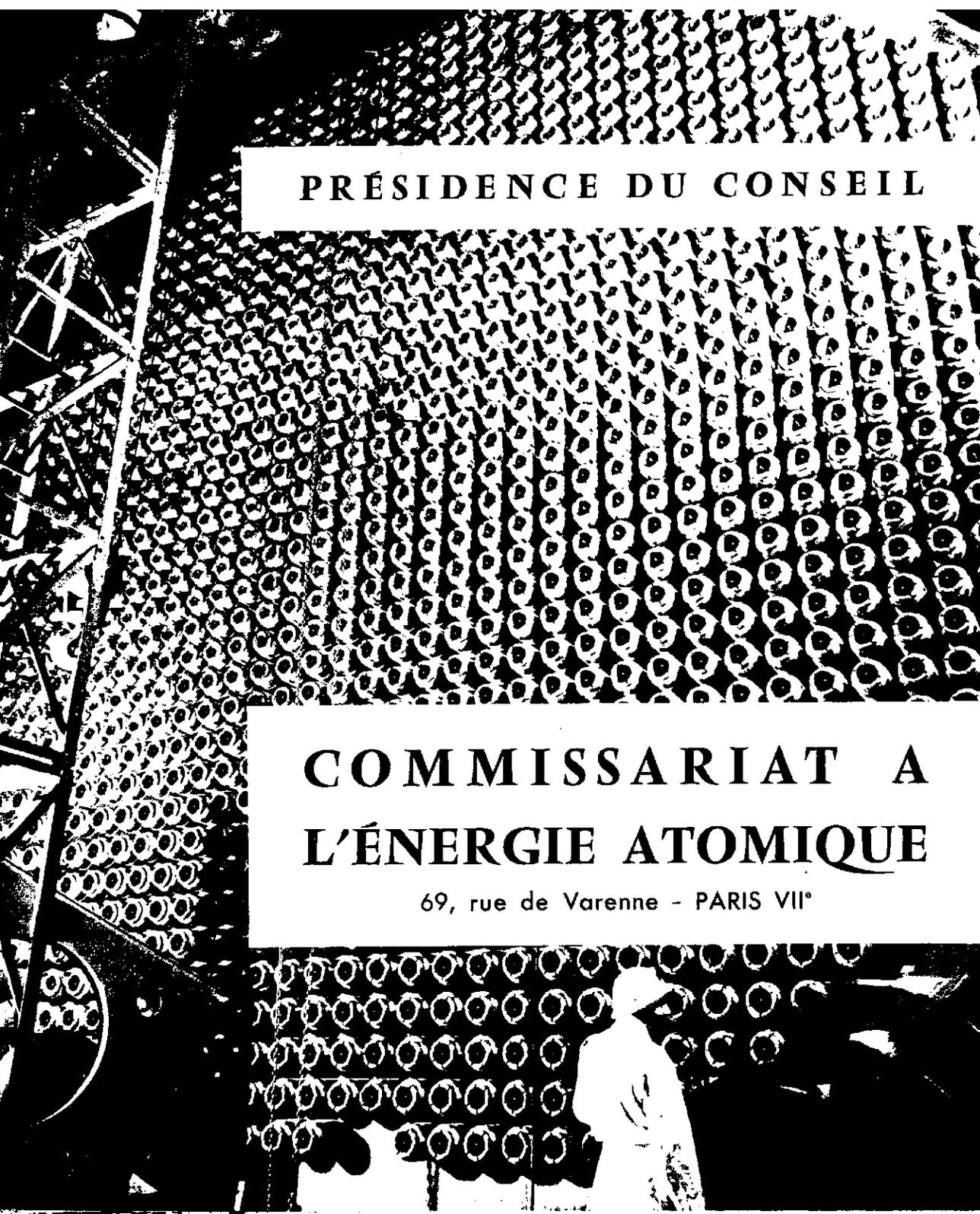
---

**COMMISSARIAT A  
L'ÉNERGIE ATOMIQUE**

---



*Cara de carga de combustible, en la pila G 2 de Marcoule, constituida por barrotes de uranio.*



**PRÉSIDENCE DU CONSEIL**

**COMMISSARIAT A  
L'ÉNERGIE ATOMIQUE**

69, rue de Varenne - PARIS VII<sup>e</sup>

# SUMARIO



INTRODUCCIÓN.....	6
EL COMISARIADO DE LA ENERGIA ATÓMICA.....	8
- Creación, Misión, Estructura.	
- Mapa de las instalaciones en la Francia metropolitana.	
- Organigrama.	
EL PROGRAMA FRANCÉS DE ENERGIA ATÓMICA.....	13
- Los tres períodos : 1945, 1952, 1957, y los dos planes quinquenales.	
- Los equipos del C. E. A.	
- Los medios financieros.	
- Las investigaciones y explotaciones mineras.	
- Los establecimientos especializados :	
- la Fábrica del Bouchet.....	32
- el Centro de Estudios Nucleares de Fontenay-aux-Roses.	35
- el Centro de Estudios Nucleares de Saclay.....	39
- el Centro de Estudios Nucleares de Grenoble.....	47
- el Centro de Producción de plutonio de Marcoule....	49
- La enseñanza y el Instituto Nacional de Ciencias y Técnicas Nucleares.	
LA COLABORACIÓN DE LA INDUSTRIA NACIONAL.....	55
LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL.....	58
ANEJOS.....	61
- Composición de los Comités, Consejos y Comisiones Consultivas.	
- Textos orgánicos.	
- Direcciones de los Centros.	

## INTRODUCCIÓN

Este nuevo folleto tiene por objeto el dar a conocer lo que representa el Comisariado de la Energía Atómica al cabo de doce años de actividad.

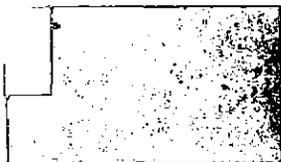
Los motivos de su creación, la misión que le ha sido conferida, su estructura, el organigrama y el mapa de las instalaciones en Francia y en Ultramar, se exponen en las páginas 8 a 12.

Los programas, los medios y las realizaciones que puede hacer figurar en su haber, la composición y la actividad de sus equipos, sus posibilidades financieras, los resultados de las investigaciones y explotaciones mineras, las instalaciones puestas a disposición de los investigadores y de los técnicos, en una palabra, la acción desarrollada por el C.E.A. por lo que concierne la formación técnica y científica se exponen en el Capítulo III, en las páginas 13 a 54.

Los informes del Comisariado y de la Industria nacional se tratan en el Capítulo IV, en las páginas 55 a 57.

La cooperación internacional, que es ya una realidad y constituye con frecuencia un estimulante de las actividades del Comisariado, se analizan en el Capítulo V, páginas 58 a 60.

Por último, en el Capítulo VI, en las páginas 61 a 65, se reúnen diferentes anejos, precisando la composición de los Comités, Consejos y Comisiones consultivas cerca del C.E.A., y las direcciones de los Centros, así como los textos orgánicos del C.E.A.



## En una palabra...

Francia es ahora el primer productor de uranio de Europa Occidental.

Los recursos en uranio actualmente conocidos en Francia metropolitana pasan de 50.000 Toneladas.

La producción de concentrados químicos con un 60 % de uranio, será en 1961 el triple de la de 1957.

En fin de año 1958 estarán en servicio diez pilas atómicas.

Los efectivos del C.E.A., a fin de año 1957, eran de unas 10.000 personas.

En 1956 se ha realizado una primera producción experimental de electricidad de origen nuclear.

La primera central de producción industrial de electricidad de Europa Continental está construyéndose en Chinón.

En 1975, el consumo nacional de electricidad habrá cuadruplicado, llegando a unos doscientos mil millones de kWh, de los cuales una cuarta parte será producida por energía atómica.

El segundo plan quinquenal francés, 1957-61, representará un gasto de cien mil millones de francos por año.

# EL COMISARIADO DE LA ENERGIA ATÓMICA



- El Comisariado ha sido creado por la Orden del 18 de octubre de 1945.

EL COMISARIADO DE LA ENERGIA ATÓMICA ha sido creado después de una interrupción casi total de más de cinco años del esfuerzo francés en el dominio de la energía atómica. Efectivamente, antes de la guerra, los trabajos de los sabios franceses, en Francia, habían permitido alcanzar ciertas etapas decisivas para la ciencia nuclear, pero en el tiempo que duraron las hostilidades, solo algunos especialistas pudieron continuar sus investigaciones y trabajos en los laboratorios anglo-sajones.

Como se comprende, a la Liberación, Francia no estaba en condiciones de desempeñar un papel de primer orden. No solo se encontraba empobrecida, sin medios, sino que había quedado fuera de las realizaciones de las grandes Naciones atómicas. Los Estados Unidos, Inglaterra y el Canadá, teniendo en su poder los yacimientos reconocidos y explotados, poseían la exclusividad casi total para el mundo occidental del aprovisionamiento del uranio, único combustible natural de las pilas atómicas. Es necesario añadir, que como consecuencia de las numerosas aplicaciones militares que se registraban en este dominio, buena parte de los progresos científicos y técnicos se mantenían secretos.

- El Comisariado tiene por objeto organizar en Francia la utilización de la energía atómica.

En el momento en que cada uno se preocupaba de explotar los nuevos descubrimientos para acrecer sus posibilidades energéticas nacionales, Francia, no habiendo podido proseguir sus estudios iniciales, estaba ausente de las conversaciones y negociaciones entre las potencias atómicas. Su atraso en este campo era considerable y para remediar a dicha situación había de hacer un esfuerzo poderoso capaz de dar al País un instrumento dotado de medios importantes. Para ello el Gobierno Provisional decidió por su Orden del 18 de octubre de 1945 la creación del Comisariado de la Energía Atómica. En virtud de este texto orgánico, el Comisariado recibió el encargo de preparar el país para la utilización racional de esta forma de energía en los diversos dominios de la Ciencia, de la Industria y de la Defensa Nacional.

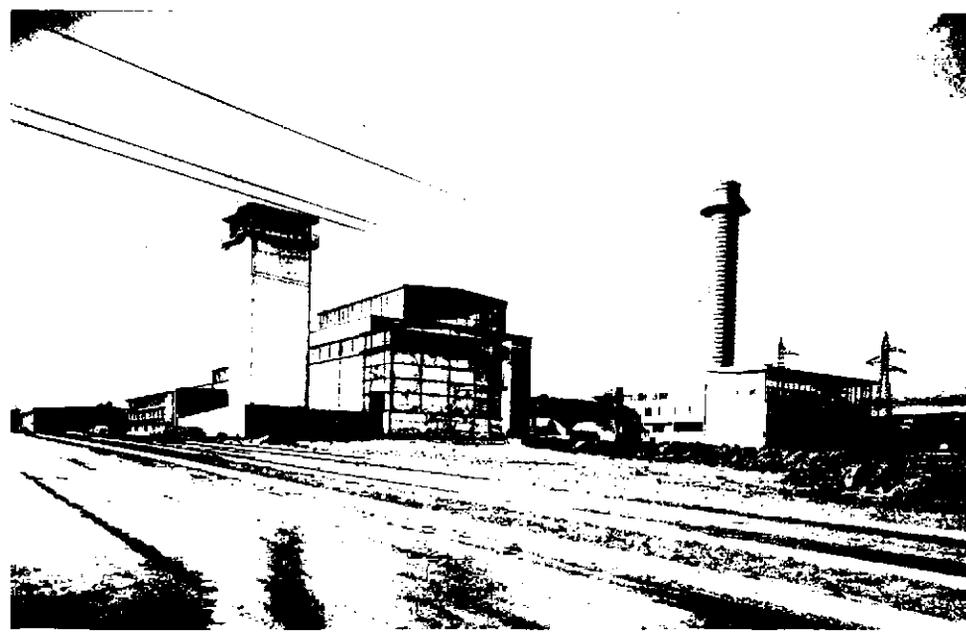
El Comisariado de la Energía Atómica, puesto bajo la autoridad y el control del Presidente del Consejo de Ministros, goza en efecto de un Estatuto original, único en Francia : considerado como establecimiento público, disfruta de una plena autonomía administrativa y financiera, orientándose a la vez en esta triple dirección : científica, técnica e industrial.

- El C.E.A. goza de un estatuto original y único en Francia.

Un " Comité de la Energía Atómica " compuesto de diez miembros escogidos entre altos funcionarios y personalidades científicas e industriales está encargado de administrar el C.E.A. Este Comité es presidido por el Presidente del Consejo o por su Representante. En su ausencia preside el Administrador General Delegado por el Gobierno, Mr Pierre GUILLAUMAT, que está en al mismo tiempo encargado de la dirección administrativa y financiera del Comisariado, mientras que Mr Francis PERRIN, Alto Comisario, asume la dirección científica y técnica del mismo organismo.

Determinados órganos consultivos sirven de enlace entre los servicios públicos, los grandes establecimientos del Estado y la Universidad, completando los elementos de dirección. Tales son el Consejo Científico, el Comité de las Minas y el Comité de Equipo Industrial, y la Comisión consultiva para la Producción de Electricidad de origen nuclear.

*Conjunto industrial de la pila G 1 del Centro de Marcoule. En 1956, por primera vez en el continente europeo, se produjo energía eléctrica de origen nuclear con carácter experimental.*



# EL COMISARIADO DE LA ENERGIA ATÓMICA



- El Comisariado ha sido creado por la Orden del 18 de octubre de 1945.

EL COMISARIADO DE LA ENERGIA ATÓMICA ha sido creado después de una interrupción casi total de más de cinco años del esfuerzo francés en el dominio de la energía atómica. Efectivamente, antes de la guerra, los trabajos de los sabios franceses, en Francia, habían permitido alcanzar ciertas etapas decisivas para la ciencia nuclear, pero en el tiempo que duraron las hostilidades, solo algunos especialistas pudieron continuar sus investigaciones y trabajos en los laboratorios anglo-sajones.

Como se comprende, a la Liberación, Francia no estaba en condiciones de desempeñar un papel de primer orden. No solo se encontraba empobrecida, sin medios, sino que había quedado fuera de las realizaciones de las grandes Naciones atómicas. Los Estados Unidos, Inglaterra y el Canadá, teniendo en su poder los yacimientos reconocidos y explotados, poseían la exclusividad casi total para el mundo occidental del aprovisionamiento del uranio, único combustible natural de las pilas atómicas. Es necesario añadir, que como consecuencia de las numerosas aplicaciones militares que se registraban en este dominio, buena parte de los progresos científicos y técnicos se mantenían secretos.

- El Comisariado tiene por objeto organizar en Francia la utilización de la energía atómica.

En el momento en que cada uno se preocupaba de explotar los nuevos descubrimientos para acrecer sus posibilidades energéticas nacionales, Francia, no habiendo podido proseguir sus estudios iniciales, estaba ausente de las conversaciones y negociaciones entre las potencias atómicas. Su atraso en este campo era considerable y para remediar a dicha situación había de hacer un esfuerzo poderoso capaz de dar al País un instrumento dotado de medios importantes. Para ello el Gobierno Provisional decidió por su Orden del 18 de octubre de 1945 la creación del Comisariado de la Energía Atómica. En virtud de este texto orgánico, el Comisariado recibió el encargo de preparar el país para la utilización racional de esta forma de energía en los diversos dominios de la Ciencia, de la Industria y de la Defensa Nacional.

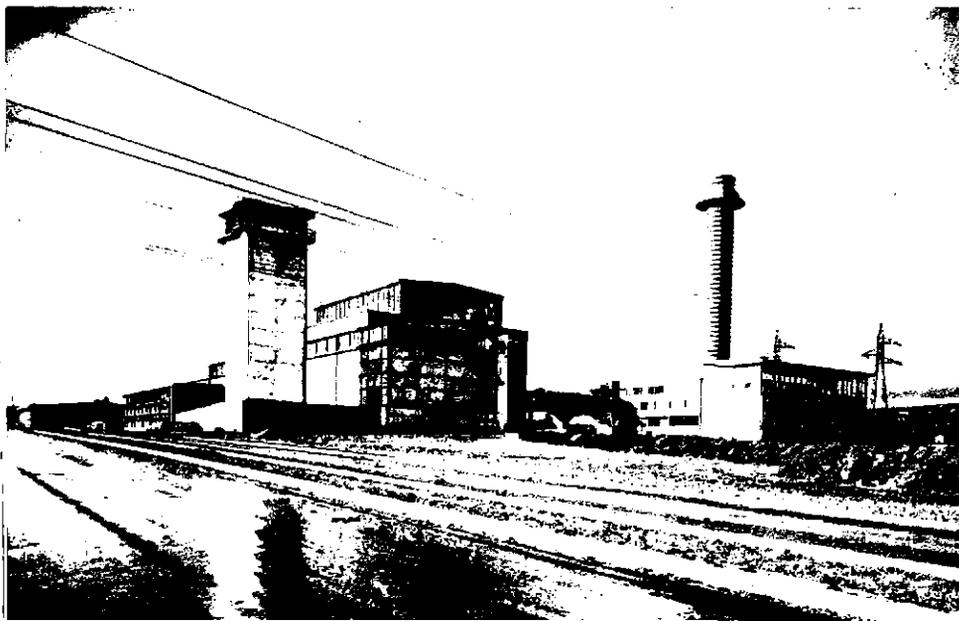
El Comisariado de la Energía Atómica, puesto bajo la autoridad y el control del Presidente del Consejo de Ministros, goza en efecto de un Estatuto original, único en Francia : considerado como establecimiento público, disfruta de una plena autonomía administrativa y financiera, orientándose a la vez en esta triple dirección : científica, técnica e industrial.

- El C.E.A. goza de un estatuto original y único en Francia.

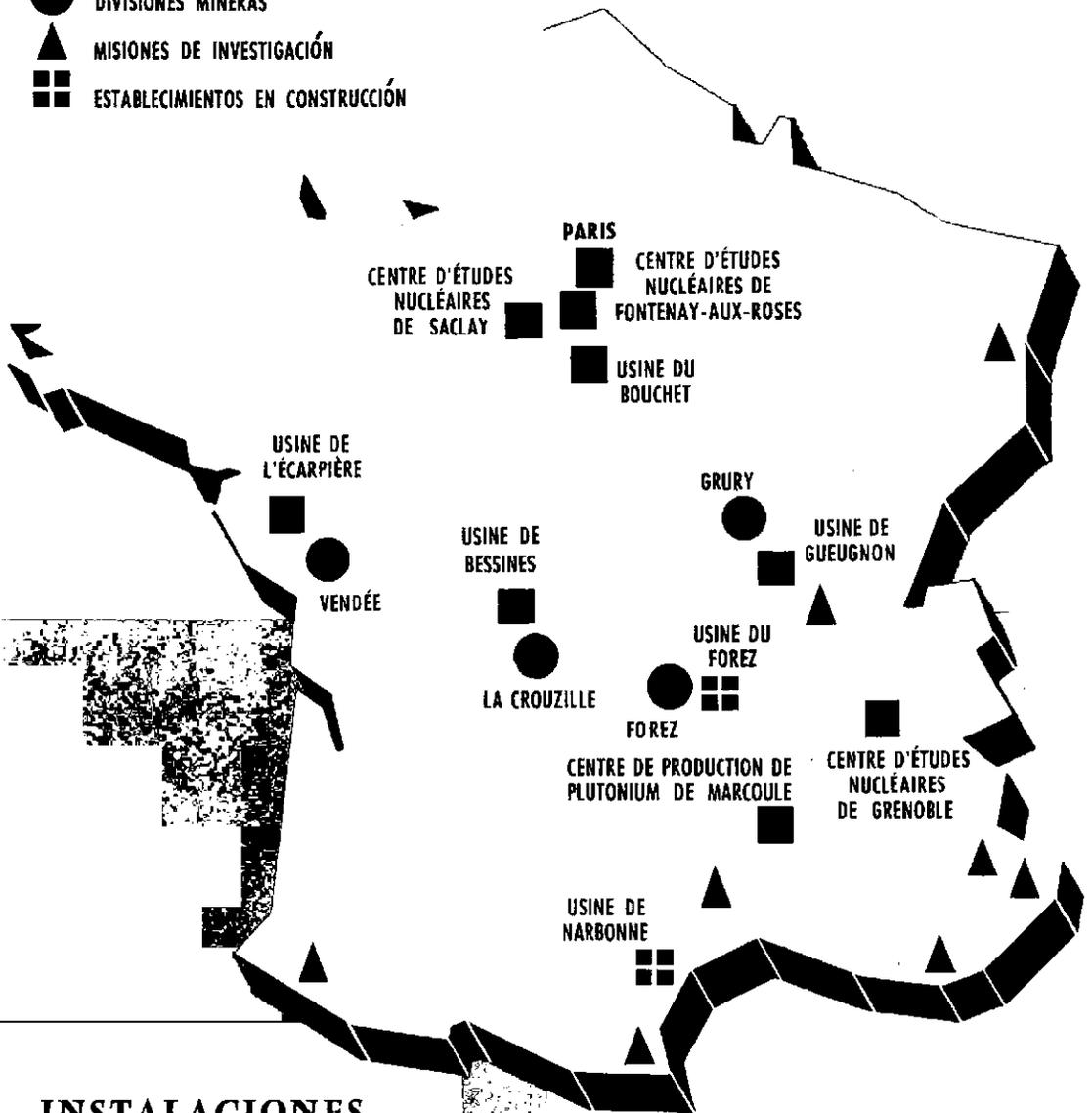
Un " Comité de la Energía Atómica " compuesto de diez miembros escogidos entre altos funcionarios y personalidades científicas e industriales está encargado de administrar el C.E.A. Este Comité es presidido por el Presidente del Consejo o por su Representante. En su ausencia preside el Administrador General Delegado por el Gobierno, Mr Pierre GUILLAUMAT, que está en al mismo tiempo encargado de la dirección administrativa y financiera del Comisariado, mientras que Mr Francis PERRIN, Alto Comisario, asume la dirección científica y técnica del mismo organismo.

Determinados órganos consultivos sirven de enlace entre los servicios públicos, los grandes establecimientos del Estado y la Universidad, completando los elementos de dirección. Tales son el Consejo Científico, el Comité de las Minas y el Comité de Equipo Industrial, y la Comisión consultiva para la Producción de Electricidad de origen nuclear.

*Conjunto industrial de la pila G 1 del Centro de Marcoule. En 1956, por primera vez en el continente europeo, se produjo energía eléctrica de origen nuclear con carácter experimental.*



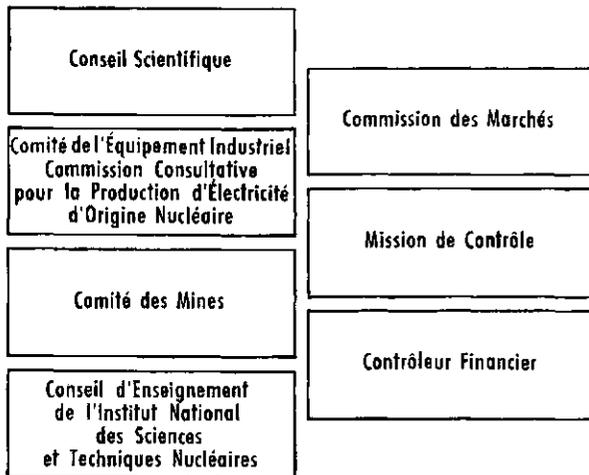
- ESTABLECIMIENTOS CIENTIFICOS E INDUSTRIALES
- DIVISIONES MINERAS
- ▲ MISIONES DE INVESTIGACIÓN
- ▣ ESTABLECIMIENTOS EN CONSTRUCCIÓN



# INSTALACIONES EN LA FRANCIA METROPOLITANA

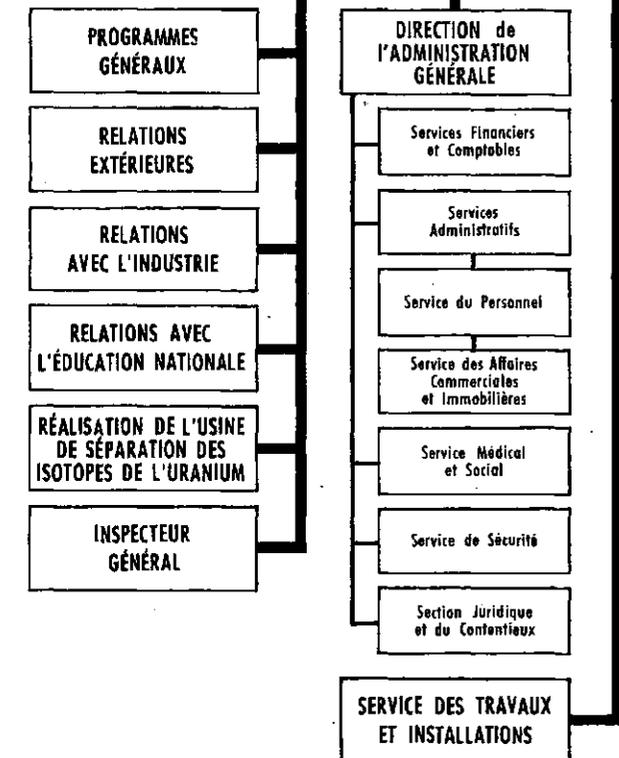
# COMITÉ DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE

Président : Monsieur le Président du Conseil ou un Ministre délégué ou l'Administrateur général



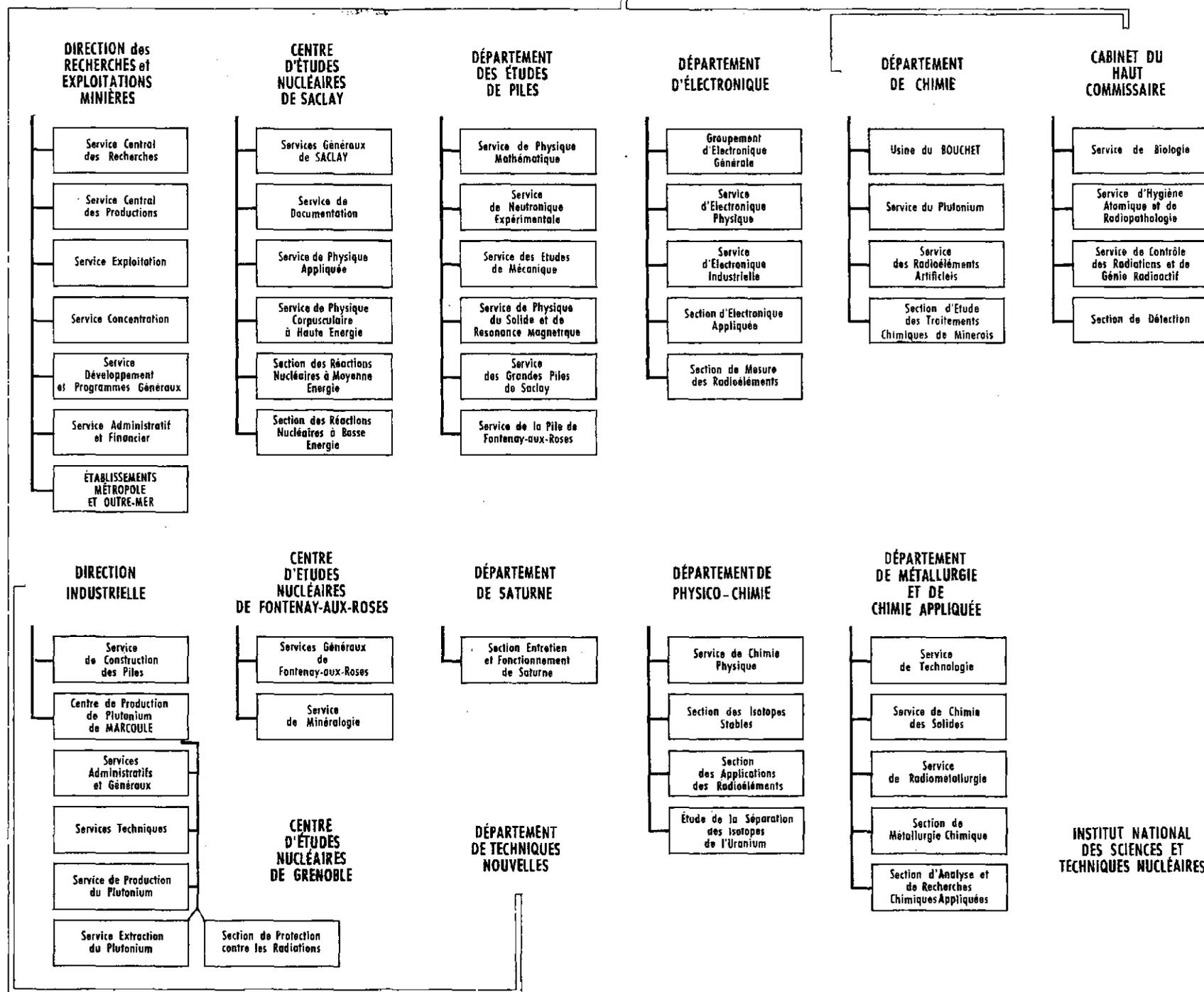
## HAUT COMMISSAIRE

## ADMINISTRATEUR GÉNÉRAL



## HAUT COMMISSAIRE

## ADMINISTRATEUR GÉNÉRAL



# RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

## PRESIDENCE DU CONSEIL

## COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

Haut-Commissaire  
M. Francis PERRIN

Administrateur Général  
Délégué du Gouvernement  
M. Pierre COUTURE

Directeur du Cabinet du Haut-  
Commissaire ..... M. Henri PIATIER

Relations { Directeur ..... M. Bertrand GOLDSCHMIDT  
Extérieures { Directeur Adjoint .. M. Jean RENOU

Directeur chargé de l'Administration  
Générale ..... M. Jacques ASTY

Directeur chargé des Services  
Financiers et Comptables..... M. Guy CHARPENTIER

Directeur Adjoint Chef des Services  
Administratifs ..... M. Georges BARDET

Inspecteur Général ..... M. Joseph AUZOUY

Directeur des Recherches et  
Exploitations Minières ..... M. Jacques MABILE

Directeur Industriel ..... M. Pierre TARANGER

Chef du Département de  
Techniques Nouvelles ..... M. Albert BUCHALET

Directeur du Centre d'Etudes  
Nucléaires de Saclay et de l'Ins-  
titut National des Sciences et  
Techniques Nucléaires ..... M. Jean DEBIESSÉ

Directeur du Centre d'Etudes  
Nucléaires de Fontenay-aux-Roses M. Henri BAÏSSAS

Directeur du Centre d'Etudes  
Nucléaires de Grenoble..... M. Louis NEEL

Directeur des Etudes de Piles.... M. Jacques YVON

Chef du Département du  
Synchrotron Saturne ..... M. Raymond MAILLET

Chef du Département d'Electronique M. Maurice SURDIN

Chef du Département de  
Physico-Chimie (par intérim).. M. Claude FREJACQUES

Directeur du Département de Chimie M. Bertrand GOLDSCHMIDT

Chef du Département de  
Métallurgie et de Chimie  
Appliquée ..... M. Marc SALESSE

# EL PROGRAMA, LOS MEDIOS Y LAS REALIZACIONES



Después de una breve exposición histórica daremos cuenta de las realizaciones que se han podido llevar a cabo por los diferentes equipos del C.E.A., en los doce años de su existencia, por lo que se refiere a la investigación, la enseñanza y la explotación industrial de esta forma nueva de energía que constituye la energía nuclear. Se expondrán a continuación las líneas directivas del segundo plan quinquenal para el período 1956-61.

En 1958, el adelanto de esas dos grandes potencias atómicas que son los Estados Unidos y la Unión Soviética, sigue siendo muy importante. Por su parte, la Gran Bretaña goza todavía de un cierto avance en relación a Francia. Pero, sin embargo, el trabajo realizado por el Comisariado desde su creación en el año 1946, es considerable.

— Sea sobre el plan nacional — en lo que se refiere particularmente a las investigaciones y explotaciones mineras, la instalación de fábricas para la preparación de los diversos materiales nucleares, la producción de energía nuclear, más la creación de Centros de Estudios dotados de los medios los mas modernos.

— Sea sobre el plan internacional — sobre todo por su participación activa no solo en los coloquios que se han tenido en estos diez años últimos, sino en realizaciones tales como la Agencia Internacional de la Energía Atómica.

— Se puede decir que Francia ocupa ahora un puesto importante, siendo capaz de ocupar una de las primeras plazas.

## **LAS TRES ETAPAS DEL PROGRAMA FRANCÉS DE ENERGIA ATÓMICA : 1945 - 1952 - 1957**

Poco a poco el Comisariado de la Energía Atómica, ha podido hacer sucesivamente frente a cometidos cada vez más difíciles y complejos, los cuales necesitaban un aumento permanente de los medios puestos a su disposición. Se trataba con esto de llegar a la utilización de la energía nuclear en los principales sectores de la actividad nacional.

- La Orden de 1945 tenía como objeto principal reunir los elementos necesarios, en personal y material, y de poner en marcha el C.E.A. Cuando en 1945 se creó el C.E.A., por el general de Gaulle, Presidente del Gobierno provisional, habiendo sido confiado el cargo de Administrador General delegado del Gobierno a Mr Raoul DAUTRY, y el de Alto Comisario a Mr Frédéric JOLIOT-CURIE, se trataba, antes de nada, de establecer las bases de una industria atómica todavía inexistente. Era necesario formar los primeros equipos de investigadores y de ingenieros, y poner a su disposición los medios necesarios para trabajar : laboratorios, aparatos y primeras materias indispensables.

- El primer plan quinquenal 1952-57 ha hecho resaltar la importancia de la producción de materia fisible. Franqueada esta primera etapa, se abordó la segunda en 1952, es decir cuando el Presidente Mr Félix Gaillard, entonces Secretario de la Presidencia del Consejo, lanzó el primer plan quinquenal de desarrollo de la energía atómica. En dicho texto se insistía de modo particular sobre las aplicaciones industriales de la nueva fuente de energía, y sobre todo se preveía una producción importante de materia fisible. Este plan fué dotado de un complemento importante en 1955, por iniciativa de Mr Gaston PALEWSKI, Ministro delegado a la Presidencia del Consejo.

- El segundo plan 1957 - 1961 prevé la penetración progresiva de la energía nuclear en los sectores clave de la actividad nacional. En 1957 se empeñó el segundo plan quinquenal preparado por Mr Georges GUILLE, Secretario de Estado a la Presidencia del Consejo. Su sucesor Mr François BENARD hizo votar dicho plan que tenía por objeto el dotar al país de la infraestructura indispensable para la utilización industrial de la energía atómica.

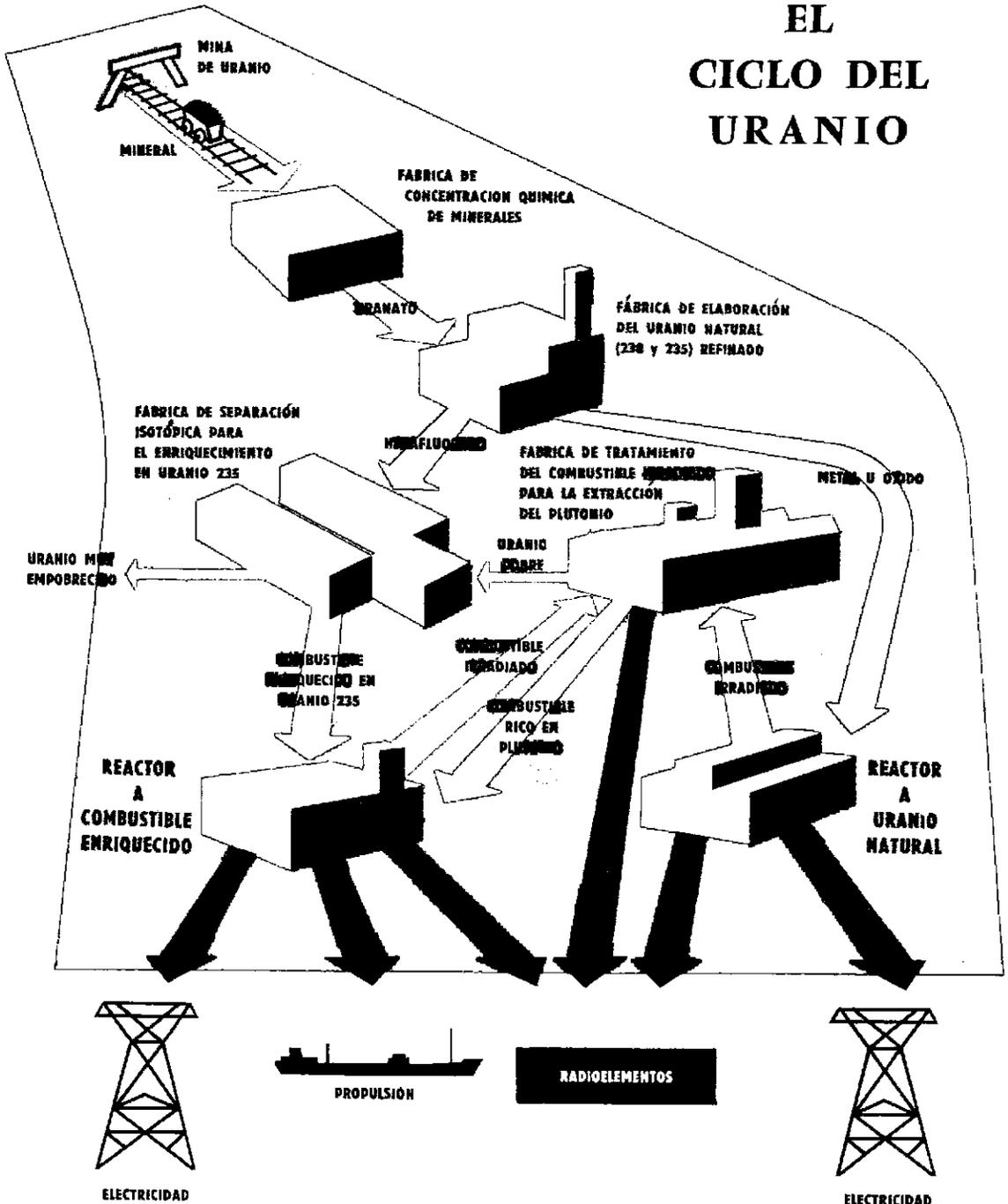
A diferencia del primero, el plan de 1957-1961 no preve que el programa del C.E.A. abarque la totalidad de la actividad nuclear francesa, estando indicado que, en lo sucesivo, otras administraciones, grandes empresas públicas — en primer lugar Electricidad de Francia — y una amplia fracción de la industria nacional podrán participar en los trabajos. Es necesario, en efecto, que se continúen los estudios y trabajos de los cuales una parte siempre creciente debe ser integrada en los planes sucesivos de modernización y equipamiento.

Además, la actividad nuclear rebasa el ámbito exclusivamente nacional que hasta ahora se le había reservado. Francia ha de participar en los trabajos e instalaciones que se han proyectado en el cuadro del Euratom. Estima también que debe asociarse a las iniciativas que se han de tomar en este dominio por la Organización Europea de Cooperación Económica — O.E.C.E. — o por la Agencia Internacional de la Energía Atómica.

- La utilización industrial de la energía atómica reviste tres formas : producción de energía, propulsión, aplicación de radioelementos.

Si tal plan supone una evolución de los métodos y de los medios de trabajo, sus objetivos continúan siendo los mismos, es decir aportar a la economía nacional los recursos complementarios en los tres dominios esenciales siguientes :

# EL CICLO DEL URANIO



— La producción de energía bajo forma de calor y de electricidad. Este nuevo manantial de energía viene a revelarse muy oportuno, en el momento en que el desarrollo industrial de una nación esencialmente condicionado por su capacidad de producción de electricidad está explotando (o en vías de serlo) sus recursos hidroeléctricos, y se advierte que las reservas de carbón y de petróleo no son inagotables. En el último medio siglo el mundo ha consumido más energía que desde su creación.

— La propulsión por medio de motores atómicos alimentados por un combustible nuclear (plutonio, uranio 235 o 233) de los cuales una pequeña cantidad basta para asegurar el funcionamiento durante varios meses.

— La utilización y la comercialización de radioelementos artificiales en medicina, agricultura e industria; en la investigación científica y técnica. Estos cuerpos ofrecen una doble ventaja sobre el radio: un poder de irradiación mucho más intenso y un precio de venta infinitamente menor. Aparte de esto, hay en ellos aspectos químicos diversos que los hacen adecuados para empleos múltiples.

• El balance 1945-1947.

En el período que se extiende desde la fundación del Comisariado de la Energía Atómica — fines de 1945 — hasta la terminación del primer plan quinquenal en 1957, el programa de producción puede presentar un balance favorable en el que destacan:

• La formación de especialistas en cada una de las numerosas técnicas que se han empleado. Enseñanzas especializadas a cargo del Instituto Nacional de Ciencias y Técnicas Nucleares.

El Equipamiento de laboratorios de investigaciones dotados de instrumentos poderosos modernos que permiten obtener al personal calificado que los utiliza una eficacia máxima. Señalaremos especialmente, la construcción de aceleradores de partículas para el estudio de estructura de los núcleos atómicos, la realización de instalaciones especiales para facilitar las investigaciones de metalurgia y de química necesarias para establecer el comportamiento "nuclear" de los materiales. Tres centros de estudios nucleares están en funciones: el de Fontenay-aux-Roses, el de Saclay y Grenoble.

• Al cabo del primer plan quinquenal, Francia se ha hecho el primer productor de uranio de Europa occidental.

El descubrimiento y explotación en Francia metropolitana y en Ultramar de minerales de uranio y de torio, fuente de combustible de las pilas atómicas.

La construcción de grandes fábricas de tipo original, para el tratamiento de los combustibles nucleares: para la elaboración de uranio metálico puro, en El Bouchet, para la extracción química del plutonio en Marcoule.

El lanzamiento industrial de fabricaciones de materiales nuevos, o especialmente adaptados, particularmente grafito, glucinio, berylio glucina y circonio, de pureza llamada nuclear, inusitada todavía.

La construcción de reactores de tipos diversos : pilas experimentales y fuentes de radioelementos artificiales, pilas de ensayo de materiales nucleares, pilas productoras de plutonio y de electricidad. Una generatriz electronuclear funciona en Marcoule desde 1956, y están acabándose otros dos prototipos.

- Seis reactores nucleares están en servicio, otros cinco están construyéndose.

La puesta en obra de estudios apropiados para la realización de un prototipo de motor marino y de futuros reactores y surregeneradores, etc.

De 1957 a 1961, el esfuerzo nuclear francés revestirá múltiples formas implicando un reparto de tareas. El Comisariado dejará de ser el Maestro de obras de todas las realizaciones nucleares. Conservará sin embargo un papel importante por lo que se refiere a las investigaciones generales ; estudio, construcción y explotación de prototipos ; en la fabricación y tratamiento de combustibles nucleares y actuará como Consejero en las realizaciones industriales. El plan prevé un programa propio para el C.E.A. y la colaboración de éste en los programas llamados " asociados ", sobre todo al tratarse de la construcción de centrales productoras de electricidad nuclear cuya realización y explotación se pondrán bajo la responsabilidad de Electricidad de Francia.

- En la segunda parte del plan quinquenal se puede pensar en una nueva distribución de tareas.

El programa propio del C.E.A., durante los cinco años, financiado exclusivamente por el Estado, se subdividirá en tres partes : un programa central concerniente a la producción de uranio, la continuación de las investigaciones y de las experiencias, como asimismo la realización de las máquinas experimentales y de los prototipos ; programas encargados por diferentes departamentos ministeriales, tales como el de la Defensa Nacional ; programas, llamados " anejos " y concernientes a las obras de carácter industrial previstas en el plan de modernización.

En este conjunto de actividades nucleares, hay dos elementos que deben atraer la atención especialmente : el programa de Electricidad de Francia relativo a la producción de electricidad de origen nuclear y el programa central del C.E.A. cuyo financiamiento se hace gracias a los créditos abiertos por el Parlamento. Según las previsiones actuales, las centrales E.D.F. (la primera de las cuales será la de Chinon, que suministrará 60.000 kW a partir de 1959-1960, siguiendo otras con un intervalo de unos diez y ocho meses) representarán en 1965 una potencia instalada de 850.000 kW o sea el 5% de las necesidades del país en electricidad. Y en 1975, la producción de electricidad de origen nuclear vendrá a ser un cuarto del consumo total francés. La posibilidad de acelerar el ritmo depende de los progresos que se hayan hecho en la construcción de pilas, la mejora de su rendimiento y el abaratamiento del

- La producción de electricidad de origen nuclear es un objetivo esencial del segundo plan quinquenal.

costo de la energía producida. Con ello se ve la importancia que tienen los estudios e investigaciones técnicos de que se encarga el C.E.A.

Corresponde, en efecto, al C.E.A. llevar a cabo las investigaciones científicas de gran envergadura y largo plazo, el continuar los estudios de ciencia aplicada y el poner a punto técnicas nuevas. Por ello, se ha previsto en el plan la continuación del equipamiento de los Laboratorios del Centro de Saclay y de Fontenay-aux-Roses, la utilización de los grandes aparatos de investigación instalados, su adaptación a la permanente evolución de la ciencia. El plan prevé además el rápido desarrollo del Centro de Estudios Nucleares de Grenoble, y al mismo tiempo un aumento de la explotación de los recursos nacionales en uranio; la construcción de nuevas fábricas de concentración química de mineral, a proximidad de los yacimientos del Limousin y del Forez, permitiéndole triplicar la producción actual de las fábricas de Gueugnon y de l'Ecarpière; el desarrollo de la capacidad de tratamiento de la fábrica de Le Bouchet para la producción de uranio metálico refinado, y, en fin, la construcción de una segunda fábrica de refinado en las cercanías de Narbona. Por último, el plan ha previsto la terminación y explotación del Centro de Marcoule, centro de la producción de plutonio, que permitirá a la vez la producción de electricidad y la puesta a punto de prototipos de centrales electronucleares.

- La cooperación europea permitirá el acrecentamiento de la eficacia de los esfuerzos franceses.

Sin embargo, la preocupación de ser eficaz dentro del cuadro de los medios disponibles, hace que se limite el número de prototipos que se podría tener la tentación de realizar. Por otra parte, el gran paso que se ha dado en el área de las relaciones internacionales — sobre todo en el plan europeo — permite esperar que se obtenga en este dominio, un complemento esencial de los esfuerzos franceses.

Cuando en 1952, el Comisariado de la Energía Atómica eligió la vía del plutonio, fué porque no le era posible adquirir ningún combustible nuclear concentrado. Hoy, es posible la adquisición de uranio 235 en los países anglosajones, lo que ha dado lugar a determinados acuerdos bilaterales (Cf. "La Coopération Internationale"). A partir de este momento, el C.E.A. ha podido prever la construcción de reactores a base de uranio rico. Esto permite al Comisariado trabajar ahora en una doble dirección: la del uranio 235 y la del plutonio, que continúa teniendo la prioridad.

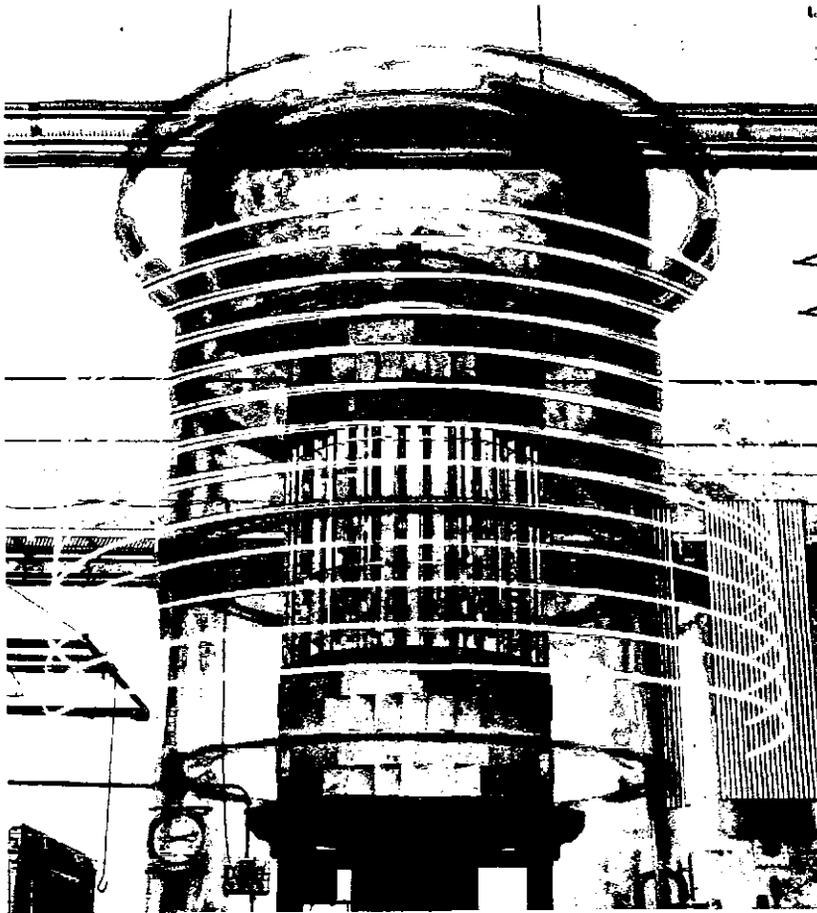
- Es indispensable poder disponer libremente del uranio rico. Hace falta para ello poderlo producir.

Pero, alcanzada una actividad tan acrecida y diversa como la actual, parece conveniente ensayar una vía más, la de la separación isotópica del uranio, con el fin de disponer libremente de uranio 235 de diversos grados de enriquecimiento. Las razones en favor de esta nueva técnica — no obstante las muchas dificultades y el gasto considerable que supone — son múltiples. El uranio enriquecido, cuya tecnología no plantea problemas particulares, facilitará la producción de energía eléctrica nuclear y permitirá utilizar de modo más satisfactorio la energía

atómica para la propulsión de las naves. También parece útil que se prevea el empleo del uranio enriquecido en tanto que la puesta a punto técnica de la utilización del plutonio no se haya llevado a efecto.

Tales son los elementos principales del programa del C.E.A. dentro del cuadro del segundo plan quinquenal 1957-1961 para el que se ha asignado un presupuesto de gastos del orden de cien mil millones de francos. La puesta en obra de este plan exige que el C.E.A. aumente el número de sus establecimientos de investigación científica y técnica, al mismo tiempo que sus explotaciones industriales, en particular las mineras, las instalaciones de tratamiento de minerales y las fábricas químicas y metalúrgicas. La "decentralización" prevista en el segundo plan quinquenal, desembarazando el C.E.A. de obligaciones y cargas, le permitirá orientar mejor los esfuerzos nacionales al alba de la era atómica.

● Conclusion.



*Centro de Estudios Nucleares de Saclay. Dispositivo a base de una fuente de neutrones giratoria, para estudiar las constantes nucleares de un medio de uranio-glucina.*

## LOS MEDIOS FINANCIEROS



A pesar de un aumento continuo, desde 1946, de las autorizaciones financieras, los gastos del Comisariado, hasta y comprendido el ejercicio de 1954, se han revelado inferiores a los diez mil millones de francos anualmente. Solo a partir de 1955 pudo contar el C.E.A. con medios financieros más importantes y acelerar su crecimiento.

El montante de las autorizaciones de gastos consentidos al C.E.A. durante su primer período de actividad es lo siguiente :

— 1946 (dotación inicial) .....	500 millones
— 1947 .....	600 millones
— 1948 .....	1.602,1 millones
— 1949 .....	3.436,8 millones
— 1950 .....	4.743,8 millones
— 1951 .....	3.813 millones
<b>TOTAL .....</b>	<b>14.695,7 millones</b>

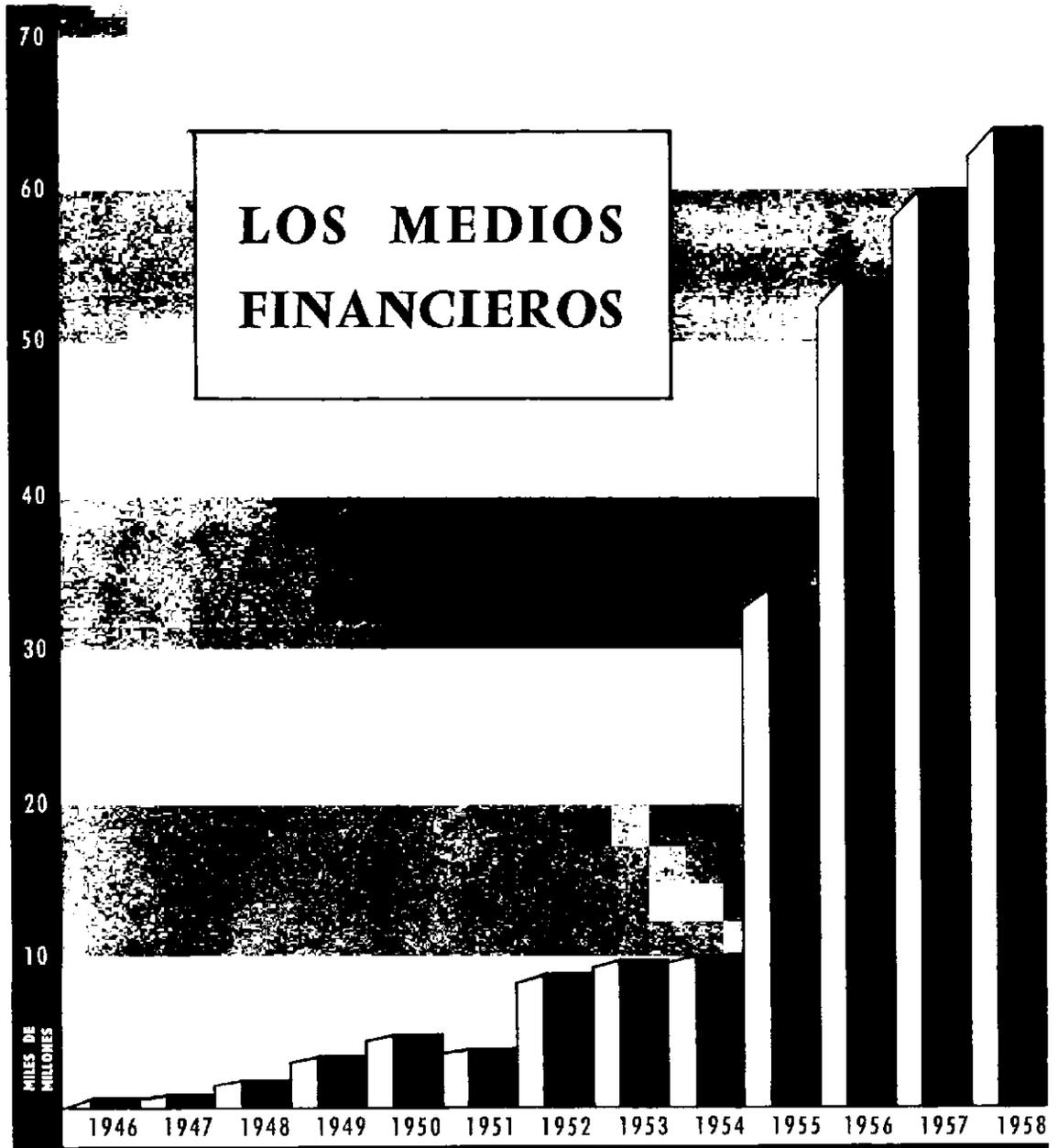
En el cuadro del primer plan quinquenal de desarrollo de la Energía Atómica, 1952-1957, el Comisariado ha dispuesto, además de su presupuesto de funcionamiento y de los restos de créditos de equipamiento consagrados al período de 1946-1951, de créditos de instalación que se han elevado a un total de 119 mil millones de francos. A estos créditos hay que añadir en 1957 las autorizaciones que correspondían al programa del segundo plan de expansión que va de 1957 a 1961, que han ascendido a los 24 mil millones de francos.

Las autorizaciones de los programas de equipamiento a partir de 1952 se presentan como sigue (en millones de francos) :

1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958
5.850	6.838	7.000	32.300	48.160	50.950	54.000

Teniendo en cuenta los créditos de funcionamiento votados anualmente dentro del cuadro del Presupuesto de los servicios civiles del Estado, los gastos realizados por el Comisariado durante sus doce primeros años de existencia han evolucionado del modo siguiente :

# LOS MEDIOS FINANCIEROS



## LOS EQUIPOS DEL C.E.A.

Hemos dado, en las páginas 11 y 12, el organigrama que precisa las relaciones de estructura de las direcciones, departamentos y servicios del Comisariado.

- La realización de los programas exige un personal altamente calificado cuyos efectivos hay que aumentar cada año.

Este importante conjunto representaba, en Francia, un efectivo de cerca de 10.000 personas el 31 de diciembre de 1957.

El 31 de diciembre de 1946, el C.E.A., todavía en estado embrionario, empleaba en sus servicios un total de 236 personas. El 31 de diciembre de 1950, es decir, cuatro años más tarde, contaba con 1625 empleados entre París y los diferentes establecimientos. El cuadro que ofrecemos a continuación permite apreciar el crecimiento de los efectivos.

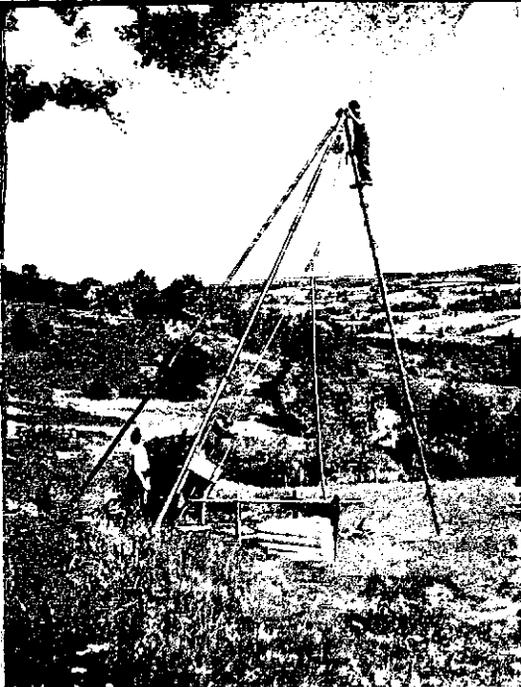
	EFFECTIVOS EN 31 DE DICIEMBRE DE CADA AÑO						
	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957
Paris :							
Direcciones centrales..	220	224	234	260	564	716	878
D.R.E.M. (Minas) (1) ..	558	569	1.113	1.305	1.741	1.966	2.582
El Bouchet .....	156	167	228	270	346	366	415
C.E.N. Fontenay - aux- Roses .....	778	347	468	415	535	693	813
C.E.N. Saclay .....	70	538	715	1.040	1.881	2.154	3.026
C.E.N. Grenoble y di- versos .....	—	—	—	—	—	153	518
Marcoule .....	—	—	—	22	113	453	874
	1.782	1.845	2.758	3.312	5.180	6.501	9.106

(1) No comprendidos el personal de la D.R.E.M. instalado en FONTENAY-AUX-ROSES (figurando bajo este epigrafe) y los trabajadores reclutados personalmente en los territorios de Ultramar, que comprenden 1113 autóctonos en 31 de diciembre de 1957.

Dicho cuadro no necesita comentarios. Pero es menester ver la importancia del aumento de los efectivos a partir del primer año y durante todo el tiempo de la aplicación del primer plan quinquenal; el 31 de diciembre de 1957, en efecto, los efectivos representaban cinco veces los del 31 diciembre de 1952. Pero hay que tener en cuenta que el personal entero debe ser altamente calificado, que está formado en sus 9/10 partes por técnicos, y que la edad media del personal es de 33 años.

Veremos más adelante (Cf. La Formación Científica y Técnica) la parte tomada por el Comisariado desde hace algunos años en la formación complementaria de los jóvenes diplomados de ciencias científicas. Y gracias a una acción constante, se ha podido hacer el reclutamiento necesario en condiciones casi normales, evitando así que se comprometiera el funcionamiento de los centros de investigación de las fábricas y de los servicios de direcciones.

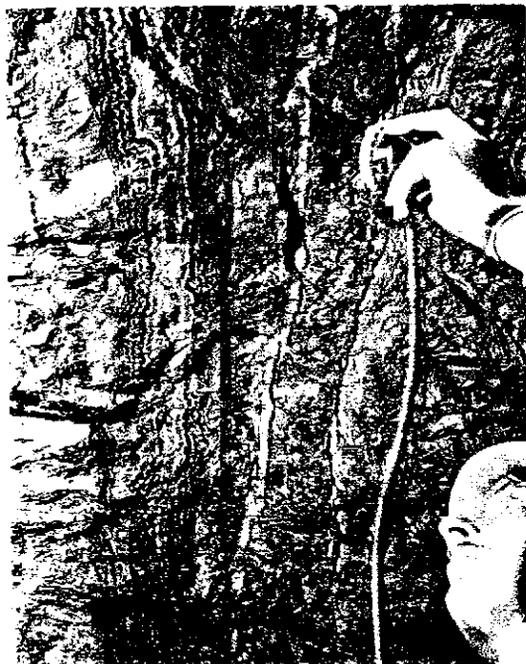
# D R E M



Sondeo de prospección (Limousin).



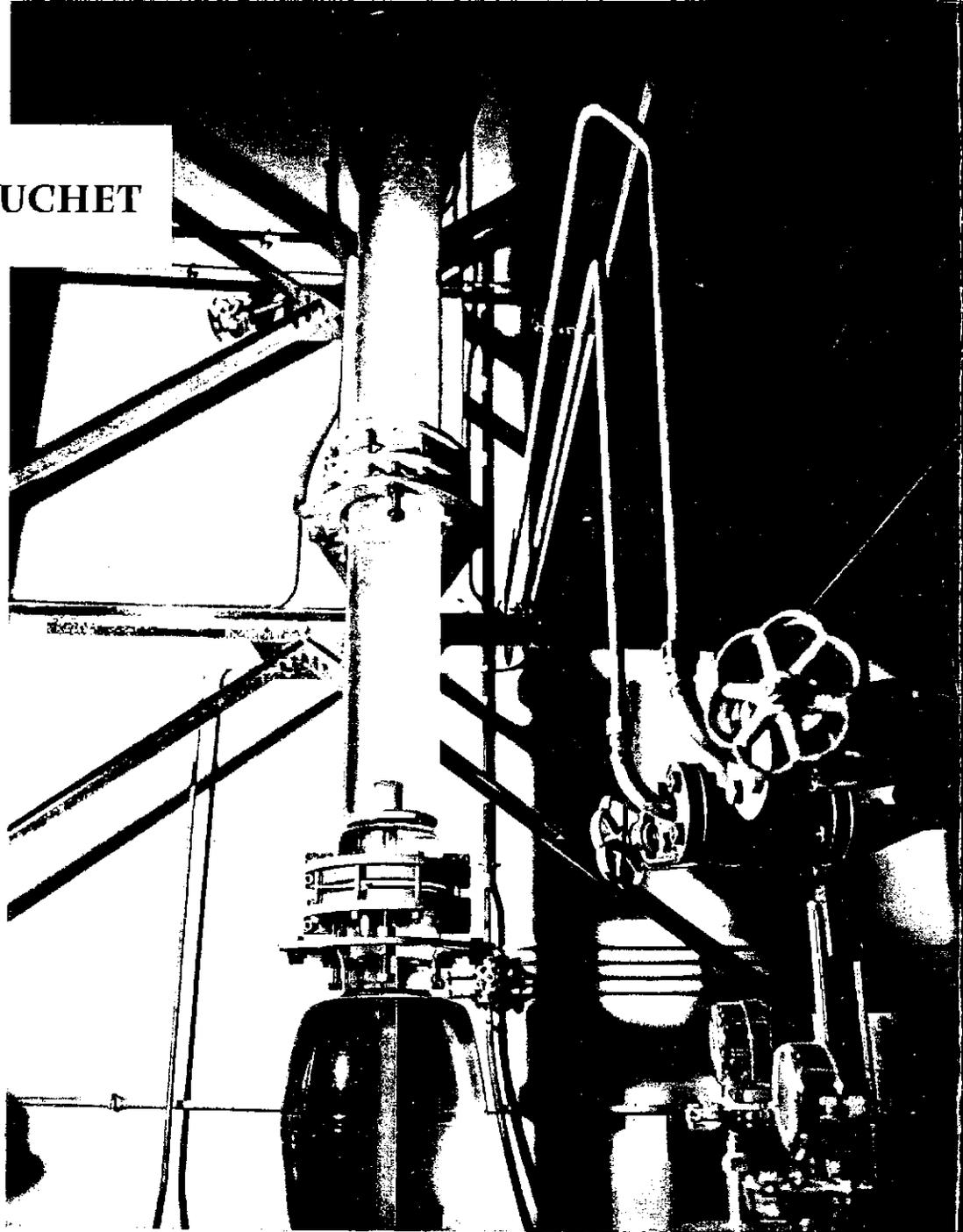
Explotación por galería (Grury - Saône-et-Loire).



Filón en una galería de mina (Forez).

INVESTIGACIÓN  
Y EXPLOTACIÓN DE MINERALES RADIOACTIVOS

**LE BOUCHET**

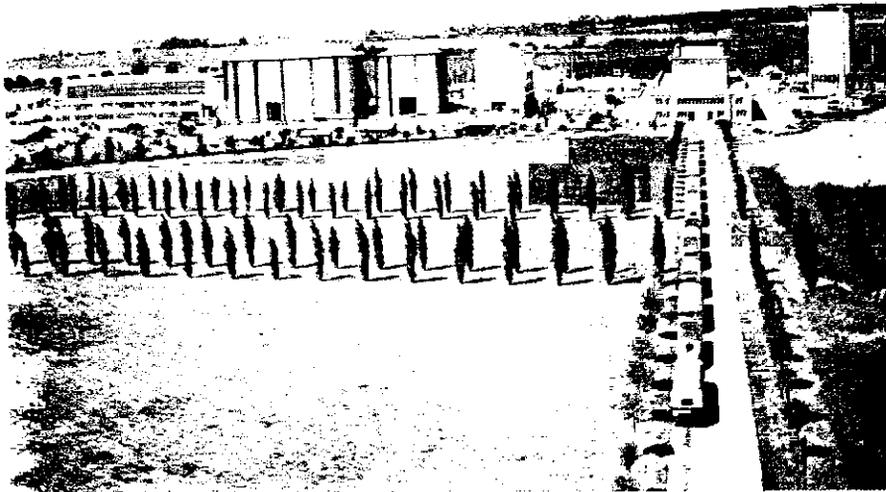


Elaboración del uranio metálico de pureza nuclear.

Columna para el estudio de la extracción semindustrial, utilizando como disolvente el nitrato de uranio.

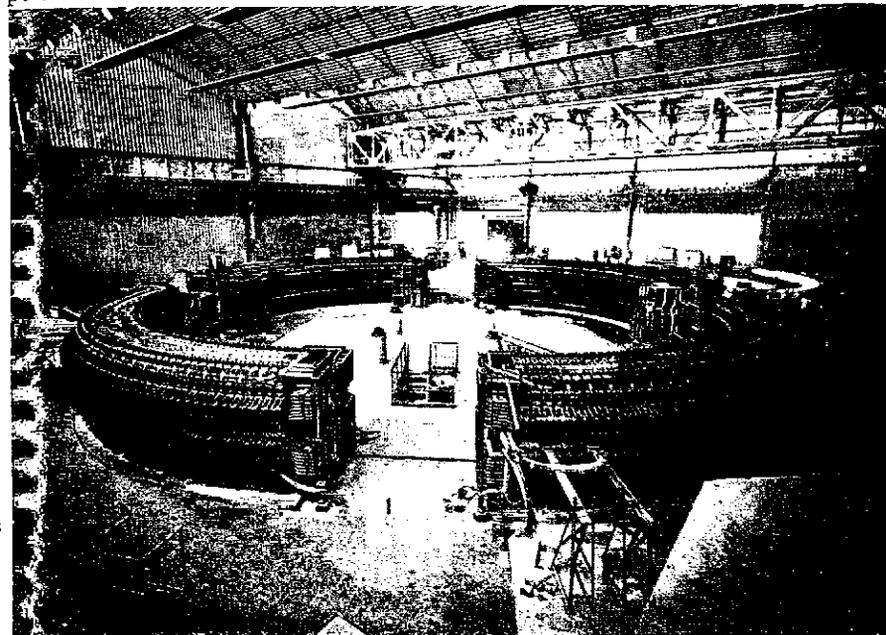
FABRICA DEL BOUCHET

# SACLAY



Conjunto de las pilas EL 2 y EL 3.

Con estas pilas experimentales se puede llegar a resolver los problemas planteados por la construcción de los reactores de potencia.

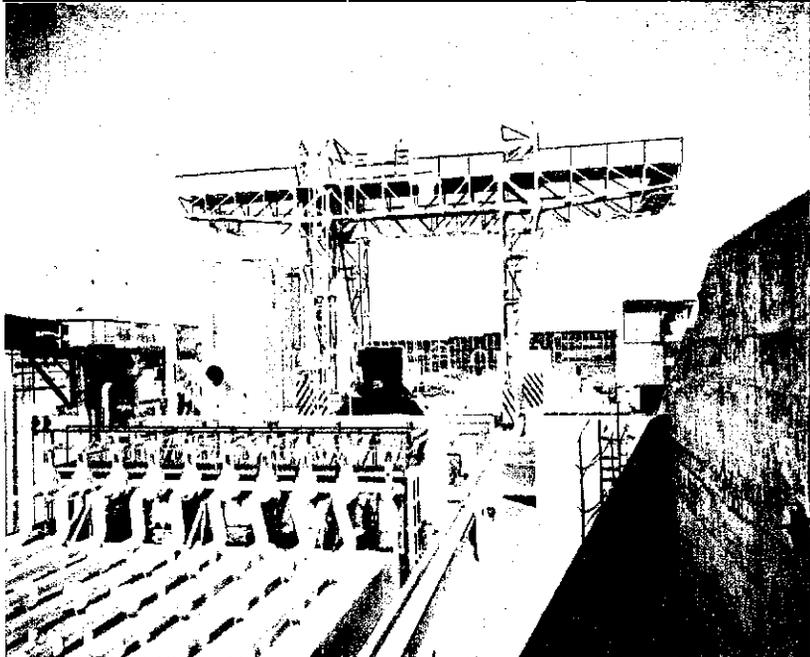


Sincrotron "Saturno".

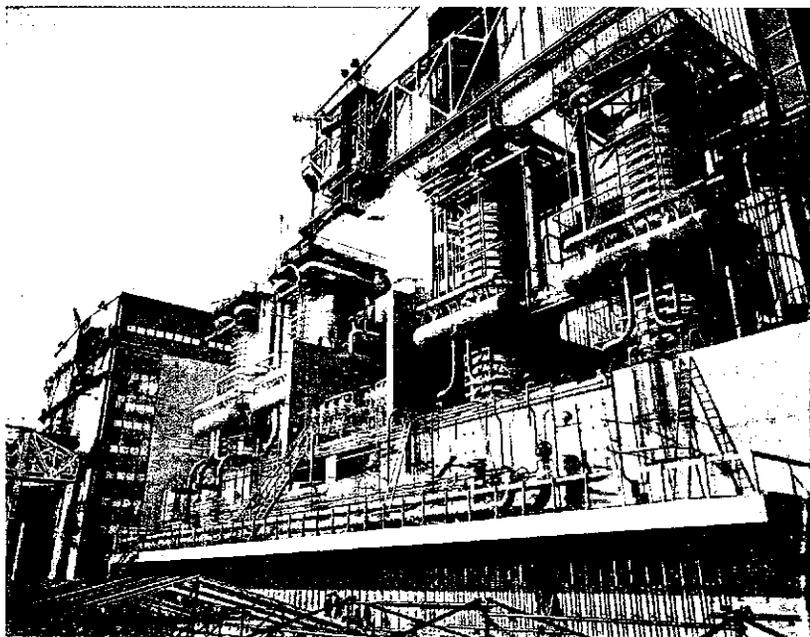
Este acelerador de partículas puede transmitir a los protones una energía de 3 mil millones de electrones-voltios.

EL CENTRO DE ESTUDIOS NUCLEARES DE SACLAY

# MARCOULE



Más arriba, en primer plano, el permutador de calor de la generatriz prototipo asociada a G 1 para el estudio de la producción de electricidad de origen nuclear. En el segundo plano, la fábrica de plutonio.



MARCOULE  
CENTRO DE PRODUCCION DEL  
PLUTONIO

Construcción de las dos pilas G2 y G3 que producirán plutonio y electricidad a partir de 1958 y 1959.

## LAS INVESTIGACIONES Y EXPLOTACIONES MINERAS

Desde su creación el C.E.A. hubo de resolver el problema de su aprovisionamiento regular en minerales radioactivos y en minerales de ciertos elementos, tales como el berilio, que son substancias raras. Su producción en 1945, era nula. Por medio de sus recursos metropolitanos y ultramarinos — en primer término Madagascar — puede hoy Francia cubrir sus necesidades actuales. Cuando estarán debidamente equipados, lo que está haciéndose, los yacimientos existentes darán al país los medios nacionales para desarrollar sus actividades a partir del mineral, pudiendo llegar a ser un productor importante de uranio y de torio.

Esto se lo debe a la acción metódica de la Dirección de las Investigaciones y Explotaciones Mineras del C.E.A. (D.R.E.M.). Su actividad se desarrolla en una doble perspectiva; en primer lugar, el desenvolvimiento de la prospección de las zonas en las cuales se habían solamente revelado en 1945 algunos indicios, en segundo lugar, la explotación con los medios los más rápidos posibles de los yacimientos descubiertos primeramente.

Para alcanzar estos objetivos, la D.R.E.M. ha organizado " misiones

- El D.R.E.M. se encarga de la prospección y extracción de los elementos naturales que deben transformarse en combustible nuclear.



*Exploración por centelleo-  
metro aeroportado utili-  
zando un helicóptero.*

volantes de prospección " en toda la Unión Francesa y creado " divisiones mineras ", cuatro hasta la fecha, en la metrópoli. Estas han sido establecidas en Grury (Saône-et-Loire), en el Forez, en el Limousin y en Vendée. Una sola unidad de explotación existe en Madagascar. Además de esas divisiones y misiones, dicha D.R.E.M. comprende servicios centrales de investigación, explotación y concentración, instalados en Fontenay-aux-Roses, y también los servicios anejos de Limoges en los cuales figuran particularmente una sección de sondeo, un almacén y un taller central.

Al practicar sus diversas investigaciones, la D.R.E.M. utiliza en las diversas etapas sucesivas los métodos clásicos de prospección de los minerales comunes, a los cuales añade el señalamiento de los indicios de radioactividad por medio de aparatos de detección (contadores Geiger-Muller y centelleómetros) cuyos prototipos, en su mayor parte, han sido puestos a punto con la colaboración del Departamento de Electrónica de Saclay y los servicios de la D.R.E.M. A partir de ahora, la exploración por centelleómetros aéroportados forma parte de los procedimientos normalmente utilizados. Cuando se ha decidido la explotación de un yacimiento reconocido es la D.R.E.M. la que se encarga del asunto, empleando sus medios propios.



*Los exploradores recorren la región a estudiar utilizando contadores Geiger Müller o centelleómetros buscando mineral radioactivo.*

El enriquecimiento de los minerales comienza en las proximidades de los yacimientos, sea por vía física, sea por vía química, hasta que el concentrado obtenido pueda tener una composición suficiente para ser transportado en las condiciones más económicas hasta la fábrica central de elaboración del uranio metálico puro. Con este objeto, se han puesto en funcionamiento varias fábricas de concentración química en 1955 en Gueugnon (S.-et-L.), en 1957 en Vendée y en el Limousin, en 1958.

Hasta 1955, el C.E.A. solo se ha encargado de la exploración y luego de la puesta en valor de los yacimientos uraníferos de los territorios de la metrópoli y de ultramar. En Madagascar, sin embargo, compra los minerales según un baremo de precios establecido por la administración local. Por otra parte, en 1954, se decidió poner en ejecución un plan de compras de minerales de uranio. Se ha querido con ello estimular a los particulares y a la industria minera para que hagan por su cuenta la investigación y extracción de minerales. El C.E.A. ha hecho saber a los organismos interesados su intención de adquirir minerales de uranio (en una proporción de dos milésimas por lo menos y a un precio de base de 4.000 francos el kilogramo de uranio contenido). Estas compras

- El mineral está transformado en primer lugar sobre los sitios de extracción.

- Desde 1955, el C.E.A. compra también minerales de uranio a las empresas privadas.



*División del Forez. Vista de conjunta del yacimiento de Bois Noirs.*

de minerales se realizarán en primer término en Bretaña, en Normandía y en la parte sur del Macizo Central, para extenderse a las demás regiones de la metrópoli. El Comisariado de la Energía Atómica ayuda a los exploradores que se interesan por el desarrollo de la riqueza uranífera de Francia, por medio de consejos y de análisis de minerales.

- Después del pozo de La Crouzille que se puso en explotación en 1950, se han abierto muchos otros pozos de extracción.

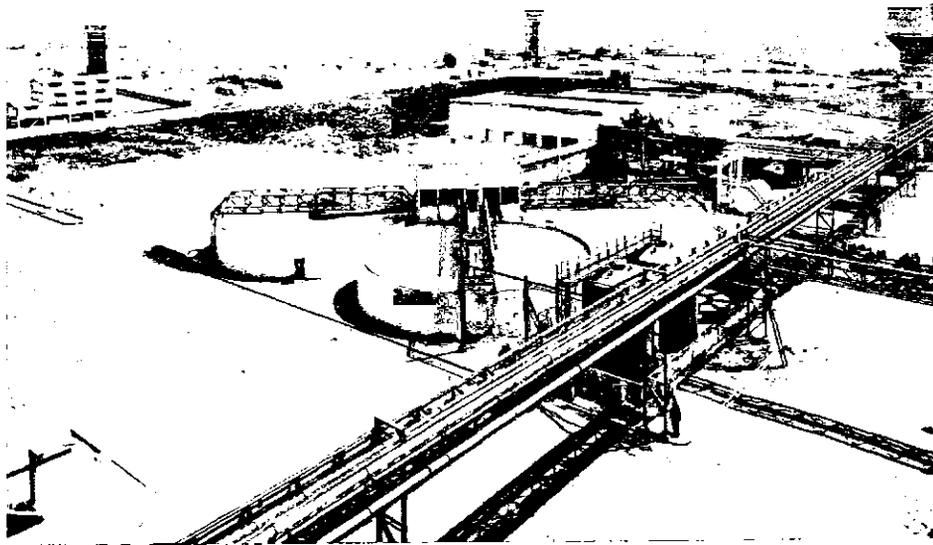
En 1946 se pusieron a actuar las primeras misiones de investigación; dos años más tarde, fueron descubiertos por primera vez en Francia yacimientos macizos de uranato natural de óxido de radio. Sin embargo, fué el 10 de julio de 1950 cuando se inauguró solamente el primer pozo de extracción, el de la Crouzille. Luego se abrieron numerosos pozos de extracción en beneficio de la producción. Paralelamente, las investigaciones realizadas en Madagascar han permitido descubrir mineral rico en torio y uranio. En la actualidad están en explotación muchos yacimientos.

- La producción metropolitana de uranio sitúa a Francia a la cabeza de los países productores de Europa occidental.

La producción de concentrados químicos a 60 % de uranio obtenida durante 1957 corresponde a 380 toneladas de metal. Para 1958, se evalúan las previsiones de producción a unas 500 toneladas, y para 1961, a 1.000 toneladas. En un plazo relativamente próximo se llegará a una producción anual de 3.000 toneladas para lo cual se toman las disposiciones oportunas.

En la actualidad, con los recursos reconocidos, se puede asegurar este programa de producción. La calidad de los minerales franceses es análoga a la de los minerales extranjeros. En caso de crearse un mercado libre de uranio Francia podría disponer de un mineral cuyo precio soportaría la concurrencia mundial.

*La fábrica del Ecarpière (Loire Atlántico) trata los minerales de uranio extraídos de la región vendéana para producir un concentrado de uranio con 60 % de uranio*



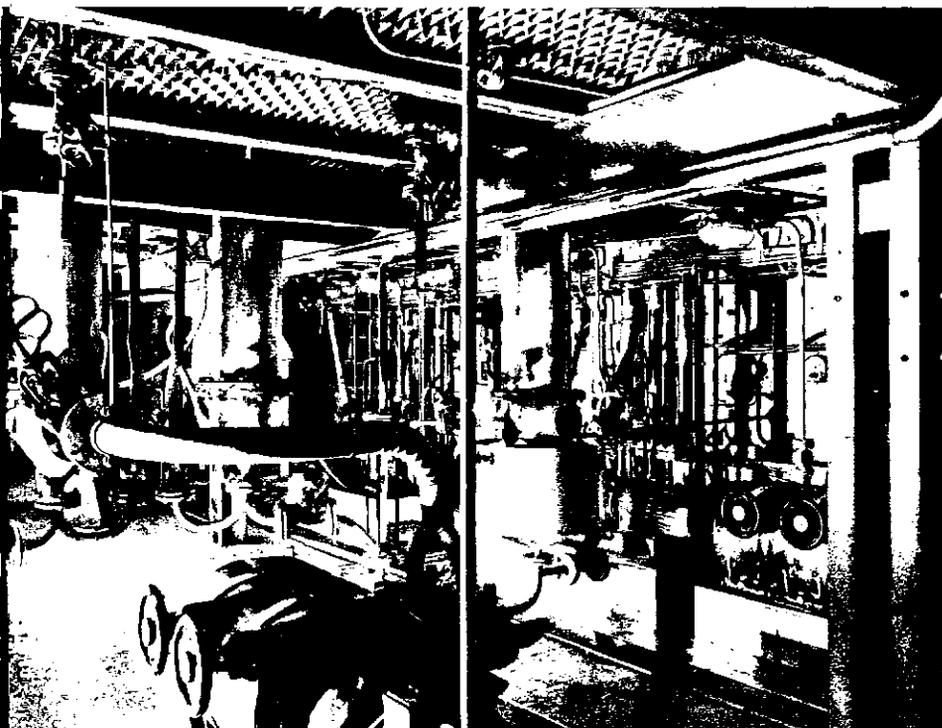
## LOS ESTABLECIMIENTOS ESPECIALIZADOS



Hemos considerado necesario, dar a nuestros lectores, una idea, si bien breve, de lo que son dichos establecimientos en el conjunto francés de la energía atómica, y del papel que se les a confiado.

Los que llamamos así son las fábricas en las que se elaboran los combustibles nucleares (uranio, torio, plutonio), y los laboratorios en los que se de prepara la aplicación industrial de la energía atómica.

Entre ellos, tres se hallan en la región parisiense : Saclay, Fontenay-aux-Roses (antiguamente Châtillon) y el Bouchet ; dos, están instalados en provincia, Marcoule en el Gard y Grenoble en el isère. Así, cada uno de los establecimientos del C.E.A., realiza frecuentemente una misión doble, la de ser a la vez centro de estudios y de producción, mientras que la fabricación de los aparatos y materiales nucleares, a excepcion de los combustibles se confia a la Industria.



*La fábrica del Bouchet alimenta todas las pilas francesas en uranio natural. Taller de purificación del nitrato de uranil por extracción con disolvente.*

## LA FABRICA DEL "BOUCHET"



- En el Bouchet el mineral de uranio concentrado en los lugares de extracción es refinado, luego el metal así producido, es elaborado.

El uranio destinado a un reactor atómico tiene que presentarse bajo la forma de un metal muy refinado. Es en la fábrica del Bouchet, como hemos dicho ya, donde se opera una serie de operaciones físicas y sobre todo químicas que permiten en primer lugar eliminar las impurezas de los uranatos, concentrados impuros de minerales de uranio, hasta una dosis inferior a fracciones de millonésimas, y luego elaborar el metal.

Dicha fábrica fué instalada en diciembre de 1946 en un enclave de la fábrica de pólvora del Bouchet, cerca de Corbeil, situada a unos cincuenta kilómetros de París. Menos de dos años más tarde, en enero de 1948, comenzó la producción del óxido utilizado por la pila de Fontenay con la esperanza de una producción regular de lingotes de metal, lo que se realizó durante el año 1950. Por otra parte, en la misma fábrica del Bouchet se realizó hasta fines de 1956 la extracción de uranio, de modo químico, operando sobre minerales presentados bajo forma de uranatos de sodio y de amonio. Diremos, en fin, que el desarrollo de las instalaciones de concentración química en las proximidades de los yacimientos de minerales llamados pobres, ha permitido recibir progresivamente el uranio en la fábrica, bajo la forma de uranato.



*La fábrica de tratamiento de los minerales de uranotorionita.*

La verdadera purificación se opera por una extracción selectiva entre los disolventes orgánicos. Llegado a su más alto grado de pureza, el uranio sufre una serie de transformaciones, llegándose en la última de ellas a la elaboración del metal.

A principios de 1957 ha comenzado a funcionar en el Bouchet una nueva fábrica de tratamiento. En ella se manipulan minerales procedentes de Madagascar muy ricos en torio, lo que permite obtener desde esa fecha sales de torio muy puras nuclearmente. Como el uranio 238, el torio posee la propiedad de poder transformarse en materia fisible. Después de la irradiación en una pila, dicho torio se transforma en uranio 233, nuevo combustible nuclear. Este mineral contiene también cantidades importantes de uranio que se puede así introducir en el ciclo principal de fabricación bajo forma de uranato de sosa.

• A la producción de uranio metálico puro se añade, en 1957, la de los compuestos de torio nuclearmente puros.



*Carga de un horno de secar el peróxido de uranio.*

- La producción de la fábrica basta para alimentar las pilas francesas con uranio natural.
- Se hacen estudios para que pueda rebajarse el precio del metal refinado.

En la actualidad la fábrica del Bouchet produce el combustible nuclear necesario para el funcionamiento con uranio natural de las pilas de Fontenay, Saclay y Marcoule. Hasta que las nuevas fábricas de refinado de uranio se hayan puesto en marcha, la del Bouchet continuará desarrollando su capacidad de producción. Esto es esencial para que el programa atómico francés pueda realizarse en los términos previstos. También se han previsto determinadas medidas de engrandecimiento y modernización de los talleres.

En ese mismo cuadro de la fábrica del Bouchet que depende del Departamento de Química continúan los estudios e investigaciones a la escala del laboratorio y en talleres semindustriales, con objeto de perfeccionar los procedimientos de fabricación y, si es posible de transformarlos, con ayuda de técnicas novísimas. Estos trabajos sirven también para favorecer el desarrollo de las instalaciones y para rebajar constantemente el coste del metal refinado.



*Bateria de pastilladoras a óxido de uranio.*

## EL CENTRO DE ESTUDIOS NUCLEARES DE FONTENAY-AUX-ROSES



La busca de las materias de base fué, como ya hemos dicho, una de las primeras preocupaciones del Comisariado de la Energía Atómica, desde su creación. El problema de los locales y de los hombres competentes necesarios fué también otra preocupación, erizada de dificultades. Las autoridades militares facilitaron las primeras instalaciones : el antiguo fuerte de Châtillon. El C.E.A. añadió a las viejas casamatas inservibles unos pabellones, a veces de madera.

Así, el primer Centro de Estudios Nucleares franceses tuvo en sus comienzos que acomodarse a ciertas construcciones provisionales y no adaptadas para los trabajos de investigaciones modernas. Allí entró en servicio la primera pila francesa EL 1 (Zoé), el 15 de diciembre de 1948. Fué allí también donde los equipos de investigadores que se habían podido formar, no sin penas y dificultades, pudieron abordar los primeros estudios físicos, químicos, biológicos y metalúrgicos. Así funcionó el Centro de Châtillon durante cuatro años. Los resultados obtenidos fueron sin embargo muy alentadores. Los efectivos aumentaban sin cesar, en relación con los progresos alcanzados, trabajando más de 800 personas en dichas instalaciones del fuerte, en 1950.

A pesar de los progresos realizados, la necesidad de instalaciones más modernas, radicadas igualmente en la región parisiense, se hizo sentir de tal manera que el Comisariado de la Energía Atómica decidió construir en Saclay un nuevo Centro de Estudios Nucleares que paró por algunos tiempos el crecimiento del Centro de Châtillon. No obstante, al terminarse los trabajos de Saclay, hubo de estimarse, con evidente fundamento, que convenia a todas luces no dejar de lado las instalaciones existentes, y sacar un partido conveniente del potencial humano de la región parisiense. Por ese motivo en 1957, emprendió el Comisariado la modernización del primer Centro Atómico. Han sido arrasados a estos efectos los antiguos edificios, y en su lugar se han levantado las nuevas construcciones. Al mismo tiempo se ha pensado que convenia respetar la expresión geográfica del territorio; ahora se conoce bajo el nombre de Centro de Estudios Nucleares de Fontenay-aux-Roses.

"EL 1" (Zoé) ha sido el útil de las investigaciones indispensables para preparar la construcción de los reactores nucleares más perfeccionados de Saclay y luego de Marcoule. Además de este reactor que sigue produciendo radioelementos de vida corta, el Centro de Fontenay-aux-Roses dispondrá dentro de poco tiempo de dos pilas nuevas, actualmente en construcción, "Tritón" y "Minerva".

● Sucesor del Centro de Châtillon, el modernísimo Centro de Estudios Nucleares de Fontenay-aux-Roses prepara activamente el porvenir.

● Las principales pilas de investigación funcionan en Saclay, pero el centro de Fontenay, donde ha funcionado la primera pila francesa, "EL 1", poseerá bien pronto dos nuevas pilas, "Tritón" y "Minerva".

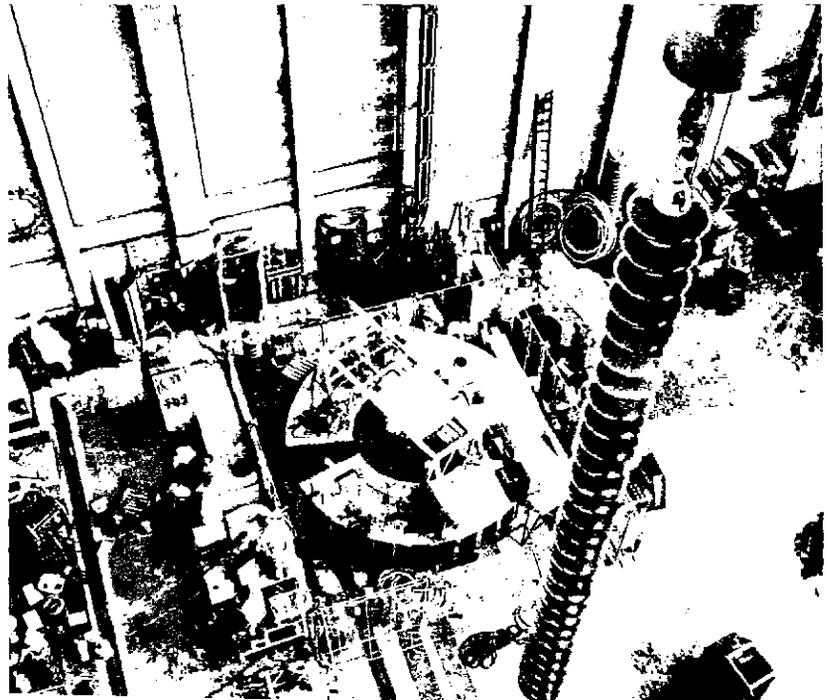
" Tritón," es una pila piscina, de uranio enriquecido, cuya puesta en marcha se ha previsto para 1958. Su potencia es de 1.300 kw, sin ninguna recuperación. Está principalmente destinada á los estudios de protección contra las radiaciones. En una pila piscina, los barrotos de uranio se hallan directamente inmersos en agua ordinaria — por la que se consigue la contención y la reflexión de los neutrones, el enfriamiento de la pila, y la protección del personal al mismo tiempo. " Minerva " es también otra pila piscina de uranio enriquecido. Su potencia es reducida, estando destinada, en particular, al estudio del grado de pureza de los materiales nucleares y a ciertas experiencias de física fina.

- La fusión comprobada y las permutas caloríficas por medio de metales líquidos son objetos de trabajos importantes.

El Departamento de Estudios de Pilas se encarga de la explotación de estas tres pilas de experimentación cuyos estudios se han hecho igualmente bajo su dirección. Este departamento, cuya sede se halla en Saclay, dispone también de dos laboratorios en Fontenay para estudios sobre los futuros reactores : en primer término se trata del enfriamiento por circulación de un metal líquido, lo que presenta el mayor interés en el caso de los reactores con neutrones rápidos. En fin, mientras que los reactores citados hasta ahora, están basados sobre el principio de la fusión de núcleos atómicos pesados, en Fontenay se hacen estudios sobre los fenómenos de fusión de núcleos ligeros, con medios ya importantes.

- Servicio de Mineralogía

En contacto con la Universidad y con la D.R.E.M. este servicio realiza trabajos de análisis mineralógicos, metalogénicos y petrográficos, empleando



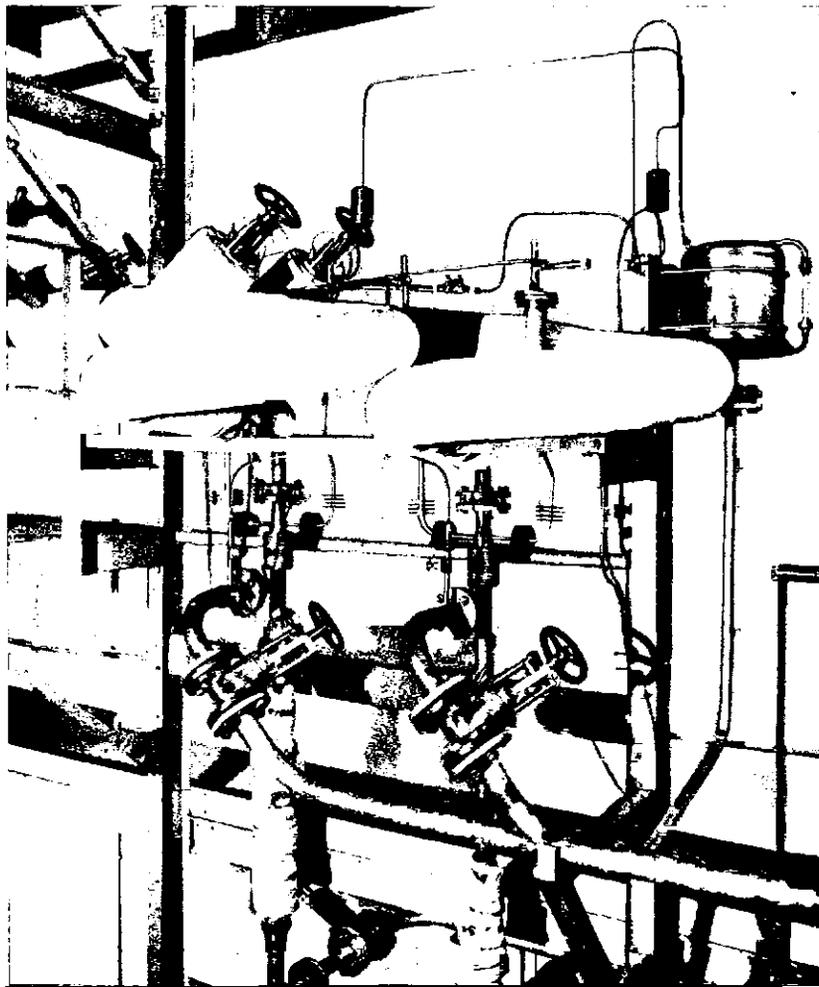
Laboratorio de investigaciones sobre la fusión.

los métodos físicos y químicos más modernos. Gracias a ellos el conocimiento de los minerales de uranio y de torio ha adelantado considerablemente. Sigue además ocupándose de cuanto se relaciona con la geológica del uranio.

El Departamento de Química, en Fontenay, realiza su misión con el auxilio de los dos servicios siguientes : " La Sección de Estudios de los Tratamientos Químicos de los Minerales " y el " Servicio del Plutonio ". El primero estudia los métodos de tratamiento de los minerales de uranio y de torio los mas rentables, desde el punto de vista industrial.

Los resultados obtenidos han dado lugar a la construcción con ayuda de la industria privada, de las fábricas de concentración química de Gueugnon, l'Ecarpière y Bessines, a las cuales se unirá muy en breve la del Forez. Dichas fabricas aseguran la transformación de los minerales de uranio en " uranatos ", concentrados químicos con 60 % de uranio. Por

• Dos de los servicios y la Dirección del Departamento de Química están instalados en Fontenay.



*Circuito de sodio para el estudio del enfriamiento de los reactores de alta temperatura.*

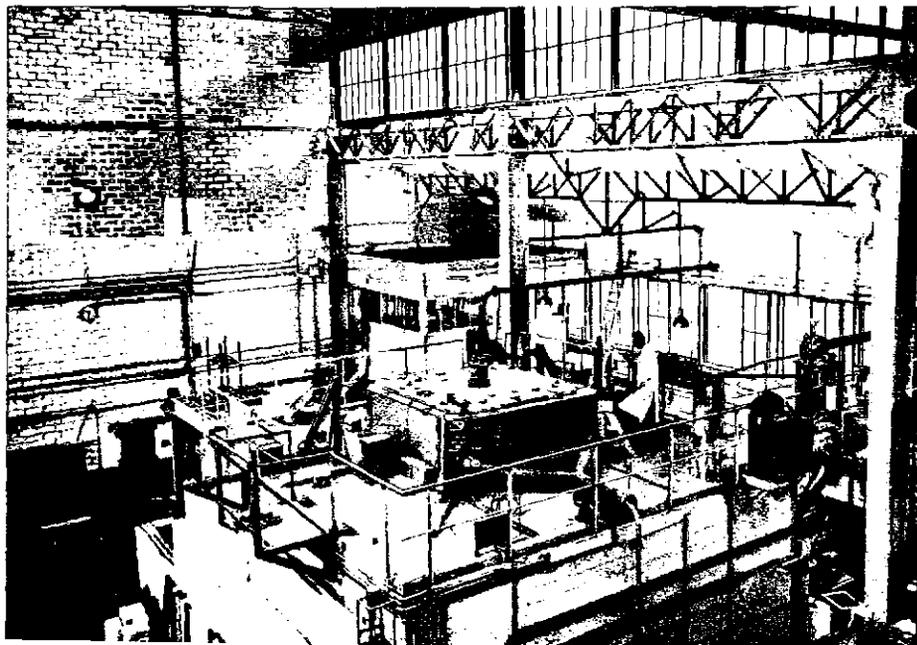
su parte el " Servicio del Plutonio " ha llevado a cabo los estudios y trabajos que han permitido a Francia la obtención, desde 1949, de plutonio, elemento que no existe en la naturaleza y que es el resultado de la transmutación del uranio 238, efectuada en una pila. El servicio del Plutonio ha construido una fábrica piloto cuyas enseñanzas han permitido poner en marcha la fábrica de Marcoule, tratando barrotos de uranio irradiados en una pila. La instalación semi-industrial de Fontenay fué desmontada, después de haber cumplido su misión.

Con ocasión de la primera conferencia internacional en Ginebra en 1955, ha publicado el C.E.A., por la primera vez, en el dominio del plutonio, secreto hasta la fecha, los resultados de los ensayos de laboratorio, así como los resultados semi-industriales obtenidos, realizando un intercambio fructuoso de ideas. Ahora se preocupa este servicio de Plutonio de los estudios químicos relativos a este combustible. Ha emprendido igualmente el estudio de la extracción de otro elemento físil artificial, el uranio 233, mediante la transmutación del torio en una pila, realizando una instalación piloto en una célula del laboratorio de alta actividad de Saclay.

- En Fontenay funciona un servicio del Departamento de Metalurgia y de Química destacado de Saclay.

El Departamento de Química, que ha dirigido la construcción de la fábrica del Bouchet y qui sigue ocupándose de su explotación, ha sido encargado también de seguir, dentro del dominio técnico, los trabajos de estudios, la construcción y puesta en marcha de una nueva fábrica de uranio metálico en la región de Narbona.

Los trabajos sobre la metalurgia del plutonio los efectúa el " Servicio de Radiometalurgia ", instalado en laboratorios adecuados. Estudia las condiciones de aplicación del plutonio en las tradicionales operaciones metalúrgicas : determina las constantes físicas, la fusión, las alianzas, el torneado, etc., con el fin de dominar la tecnología del plutonio.



La primera pila atómica francesa EL 1.

## EL CENTRO DE ESTUDIOS NUCLEARES DE SACLAY (C.E.N.S.)



Rápidamente, y desde 1948, se comprendió que era necesario construir un nuevo Centro de Estudios Nucleares. Ya entonces se había podido comprobar que el Centro de Fontenay no podía dar satisfacción a las exigencias crecientes de la técnica, y por eso que urgía completarlo con instalaciones más espaciosas y modernas, con el fin de poder emplear los instrumentos especiales indispensables para el desarrollo de las investigaciones de física nuclear y poner a la disposición de los técnicos de la energía atómica los laboratorios que necesitaban.

En vista de ello se instaló el segundo Centro de Estudios Nucleares, en un terreno situado en la meseta de Saclay, cerca del Valle de Chevreuse, de 170 hectáreas de superficie. Este lugar, no está muy distante de Fontenay-aux-Roses ni de los barrios universitarios de la capital. En 1949, se empezaron los primeros trabajos.

Hoy, en Saclay, funciona un centro de investigaciones y enseñanza donde se prepara el desarrollo industrial francés de la energía atómica.

El Centro de Saclay dispone de numerosos laboratorios dotados de material especial y a propósito para el estudio y experimentación en los diferentes dominios de la ciencia y de la técnica relacionados con la energía atómica. Dispone principalmente de cuatro pilas experimentales: "El 2", "El 3" (dos reactores de agua pesada), "Aquilón" y "Proserpina", y de cinco aceleradores de partículas.

Entre éstos, citaremos primero el generador electrostático de tipo Van de Graaff, de cinco millones de voltios y luego un ciclotron capaz de producir deuterones de una energía de 25 MeV (millones de electrones-voltios). Son utilizados por el "Servicio de Física Nuclear" para los estudios sobre las leyes que rigen la estructura de los núcleos atómicos y las medidas de sus características. Saclay posee también un generador electrostático del tipo Van de Graaff de 2 millones de voltios, un acelerador de catión (cabitron) y un acelerador lineal de electrones de 28 millones de electrones-voltios, que se usa para tomar las medidas de sección eficaz de los materiales utilizados en las pilas y pudiendo constituir un blanco emisor de neutrones. Digamos por último que el C.E.A. dispone de un betatron, instalado en el Instituto del Cáncer de Villejuif que se utiliza para investigaciones médicas.

En fin, el "Servicio de Física Aplicada" ha estudiado un sincrotron "Saturno" que podrá comunicar a los protones una energía de 2 a 3 mil millones de electrones-voltios y obtener así reacciones intranucleares particulares. Este aparato, que tiene el mayor interés para

- El C.E.N.S. continúa siendo el principal Centro de investigación y de enseñanza para preparar el desarrollo de la industria atómica en Francia.

- En la actualidad funcionan en Saclay varios grandes aparatos de investigación: cinco aceleradores de partículas y cuatro pilas atómicas.

- Los aceleradores de partículas.

- El Departamento del Sincrotron "Saturno", explota este acelerador destinado a comunicar a los protones una energía de 2 a 3 MeV.

los estudios de física nuclear, entra en servicio en 1958. Se encargará de su utilización el Departamento del Sincrotron " Saturno ".

• La pila " EL 2 ".

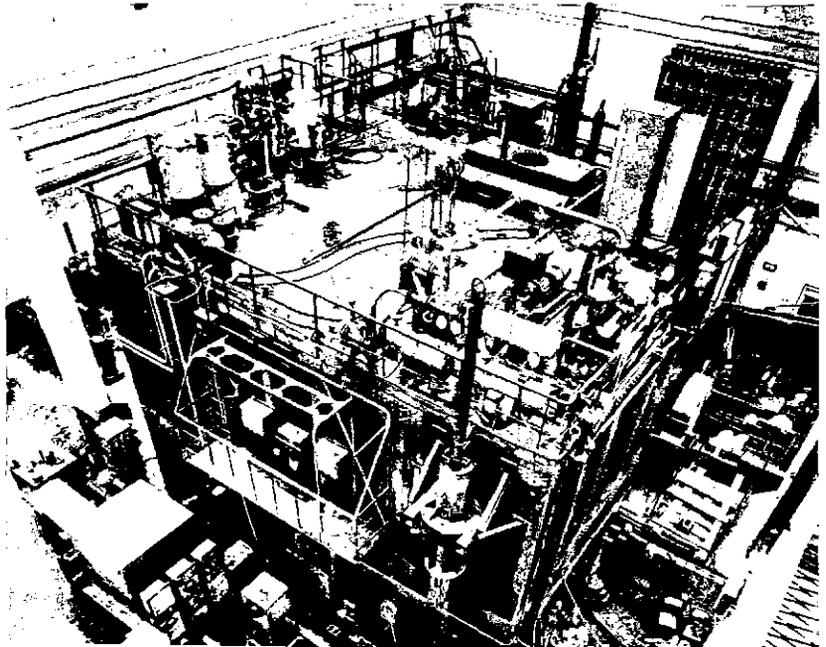
Es una pila de uranio natural y agua pesada, cuyo flujo de neutrones llega, en su centro, a  $10^{13}$  neutrones/cm<sup>2</sup>/seg. Puesta en marcha el 27 de octubre de 1952, El 2 puede producir una potencia de 2.400 kW calor, en marcha normal, y alcanzar a 3.000 kW. Ha dado lugar a la realización de estudios de dispositivos originales.

Si la primera pila El 1 se realizó en Fontenay, de manera rápida y clásica, el segundo reactor francés fué construido con el objeto de preparar la solución de los problemas planteados por la construcción de reactores de gran potencia, en particular en lo que se refiere a la evacuación del calor. La El 2 está enriada por un procedimiento utilizado por primera vez en una pila atómica : la circulación de gas comprimido (actualmente gas carbónico). Una parte del calor desprendido se utiliza para la calefacción del edificio de la pila. Con esta realización se pudo comprobar en 1952 que una pila puede constituir un manantial de gases calientes utilizables para la producción de electricidad.

La pila El 2 de Saclay, además de ser utilizada como banco de ensayos tecnológicos, sirve también para estudios físicos y físico-químicos : Notemos en fin, que se producen en sus flancos radioelementos artificiales de una actividad diez veces superior a la de los cuerpos irradiados en la pila El 1, y que ha permitido obtener las primeras cantidades de plutonio necesarias para el estudio de este elemento artificial.

• La pila " Aquilon ".

Desde agosto de 1956 funciona una pila de muy baja potencia, " Aquilón ", destinada al estudio de las redes de uranio-agua. Gracias a ella se pueden comparar las diferentes disposiciones de combustible



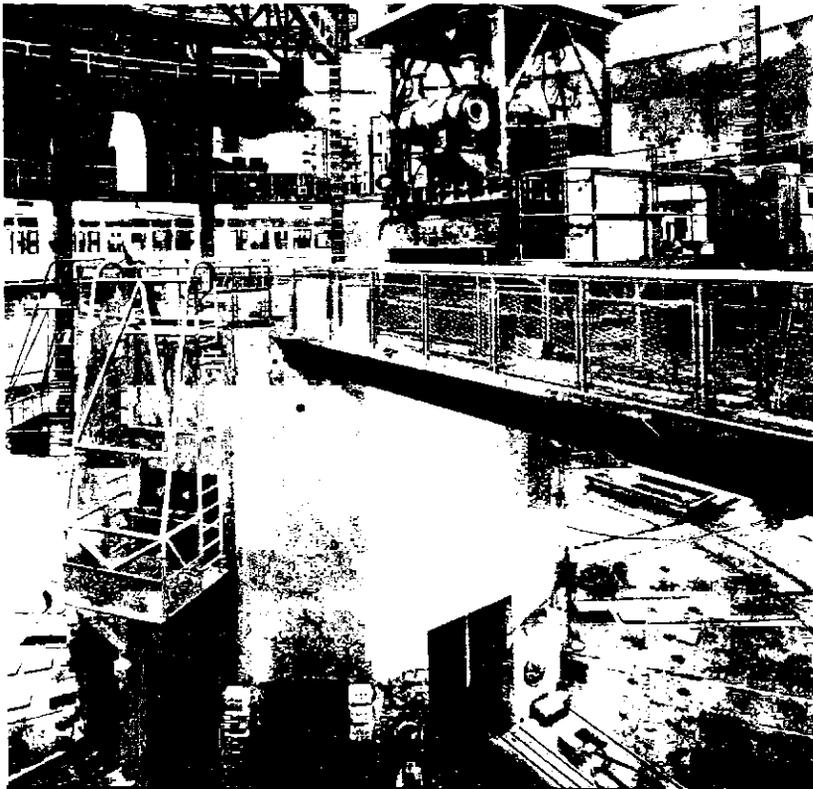
La pila experimental EL 2 ha sido la primera pila enfriada por medio de una circulación de gas comprimido.

nuclear en un moderador líquido que puede ser agua ordinaria o agua pesada. Esta pila de experimentación es necesaria para establecer los proyectos de pila de potencia con agua pesada.

Ha sido puesta en marcha el 4 de julio de 1957. Se trata de una pila de uranio ligeramente enriquecido, de agua pesada y altísimo flujo de neutrones. El 3 permite en efecto conseguir en el centro de la pila un flujo de neutrones térmicos de  $10^{14}$  neutrones/cm<sup>2</sup>seg., diez veces superior a lo conseguido con la primera pila de Saclay, El 2. Esta pila ha sido construida para permitir la realización de múltiples experiencias en los grandes flujos de neutrones. Se ha procurado el máximo de facilidades a los experimentadores para que puedan acceder al seno de la pila, a los reflectores de agua pesada y grafito, a las cavidades dispuestas en la protección y a las barras activas, en su casamata de asentamiento. Las irradiaciones de radios gama producidas por los barrotos de uranio irradiados son también posibles.

Esta pila permite, más particularmente, hacer ensayos sobre el comportamiento de los materiales de estructura destinados a los reactores de gran potencia en el seno de los cuales se producen intensos flujos de neutrones. La EL 3 podrá también producir ciertos radioelementos que se han comprado hasta ahora al extranjero, especialmente cobalto 60 y carbono 14.

● La pila " El 3 ".



*La pila experimental EL 3 ha sido construida para poder llevar a cabo gran número de experiencias utilizando grandes flujos de neutrones, en particular el ensayo de los materiales empleados en los reactores de potencia.*

- La pila "Proserpina".

Esta pila, que es la primera de plutonio del C.E.A. entró en funcionamiento el 14 de marzo de 1958. Es un reactor " homogéneo ", es decir que la materia fisible y el moderador están íntimamente mezclados. El plutonio que utiliza " Proserpina " se presenta en forma de sal en solución en el agua ordinaria. El reflector está constituido por glucina vitrificada. La pila servirá, en particular, para el estudio de las masas críticas de solución de plutonio. En Saclay se han instalado diversas direcciones científicas y técnicas.

- El Departamento de Estudios de pilas coordina todas las actividades de ese sector principal.

El Departamento de Estudios de Pilas — D.E.P. — instalado principalmente en Saclay ha de reunir y coordinar los datos científicos y técnicos relativos a las pilas existentes o en estudio, efectuar experiencias en los dominios de la física pura y aplicada que afectan a la técnica de las pilas, dirigir la redacción de anteproyectos o proyectos de pilas, las experiencias sobre la fusión, y por último poder actuar de Consejero en la construcción de pilas industriales.

En el seno de ese mismo Departamento, figura el " Servicio de Física Matemática " encargado de estudiar la economía y el reparto de neutrones en las pilas. Hace también estudios de física nuclear teórica. El " Servicio de Neutrónica " se consagra al estudio de los mismos problemas, relativos a los neutrones en las pilas, pero utiliza para eso métodos experimentales ; además, en relación con los materiales fisibles, hace estudios sobre las medidas de sección eficaz, es decir, de avidez con respecto a los neutrones, y dispone de la pila de investigación " Aquilón ". Al " Servicio de Estudios Mecánicos " se le han confiado los problemas de construcción, de accesorios mecánicos, de circulación de fluido y de intercambio térmico. Otro servicio, el de La " Sección de Resonancia magnética ", estudia el comportamiento de los átomos y de los núcleos paramagnéticos en los campos de alta frecuencia. En fin, dos servicios quedan encargados de la explotación, uno de la pila de Fontenay El 1, y otro de las grandes pilas de Saclay El 2 y El 3.

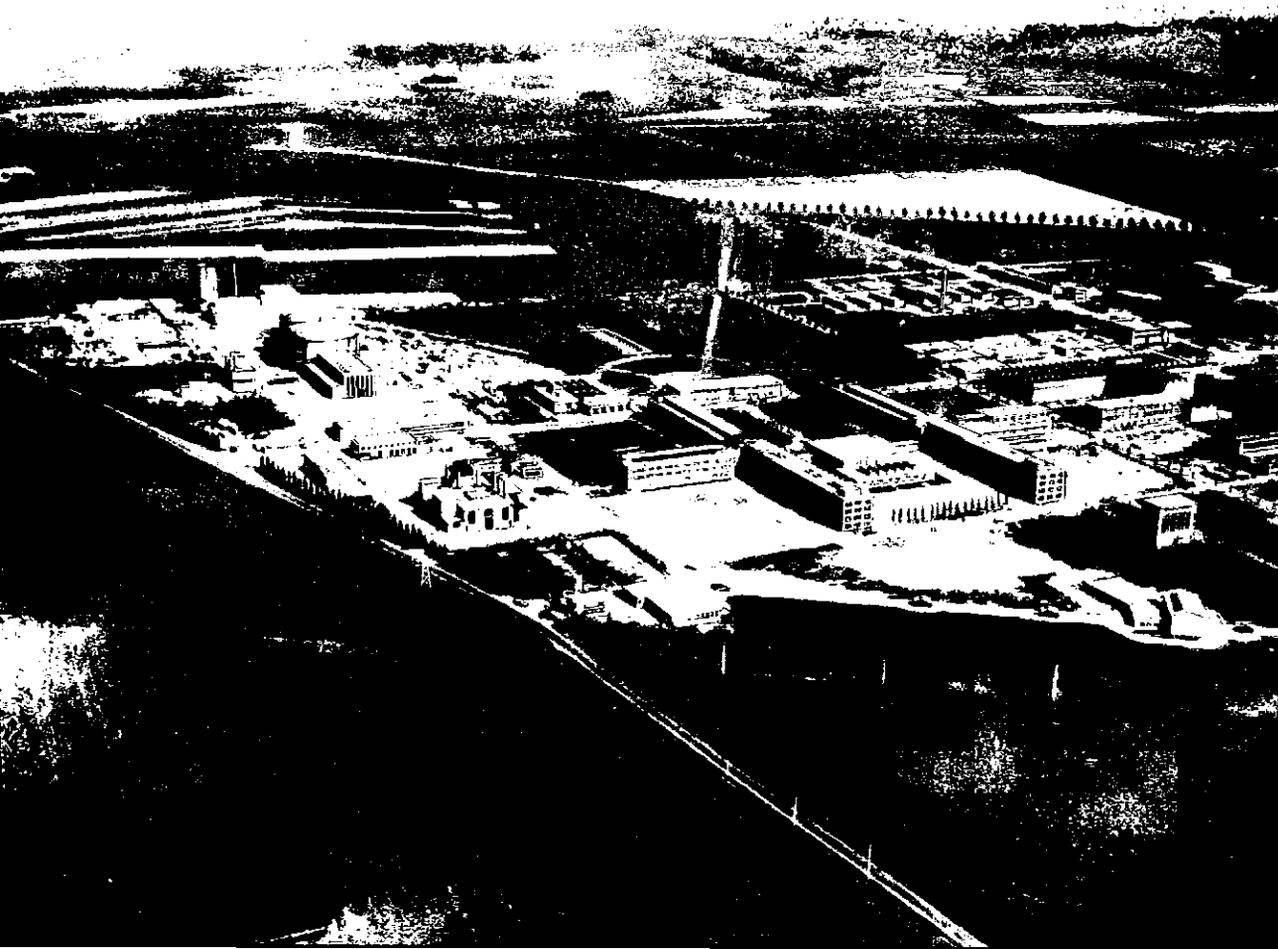
Debemos señalar que el Departamento de Estudios de Pilas prepara la construcción de una pila caliente " Brenda ", teniendo en cuenta las altas temperaturas que son necesarias para las turbinas de gas y la propulsión de barcos y aviones. También estudia diferentes tipos de centrales electrónicas: grandes centrales con agua pesada que utilizarían como combustible el uranio natural o enriquecido ; pequeñas centrales llamadas de " bolsillo " de 10.000 kW. En fin, el D.E.P. y la Dirección Industrial del C.E.A. colaboran a la construcción de las pilas de Marcoule, siguiendo al mismo tiempo los estudios de la pila de potencia E.D.F. 1 construida por Electricidad de Francia en Chinon.

- El Departamento de Metalurgia y de Química Aplicada pone a punto diferentes materiales necesarios, para la construcción de pilas.

El Departamento de Metalurgia y de Química aplicada (D.M.C.A.) comprende varios servicios especializados : el Servicio de Química de los Sólidos estudia los refractarios, cuyas propiedades bajo altas temperaturas están llamadas a desempeñar crecientes servicios en la construcción de reactores, principalmente el óxido de berilio y el óxido de uranio que constituyen, el primero como moderador, el segundo como combustible, dos fórmulas interesantes para los reactores del porvenir. El Servicio de Tecnología tiene la misión de crear prototipos y también de fabricar los primeros

elementos combustibles de las pilas experimentales. En ligazón con el Servicio de Tecnología, el Servicio de Radiometalurgia estudia los efectos ejercidos por la irradiación sobre los combustibles, se encarga de la metalurgia del plutonio, desde las investigaciones fundamentales hasta la realización de elementos combustibles al plutonio. De estos trabajos hemos hablado ya en el cuadro del CEN de Fontenay donde funciona una parte de las instalaciones de este servicio.

*Vista general del Centro de Estudios Nucleares de Saclay.*



Las " Secciones de Metalurgia Química y de Análisis e Investigaciones Químicas Aplicadas " se encargan de llevar a cabo los estudios y experimentos de carácter fundamental aplicado en el campo de la metalurgia y de la corrosión, y por otra parte aseguran el control, punto tan importante por su modo de obrar en la pila, de todos los materiales destinados a la construcción de reactores. En fin, el Departamento de Metalurgia y de Química Aplicada, colabora con la industria francesa en el estudio de ciertas cuestiones y de fabricaciones metalúrgicas, y para la puesta en obra y el control de las fabricaciones industriales de elementos combustibles.

- **El Departamento de Físico Química** está encargado de los estudios concernientes a los materiales moderadores, grafito y agua pesada, la separación de los isótopos de uranio y de isótopos estables, las aplicaciones de radioelementos.

El Departamento de Físico-Química, ha realizado estudios conducentes a la utilización por la industria de procedimientos de fabricación de materiales moderadores de neutrones. Es el " Servicio de Física-Química " quien ha hecho los estudios sobre el grafito, y la " Sección de Isótopos Estables " la que ha realizado los relativos al agua pesada.

Este Departamento prosigue las investigaciones relativas a la separación de los dos isótopos 238 y 235 del uranio natural. Sus trabajos, en cooperación con la Dirección Industrial del Comisariado de la Energía Atómica, han hecho que se construyera en Saclay una cadena experimental a la escala industrial.

La " Sección de Aplicaciones de Radioelementos " se preocupa de extender y poner a punto el empleo de los radioelementos en dominios industriales cada día más numerosos. Por ejemplo, en los ensayos de lubricantes de motores, la medición rigurosa del desgaste ha permitido, entre otras cosas, poder poner a punto aceites nuevos. También gracias a ellos se puede hoy seguir la marcha de un pistón raedor en el interior de una tubería (pipe-line) y situar exactamente el lugar en donde se detiene. Un cristal marcado por un producto radiactivo indica el sentido del desplazamiento de las arenas de una playa o en el fondo del mar.

En fin, la irradiación emitida por una fuente gama puede modificar la estructura de las materias plásticas o catalizar las reacciones químicas. El C.E.A. está a la disposición de eventuales utilizadores de radioelementos para toda clase de consultas, contratos de estudios y para alquilar manaderos intensos de rayos gama.

- **El Servicio de Radioelementos** satisface el 80 % de las necesidades francesas.

El " Servicio de Radioelementos Artificiales," agregado al Departamento de Química, está encargado de la producción y propaganda general relativa a la utilización de esos productos. Tiene por otra parte a su cargo el secretariado de la Comisión Interministerial, que controla su distribución. Los reactores existentes en Fontenay-aux-Roses, Saclay y Marcoule se utilizan parcialmente para la irradiación de productos que necesitan con frecuencia tratamientos químicos complejos y delicados.

La mayor parte de esas operaciones se efectúan en el laboratorio de " Alta Actividad " especialmente equipado para este efecto (fundas de aireación, pinzas de manipulación a distancia). El Servicio de Radioelementos Arti-

ficiales satisface el 80% de las necesidades francesas ; cada año se registran unos 5.000 envíos. Los usuarios son los hospitales (10 %), los laboratorios universitarios (39 %), y los establecimientos industriales (58 %). La importación de los radioelementos que no pueden fabricarse en las pilas se realiza por el mismo servicio.

El Departamento de Electrónica se encarga de los estudios e investigaciones que exigen los numerosos accesorios de electrónica necesarios al desarrollo de la energía atómica. Hace también de Consejero técnico, en lo que toca a la materia electrónica, cerca del C.E.A. y los industriales.

Conjuntos electrónicos complejos se utilizan tanto para la exploración de minerales radiactivos, como para la protección contra las radiaciones, las investigaciones de física nuclear y el control y mando de pilas. Las tareas de este departamento se distribuyen en diferentes servicios y secciones : " Electrónica General ", " Electrónica Aplicada ", " Electrónica Física ", " Electrónica Industrial " y " Medida de Radioelementos ".

El " Servicio de Biología " tiene como misión el acrecentamiento de la investigación biológica en el campo de los isotopos y de las irradiaciones ionizantes. Se han logrado ya progresos importantes en cinética biológica, en bioquímica y en fotobiología. Siguen los trabajos en vista de precisar la acción de las radiaciones sobre las estructuras elementales y la materia viva. Aparte de su interés propio, estos estudios teóricos representan la base de importantes aplicaciones biológicas de la energía atómica. Se ha reservado un puesto importante al empleo en medicina de radioelementos mediante la creación del Grupo hospitalario ; las aplicaciones de las radiaciones en agronomía se desarrollan progresivamente. En fin, el campo de acción del Servicio de Biología se ha ensanchado recientemente con la creación de un grupo de radiotoxicología de los productos fisiles.

Gracias al " Servicio de Higiene Atómica y de Radiopatología Radioactiva " (S.H.A.R.P.) y al " Servicio de Control de las Radiaciones y de Ingeniería Radioactiva " (S.C.R.I.R.), cuya sede se halla en Saclay, se ha podido asegurar la protección del personal del conjunto de establecimientos del C.E.A., contra las radiaciones y peligros del berilio y del hexafluoruro de uranio.

El S.H.A.R.P. se ocupa de investigar todo cuanto se refiere a los desordenes y enfermedades debidos a las radiaciones ionizantes, a los métodos de diagnóstico y de investigación, de prevención y de tratamiento. También establece las normas de tolerancia a las radiaciones, aconseja a los servicios del C.E.A. sobre lo que se ha de hacer en materia de seguridad e informa al personal. Se ocupa igualmente de los archivos radiológicos individuales de los agentes del C.E.A.

El S.C.R.C.R. estudia los medios de protección contra las radiaciones y la contaminación radioactiva y aconseja a los constructores para el empleo

- En colaboración con la industria privada, el Departamento de Electrónica, fabrica cuantos accesorios precisan las diversas ramas de la energía atómica.

- Tres de los servicios agregados al Alto Comisario se ocupan de estudiar los efectos de las radiaciones y el modo de preservarse de ellas.

de esos dispositivos de defensa ; comprueba la eficacia de tales recursos de protección y prevención, vigila que el personal no haya de soportar irradiaciones superiores a las que se han establecido en las normas de tolerancia, definidas por el S.H.A.R.P.

Verifica mediante sondeos, pruebas y análisis minuciosos que las instalaciones atómicas, las aguas y la atmósfera de los alrededores no causan daño a la población.

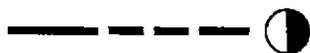
- Tres servicios científicos están agregados a la Dirección del C.E.N.S.

Hay tres servicios, agregados a la Dirección del C.E.N.S. que constituyen su departamento científico. Son los siguientes : El " Servicio de Física Nuclear ", que explota científicamente los aceleradores de partículas y abarca también una buena parte de la gama de investigaciones fundamentales de los fenómenos nucleares por sus varias actividades : física corpuscular de alta energía y reacciones nucleares de media y baja frecuencia. El " Servicio de Física Aplicada ", llamado antes Servicio de Aceleradores, que ha participado a la construcción de los aceleradores de Saclay después de haberlos concebido. Hoy se han extendido sus atribuciones a los distintos problemas planteados por las aplicaciones de la física nuclear : descargas de los gases, campos magnéticos, vacío plasma, óptica corpuscular, fuentes de iones, etc.

El " Servicio de Documentación " está encargado de facilitar a todos los investigadores del Comisariado aquellas informaciones técnicas y científicas que le son necesarias para llevar sus trabajos a cabo. En fin, Saclay desempeña el papel de una verdadera " Universidad Nuclear " gracias al Instituto Nacional de Ciencias y Técnicas Nucleares (I.N.C.T.N.). Encontrará el lector los datos sobre dicho asunto en el capítulo en que se trata de la formación científica y técnica.

Se ve por todo ello que Saclay con sus múltiples y variadas funciones juega un papel principal en el progreso de las aplicaciones de la energía atómica. Entre otras muchas cosas orienta a los constructores de pilas en la elección de materiales, de temperaturas, de flujos de calor, de presiones, de estructuras, de dispositivos de control y de protección, etc., mientras se forman los especialistas indispensables para la utilización de las técnicas correspondientes.

## EL CENTRO DE ESTUDIOS NUCLEARES DE GRENOBLE



La expansión de las actividades del Comisariado de la Energía Atómica, su deseo de contribuir al desenvolvimiento de las ciencias nucleares, en colaboración con la Universidad y su preocupación de evitar una excesiva centralización en los trabajos de investigación, le han incitado a construir en Grenoble un nuevo Centro de Estudios Nucleares. Se ha elegido la ciudad de Grenoble por el dinamismo de su Universidad y de la industria regional. Se puso la primera piedra del tercer C.E.N. en diciembre de 1956, siendo efectivo su funcionamiento a fines del primer trimestre de 1958. De las 100 hectáreas disponibles, y que ulteriormente podrán ser utilizadas, se han destinado 25 a la construcción de los primeros edificios.

Se pondrán a la disposición de los investigadores técnicos de Grenoble las más modernas instalaciones. El C.E.N. dispondrá especialmente de : — una pila piscina " Melusine," de 1.200 kW, con el máximo de facilidades de experimentación ; — un edificio llamado de " Física Aplicada " que pueda albergar, en particular, unos aceleradores de partículas, y entre ellos un acelerador de iones de 1,4 millones de voltios por una corriente de 4 miliamperios, y un acelerador de electrones de 600 kW, destinado especialmente a estudios de química bajo radiaciones.

Los laboratorios estarán en condiciones de hacer los siguientes trabajos : transferencias térmicas, para estudiar la transmisión de calor en los reactores ; Química del Sólido y Metalurgia para estudiar, en particular, las alianzas capaces de soportar altísimas temperaturas bajo grandes flujos de neutrones ; Bajas Temperaturas, para investigaciones concernientes la física del estado sólido ; Química bajo Radiaciones, para el estudio de los problemas de utilización de radiaciones, particularmente en química orgánica — este laboratorio ha sido establecido en Grenoble gracias al esfuerzo conjugado del C.E.A. y del Instituto Francés del Petróleo — ; Física del Sólido para analizar las causas de la acción de las partículas elementales sobre varios materiales empleados en la construcción de reactores ; Aceleradores, para el mejoramiento de las condiciones de empleo de los aceleradores fabricados industrialmente ; Electrónica ; Física Nuclear ; Resonancia Magnética ; Aplicación de los Radioelementos y Biología.

● El C.E.A. ha emprendido, con el fin de impulsar y descentralizar sus esfuerzos, la construcción de un Centro de Estudios Nucleares en Grenoble. (C.E.N.G.).

● El C.E.N.G. será dotado de una pila piscina " Melusine " y de tres aceleradores de partículas.

Digamos que el C.E.N.G. prestará su concurso al Instituto Politécnico de Grenoble, por medio de sus especialistas y sus laboratorios, en las enseñanzas relacionadas con la ingeniería atómica.

A fines de 1958 podrán apreciarse sin duda los primeros resultados de esta experiencia, única en Francia, de implantación en una provincia de un gran centro de estudios e investigaciones, situado cerca de una Universidad en expansión, y de una industria floreciente con las cuales se propone trabajar en estrecha relación.

*Lugar de Estudios Nucleares de Grenoble.*



## EL CENTRO DE PRODUCCION DE PLUTONIO DE MARCOULE

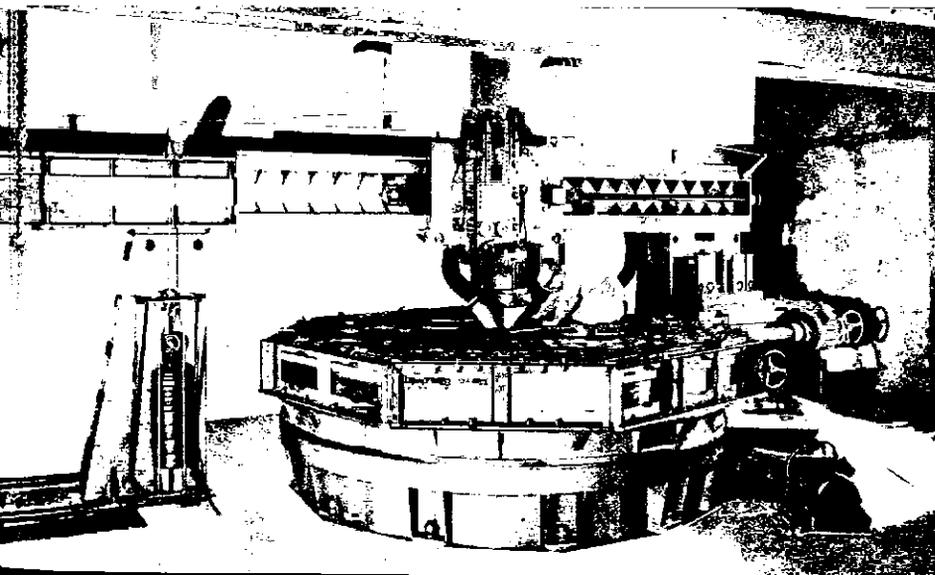


Se halla este Centro en el departamento del Gard, a 28 km. de Avignon, habiéndose comenzado su edificación en 1954, al mismo tiempo que se proseguían los estudios correspondientes a las primeras instalaciones de producción de energía previstas en el programa del C.E.A. Está situado en la vía que va de la región industrial de Lyon a la de Marsella. Se ha previsto tres grandes reactores nucleares, G1, G2 y G3, que son pilas " plutónicas ", y una fábrica química de extracción del plutonio producido en las pilas. Cuando se creó dicho Centro, cuya primera misión era producir plutonio, se pensó darle un segundo cometido : la producción de electricidad, teniendo en cuenta los progresos técnicos que se habían logrado en esta rama del saber. Y se asociaron por eso a las tres pilas otras tantas generatrices. Hay también en el Centro de Marcoule un taller para la preparación del grafito nuclear y una estación en la que se tratan los emanentes activos.

- Marcoule es el primer centro atómico industrial francés.

El primer edificio industrial levantado se terminó en 1954 y fué utilizado como taller para el corte de las barras de grafito, el cual se había elegido como amortiguador y reflector de neutrones en las tres pilas. Cada pila necesita más de un millar de toneladas de grafito especial de gran pureza nuclear. Las barras de grafito, con el fin de lograr un buen apilado en el seno de las pilas, se tallan con rigurosa precisión, con arreglo a dimensiones cuidadosamente determinadas y en condiciones de limpieza extrema. Este taller está climatizado y posee un sistema perfecto para la captación del polvo. Su producción satisface no solo las necesidades del Centro de Marcoule, si que también las otras pilas francesas.

- El taller para la preparación del grafito nuclear.

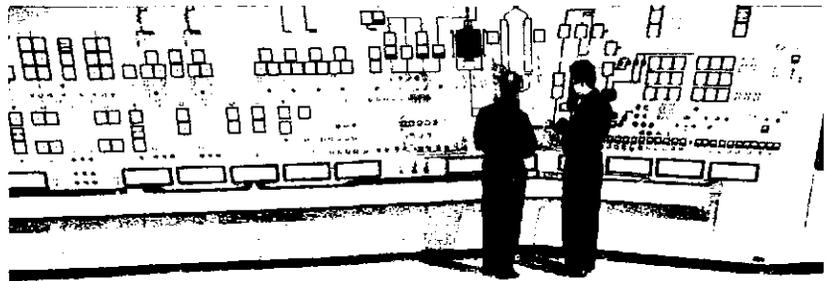


Una máquina del taller de trabajo del grafito.

• El reactor nuclear G1.

El primer reactor francés al grafito, G1, fué puesto en servicio en Marcoule el 7 de enero de 1956. Se construyó en diez y ocho meses, habiéndose fpleado 2.000 toneladas de acero en el encachado que ha de soportar las 35.000 toneladas del bloque de la pila. En la construcción total se han gastado unas 50.000 toneladas de cemento. Este reactor " plutonígeno " destinado esencialmente a la producción de plutonio, utiliza como combustible el uranio natural. Dicho combustible está en efecto compuesto de uranio 238 con más de 99%, que producirá plutonio, por transmutación hecha en la pila. Contiguo al edificio de ésta, se elevan, de una parte, la sala de máquinas con las sopladoras que hacen circular el fluido necesario para el enfriamiento, es decir, aire bajo una presión apenas superior a la de la atmósfera, y de otra parte, la sala de verificación con aparatos electrónicos que permiten la inspección, mando y seguridad del reactor. G1 funciona desde septiembre de 1956 con una potencia media de 35.000 kW calor. La pequeña generatriz experimental que se le ha acoplado desarrolla una potencia eléctrica máxima de 5.000 kW.

En 1957 ha sido irradiado en G1 el primer juego de lingotes de combustible nuclear. A primeros de 1958 ha empezado el ciclo de descarga de este combustible conteniendo plutonio : descarga, desactivación, desguarnecimiento, por lo cual los lingotes se quedan separados de la capa de metal que los protegía durante su estancia en la pila, y por fin tratamiento en la ábrica de plutonio.



Sala de control y de mando de la pila G 1.

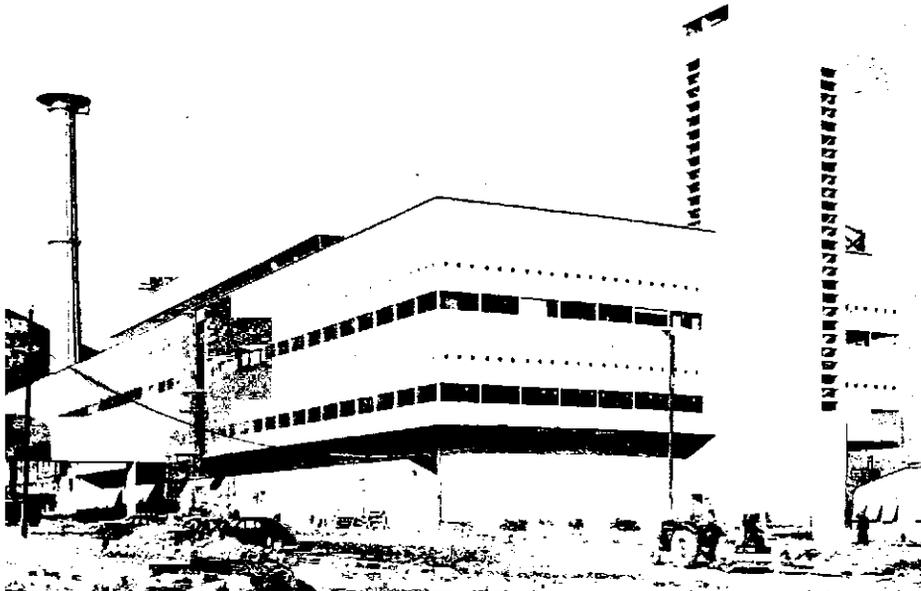


La fábrica de extracción del plutonio de Marcoule esta prevista para separar químicamente el plutonio del uranio y de los productos físis, utilizando lingotes de uranio natural irradiados en las pilas. La mayor parte de las operaciones químicas de la fábrica se hace en fase líquida. El principio consiste en disolver por medio del ácido nítrico los lingotes de uranio irradiados, separando después el plutonio, el uranio y los productos de fisión, utilizándose para ello un disolvente cuyas afinidades son diferentes respecto a cada uno de esos elementos (plutonio, uranio) o grupo de elementos (productos físis). El uranio y el plutonio que se obtienen en la fábrica se destinan como combustibles a los reactores, mientras la solución concentrada de productos de fisión se almacena en barricas de acero dispuestas bajo tierra y recubiertas de cemento.

Las aguas industriales poco activas salidas de los talleres, se tratan en un estación especial para que dejen los elementos peligrosos antes de verterse en el Ródano. Estos elementos reducidos al estado de barro están también encerrados en barricas de acero bajo una protección de cemento.

Empezada en la primavera de 1955, la fábrica de separación de plutonio fué puesta en marcha en 1958 para el tratamiento de los lingotes irradiados en G1. Digamos que esta fábrica química contiene 50.000 toneladas de cemento y funciona enteramente por telemando electrónico. Cuando las tres pilas estén en servicio, la producción anual de la fábrica será de unos 100 kg.

• La fábrica de extracción del plutonio.



La fábrica de extracción del plutonio entra en servicio en 1958; tratará combustible irradiado en las pilas G 1, G 2, G 3 de Marcoule y E.D.F. 1 de Chinon.

- Los reactores nucleares G2 y G3.

La realización G 2 ha necesitado técnicas mucho más complejas que las que necesitó G 1. En ésta, con el deseo de ir aprisa, se echó mano de soluciones técnicas simples; G 2 y G 3 representan un trabajo tecnológico mucho más adelantado, gracias a las enseñanzas obtenidas en el funcionamiento de las pilas experimentales del C.E.A. El proyecto de G 2 se debe al Departamento de Estudios de Pilas y a la Dirección Industrial del C.E.A. en colaboración con el grupo industrial asociado ya a la construcción de G 1. Los trabajos de G 2 dieron comienzo a fines de 1955 calculándose que en 1958 se podrá realizar la divergencia de la pila. G 3, idéntica a G 2, se construye con una diferencia de algunos meses con respecto a esta. La potencia calorífica de cada una de ellas es de 150.000 kW. Se las enfria por medio de gas carbónico bajo una presión de 15 kg/cm<sup>2</sup>. Para poder resistir la presión, el recinto en que se contiene el bloque pila ha sido construido en cemento precomprimido. Se calcula que cada uno de los reactores utilizará como combustible una centena de toneladas de uranio natural y, como elemento moderador, un millar de toneladas de grafito.

- Las instalaciones de recuperación de electricidad.

Electricidad de Francia ha estudiado al mismo tiempo la construcción de una generatriz asociada a cada una de las pilas. El calor que se desprende de cada pila se lleva hacia un grupo turbo alternador que lo transforma en electricidad. Gracias al mayor perfeccionamiento alcanzado en la técnica aplicada a las pilas G 2 y G 3, se podrán recuperar unos 50.000 kW, parte de los cuales se podrá suministrar a la red general de distribución de corriente eléctrica.

*Vista general del Centro de Marcoule en la primavera de 1957.*



# LA ENSEÑANZA Y EL INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS Y TÉCNICAS NUCLEARES DE SACLAY



La realización de un programa de energía atómica exige primeras materias y máquinas, como asimismo contar con personal competente. La falta de técnicos ha sido a menudo un freno para determinadas iniciativas encaminadas a acelerar el desarrollo del programa, cosa tanto más sensible cuanto que el país es rico en primeras materias. Por esto mismo el Comisariado se ha preocupado desde su fundación de formar los especialistas necesarios para llevar a cabo su función propia y la de las industrias llamadas a colaborar con él.

• El C.E.A. de acuerdo con la Universidad, ha hecho un plan de estudios de ciencias y técnicas nucleares.

La Universidad, las Grandes Escuelas y las Escuelas técnicas han dado a los que han querido consagrarse a esta novísima ciencia nuclear una base que era indispensable. Pero la especialización requiere el contacto y práctica de aparatos y accesorios determinados (reactores, aceleradores, etc.) bajo la dirección de un personal científico y técnico muy capacitado y al corriente de los últimos progresos alcanzados en cada rama. Y es de esto de lo que se ha encargado el Centro de Estudios Nucleares de Saclay, dependiente del Instituto Nacional de Ciencias y Técnicas Nucleares (I.N.S.T.N.), creado el 18 de junio de 1956 por un Decreto firmado por el Presidente del Consejo de Ministros, el Ministro de Educación Nacional y el Secretario de Estado de la Presidencia del Consejo, encargado de las relaciones con las Asambleas en relación con la Energía Atómica. La enseñanza del I.N.S.T.N. está dedicada a los estudiantes de las Universidades y al personal de las empresas industriales que lo deseen; también acoge alumnos extranjeros.

Los principales estudios establecidos son: Curso de Ingeniería Atómica; Curso del 3º ciclo, comprendiendo Metalurgia Especial y Teoría y Técnica de los Aceleradores; Cursos de Radiobiología, Cursos de Térmica y Mecánica de los fluidos en los Reactores; los Cursos de Física Teórica y Mecánica cuántica, la enseñanza destinada a los utilizadores de Radioelementos. Aparte esto, todos los años, se dedican sesiones de un mes en provecho de médicos y de inspectores de trabajo.

El Curso correspondiente a esta rama está consagrado a la formación de ingenieros especializados en las técnicas de la construcción y funcionamiento de reactores nucleares. Dura un año, comprendiendo cursos teóricos, trabajos prácticos, la estancia por un cierto tiempo en un servicio del C.E.A. y la redacción por un grupo de alumnos de un proyecto de reactores. Se dedica especialmente a los ingenieros capacitados, empleados en la industria. Al acabar el curso, se da al alumno un diploma de Ingeniero

• Ingeniería Atómica.

Atómico después de haber realizado satisfactoriamente los exámenes de fin de año.

- **Cursos del 3º ciclo.**

El curso de metalurgia especial tiene por objeto ahondar el conocimiento de ciertos aspectos de la metalurgia moderna que permite la elaboración, transformación y tratamiento de todos los metales y aleaciones especiales necesarios para la construcción de pilas y reactores nucleares.

El curso de teoría y técnica de los aceleradores está destinado a formar técnicos capaces de construir nuevos aceleradores de partículas y de hacerlos funcionar.

Estos dos cursos duran dos años. El primero da derecho a un Diploma equivalente al de estudios superiores concedido por la Facultad de Ciencias con vistas a obtener una Tesis de 3º ciclo; el segundo está consagrado a la redacción de una Tesis de 3º ciclo, presentada ante un jurado mixto I.N.S.T.N. — Universidad.

- **Radiobiología.**

El curso de radiobiología trata de las acciones biológicas de las radiaciones ionizantes y del método de los indicadores nucleares. Este curso está dedicado a los licenciados en Ciencias, a los médicos y a los farmacéuticos. Se premia con un diploma del I.N.S.T.N. Es un curso preparatorio para la Investigación, y dura dos años, estando consagrado el segundo año, casi por entero, a la redacción de una Memoria.

- **Cursos de térmica y mecánica de los fluidos en los reactores.**

Esta clase de estudios trata sobre todo de las cuestiones relativas a los cambios térmicos por convección o por radiación en los reactores. Duran dos años, estando consagrado el segundo año, de modo principal, a la redacción de una Memoria.

- **Cursos de Física teórica y Mecánica.**

Los cursos de Física teórica y Mecánica cuántica se ocupan de la física de los sólidos, de la resonancia magnética, de los reactores nucleares, de la mecánica cuántica y los modelos nucleares, la mayor parte de ellos comprendidos en los estudios del 3º ciclo dados en la Facultad de Ciencias de París.

- **Enseñanzas para los que se sirven de Radioelementos.**

Mediante cursos seguidos de trabajos prácticos que se reparten en dos sesiones que duran seis semanas, pueden iniciarse en la técnica de los trazadores los industriales, investigadores y médicos.

El I.N.S.T.N. organiza un cierto número de otros ciclos de enseñanza más breves, destinados a un público más especializado, a la demanda de diversos organismos exteriores.

Aparte esto, y en relación con otras esferas de la especialización, el Comisariado ha establecido contratos de estudios con ciertos laboratorios universitarios. El C.E.A. está especialmente relacionado con los laboratorios de las Universidades de Argel, Burdeos, Clermont-Ferrand, Grenoble, Lyon, Montpellier, Nancy, París, Rennes, Estrasburgo y Tolosa. Esta enumeración revela claramente la parte importantísima que tiene la Universidad en el programa de formación del Comisariado de la Energía Atómica. El C.E.A. se esfuerza en resolver los numerosos problemas planteados por el creciente desarrollo de la ciencia y la técnica nuclear francesa, dentro del conjunto de sus actividades y concretamente en lo que se refiere a la formación científica y técnica.

# LA COLABORACION DE LA INDUSTRIA NACIONAL



La obra emprendida por el Comisariado de la Energía Atómica desde su creación reciente, es de tal envergadura y se apoya en tantas y diversas técnicas, que su rápida realización depende en una gran medida de la importancia que tenga la contribución de los organismos existentes, contando con personal capacitado y con material.

El interés que, para todo el país tiene el desenvolvimiento de la energía atómica, no ha escapado a la industria francesa, razón por la cual desde hace años viene participando activamente en la aplicación del programa del C.E.A. Aún reconociendo que solo el Estado podía asumir las grandes cargas y riesgos financieros a largo plazo, que la puesta en marcha del plan exigía, el C.E.A. ha puesto el mayor interés desde el primer momento en incitar a los industriales-privados o públicos a ocuparse de esta fuente de energía introduciendo en sus empresas las técnicas correspondientes y familiarizándose con ellas.

Política que sin duda ha contribuido a que buen número de grandes Sociedades hayan creado departamentos nucleares, algunos de los cuales están en pleno funcionamiento hoy. El resultado inmediato ha sido la formación de un personal capaz de abordar los problemas que plantea la adopción de la nueva fuente de energía.

Naturalmente, se ha tenido mucho cuidado en seguir de cerca ese movimiento, manteniéndose relación estrecha con la mayor parte de las principales sociedades de los sectores industriales más diversos, concertándose para hacer estudios, acuerdos de producción y para la construcción de fábricas. El Comisariado se consagra de modo especial a los estudios de base y a las investigaciones de laboratorio, colaborando en ello la industria, con el fin de relevarle de ese cometido en la medida que sea posible y sobre todo para llegar a las realizaciones prácticas. En buena parte, esas relaciones corresponden a las que en el seno de una misma sociedad existen entre el laboratorio y el servicio de estudios. La importancia de la industria va adquiriendo relieve a medida que se aproxima la etapa de la producción de energía.

Las compras de productos químicos y de accesorios e instrumentos clásicos han sido seguidas bien pronto de importantes pedidos especiales que han sido servidos por sociedades industriales. Entre los más considerables citaremos el de grafito de pureza nuclear, hecho a la Sociedad Pechiney, y que representa un valor de dos mil millones de francos. Este pedido fué preparado desde que comenzó a actuar el C.E.A., gozando de su apoyo técnico y financiero. Después se han hecho muchos otros contratos con industrias químicas y metalúrgicas.

• La política del C.E.A. en relación con la Industria tiende a que esta le releve en las realizaciones prácticas.

• Los contratos de suministros.

Pero la enumeración de todos los contratos y compras que ha hecho el Comisariado de la Energía Atómica nos llevaría muy lejos, sin que por ello se diera una idea cabal de la importancia que ha adquirido la colaboración de la industria en el desenvolvimiento de la energía atómica en Francia.

Citaremos, sin embargo, que como consecuencia de las peticiones de ofertas hechas por el C.E.A. a la industria electrónica, los encargos de construcción de aparatos que frecuentemente derivan de prototipos estudiados por el Departamento de Electrónica del C.E.A., se acercan a mil millones de francos por año.

La Dirección de Investigaciones y Explotaciones, en sus actividades, requiere constantemente el concurso de los fabricantes de material minero en toda su gran variedad, siendo de notar que éstos, en muchos casos, han construido con destino a la D.R.E.M. nuevos tipos de máquinas o hecho instalaciones, pasándose por el Comisariado importantes pedidos. La D.R.E.M. utiliza los servicios de empresas de trabajos especiales para hacer sondeos y trabajos de geofísica.

- La industria participa en la construcción de fabricas del C.E.A.

Desde el comienzo la industria fué asociada por el Comisariado a lo que puede decirse son misiones específicas de éste, participando de manera activa en la construcción de la fábrica del Bouchet. La industria intervendrá igualmente en la construcción de la segunda fábrica de refinado de uranio para cuyo emplazamiento se ha elegido Narbona. " Potasse et Engrais Chimiques " (P.E.C.) ha construido la nueva fábrica de uranotorita del Bouchet. Por su parte, la " Société Industrielle des Minerais de l'Ouest " (S.I.M.O.) creada con la participación de la " Caisse des Dépôts et Consignations " y de los " Etablissements Kuhlmann ", ha construido dos fábricas de concentración química en Ecarpière, Vendée, y en Bessines, en el Limousin.

También en el caso del Centro de Marcoule ha sido importante la cooperación de la industria. Los gastos hechos en la construcción de los tres reactores (G1, G2 y G3) y de la fábrica de plutonio representan muchas decenas de miles de millones. En cada caso la responsabilidad de la empresa ha sido confiada a una sociedad. Para el estudio y realización del G1, el C.E.A. agrupó cuatro grandes sociedades francesas que han dado origen al grupo " France-Atome ". La " Société des Forges et Ateliers du Creusot (S.F.A.C.) ", elegida como arquitecto industrial, se encargó de la coordinación de los estudios de ejecución, de hacer los pedidos necesarios y del montaje y ensayos oportunos. En lo que se refiere a los G2 y G3, es la " Société Alsacienne de Constructions Mécaniques " (S.A.C.M.) la que asume el papel de arquitecto industrial. " Saint-Gobain ", después de haber construido en Fontenay-aux-Roses la unidad semindustrial de extracción y aislamiento del plutonio con arreglo al procedimiento estudiado por el C.E.A., ha sido encargada de la ejecución de la fábrica que ha de tratar en Marcoule el plutonio producido por los reactores G1, G2 y G3.

El C.E.A., después de haber establecido los anteproyectos correspondientes, se encarga de observar y verificar las diferentes etapas de los trabajos ulteriores de la industria. Hay una excepción : es la que representa " Electricité de France " en el caso de las generatrices de electricidad de Marcoule, alimentadas por las tres pilas, las cuales han sido estudiadas y construidas a sus expensas.

En lo que se refiere a la construcción de la nueva pila EL 3 de Saclay, ha sido elegido como arquitecto industrial el " Groupe Loire-Penhoët (Société des Chantiers Réunis Loire-Normandie et Chantiers de l'Atlantique Penhoët-Loire) ".

La política adoptada en Francia es parecida a la seguida por los Estados Unidos en lo que se refiere a la utilización de la energía atómica para fines pacíficos, es decir confiar la realización de los trabajos a grupos industriales bajo la inspección y autoridad de una comisión gubernamental. Sin embargo, en Francia, el C.E.A. ha tenido que explotar por su exclusiva cuenta varias minas de uranio. Aparte esto, hay un buen número de Sociedades y de particulares que han comenzado a hacer a sus expensas investigaciones, habiéndose registrado varias docenas de solicitudes para permisos de estudios e investigaciones.

El considerable interés suscitado entre los industriales franceses por todo lo relativo a la energía atómica se manifiesta todos los días en la constitución de grupos que se proponen poner en común los trabajos y estudios especiales para instalaciones de carácter industrial relacionadas con la liberación y la utilización de la energía nuclear. Así, " Indatom ", arquitecto industrial de las pilas " Triton " y " Melusine ", agrupa ocho sociedades y una entidad bancaria. " France-Atome ", por su parte, reúne diecisiete sociedades que han participado en la construcción de las pilas G1, G2, G3 y EL3, estando apoyadas por dos establecimientos bancarios. Hay otros grupos, más rigurosamente especializados que se dedican a los suministros, al estudio de auxiliares de la energía atómica o bien al estudio de partes de las instalaciones industriales. Citaremos entre ellos : " Auxiatome ", " Conservatome ", " Propatome ", " Seratom ", etc.

● Se han constituido varios grupos industriales para el desarrollo de la energía nuclear.

Merece pues ser ampliamente conocido el gran esfuerzo realizado por la industria francesa en pro del desarrollo de la energía atómica. Claro índice de ello es la constitución de una Asociación que bajo el doble patronato del Comisariado de la Energía Atómica y de la Electricidad de Francia, se propone favorecer el desenvolvimiento de las técnicas que interesan a la producción y utilización de la energía nuclear. Se trata de la " Association Technique pour la Production et l'Utilisation de l'Energie Nucléaire (A.T.E.N.) que responde a la preocupación que hemos expuesto más arriba y que ha de contribuir sin duda al aumento de mercados y aplicaciones de la nueva forma de energía tanto en el interior del país como en el extranjero. La A.T.E.N. ha preparado un catálogo de las Sociedades que cooperan a la ejecución del programa francés.

# LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL



- Numerosos países son partidarios de la cooperación para afrontar la inmensidad de la obra a realizar en el dominio atómico, que suele exceder a la capacidad nacional.

El año 1955 se caracteriza por una voluntad particular de cooperación internacional en el dominio atómico, intensificándose a partir de esta fecha y recogiendo los frutos de esta política en 1956 y 1957. Francia, se ha esforzado por su parte en desarrollar lo más posible sus intercambios con los otros países. El C.E.A., en contacto con los ministerios interesados y en particular con el de Negocios Extranjeros, ha contribuido a la fundación de instituciones internacionales atómicas, ha dado su apoyo a reuniones y conferencias de especialistas, ha concertado nuevas relaciones bilaterales con otros países y ha recibido en sus establecimientos a cursillistas y visitantes extranjeros.

- Los intercambios bilaterales.

Francia ha pactado acuerdos sobre esta materia con diversas naciones, relativos a suministros, confrontaciones y conversaciones técnicas.

Conviene citar en primer término las constantes relaciones mantenidas con los Estados Unidos, que han dado lugar : en 1955, a la compra de 30 toneladas de agua pesada ; en 1956, a la firma de un acuerdo de cooperación relativo a los usos civiles de la energía atómica y al suministro de 40 kilogramos de uranio 235 ; en 1957, a una ampliación de este acuerdo en virtud de la cual se aumenta la cantidad de uranio 235 a 250 kg ; al mismo tiempo se han llevado a cabo de un lado y otro del Atlántico muchedumbre de misiones y visitas de centros nucleares que han contribuido a reforzar la cooperación. En la primavera de 1956 se ha establecido un acuerdo entre Gran Bretaña y Francia, concerniente al intercambio de informaciones, al suministro de uranio metálico ligeramente enriquecido en 235 y de otros materiales de valor experimental. En 1951 se llegó a un acuerdo también con la India para el estudio en común de la utilización del óxido de berilio metálico. Con Suecia se colaboro al comienzo de ese mismo año de 1951, dando lugar a convenciones diversas en particular sobre la metalurgia del uranio. Francia ha podido por otra parte utilizar los resultados obtenidos en Israel en la extracción del uranio, a partir de fosfatos uraníferos, gracias a un convenio firmado en 1954 en el que se comprende la producción de agua pesada. Luego, en 1956, se llegó a un acuerdo de colaboración tripartita entre Francia, Gran Bretaña e Israel relativo al agua pesada. Con Suiza se llegó a un concierto, firmado en 1957, sobre el desarrollo de las industrias atómicas en los dos países, la investigación atómica y la formación

de técnicos. En fin, el C.E.A. ha firmado un acuerdo con Yugoslavia concerniente a la utilización de la energía nuclear a fines exclusivamente pacíficos.

La cooperación internacional se manifiesta especialmente por la acogida dispensada a los estudiantes extranjeros deseosos de perfeccionarse en los Centros de Investigación y de Estudios Nucleares franceses. Una treintena de ellos han sido admitidos en 1957 en el Instituto Nacional de Ciencias y Técnicas Nucleares para seguir sus diversos cursos, y más de un centenar han hecho cursillos que han durado unas semanas en unos casos y unos meses en otros. Por otra parte, cerca de 4.000 personas, procedentes de 50 países, han visitado los diferentes establecimientos del Comisariado de la Energía Atómica en el transcurso de 1957.

Se recuerda el activo papel desempeñado por Francia en la Conferencia Internacional de la Energía Atómica celebrada en Ginebra en 1955. Las delegaciones de las grandes naciones donde el conocimiento de la energía atómica no había alcanzado gran desarrollo se sintieron muy interesadas por el esfuerzo francés, proporcionado a sus recursos -propios- y hallando un estímulo en los resultados obtenidos. Más recientemente, en 1957, ha tenido lugar en el Instituto de Francia, en París, un " Symposium Technique des Eléments Combustibles ", organizado conjuntamente por el C.E.A. y la Comisión de la Energía Atómica de los Estados Unidos, agrupando doce países de la Organización Europea de Cooperación Económica (O.E.C.E.), a los que se juntaron Israel y el Canadá. En noviembre de 1957 se celebró un coloquio franco-americano en el Brookhaven National Laboratory de los Estados Unidos, tratándose del intercambio de informaciones sobre las propiedades del grafito y de la física de las pilas al grafito.

Francia ha contribuido con otros once países, en pie de igualdad con Gran Bretaña, a la fundación de la Organización Europea de Investigaciones, cuya sede e instalaciones se hallan en Ginebra. Su contribución la asocia a los trabajos para la construcción y explotación, principalmente, de un sincrotron a protones de una decena de miles de millones de electron-voltios. Este acelerador de partículas permitirá, hacer nuevas investigaciones en el campo de la física de las altas energías, a partir de 1960.

Desde que se adoptó el principio de la creación de la Comunidad Europea de la Energía Atómica, el Comisariado ha participado ampliamente en los trabajos que han hecho posible esta organización europea. Espera que se acrecenten considerablemente los esfuerzos de cuantos tienen parte en el Euratom, cuyo programa quinquenal en el campo de la investigación nuclear está dotado con 215 millones de Unidades Europeas de pago (E.E.P.), según se ha previsto en el Tratado, como se espera igualmente un desarrollo más rápido aún de las industrias nucleares.

También ha participado el Comisariado en los trabajos que han hecho posible la creación de la Agencia Europea de la Energía Atómica (A.E.E.A.)

● Cursillos organizados en Francia para estudiantes extranjeros.

● Conferencias de especialistas.

● El C.E.R.N.

● El EURATOM.

● El O.E.C.E.

en el seno de la Organización Europea de Cooperación Económica (O.E.C.E.), encargada de desarrollar la cooperación entre las diecisiete naciones, miembros de la organización en el dominio atómico. De este modo participará, en el interior de la Sociedad " Eurochemic " a la construcción y explotación de la fábrica encargada de tratar los combustibles irradiados que se instalará en Mol, Bélgica.

- La Sociedad Europea de Energía Atómica.

En 1954 se ha creado la Sociedad Europea de Energía Atómica para favorecer la cooperación y los intercambios científicos en la esfera de la Energía Atómica. En la actualidad, forman parte las Comisiones atómicas de doce países. La Sociedad tiene el carácter de un Club y sus reuniones son privadas. La mayor actividad de esta sociedad es la organización de coloquios en las sedes de las organizaciones miembros, en los que concurren técnicos de cada una de las disciplinas científicas y técnicas. En poco más de dos años - de marzo de 1955 a diciembre de 1957 - han tenido lugar veinticinco coloquios tomando parte regular y activa técnicos y científicos del Comisariado de la Energía Atómica.

- La Agencia Internacional de la Energía Atómica.

Desde 1955, Francia está asociada a la proposición del Presidente Eisenhower tendente a crear una Agencia Internacional de la Energía Atómica. Ha participado al establecimiento de este organismo cuyos Estatutos fueron votados el 26 de octubre de 1956, ratificándolos 59 países. En ellos se hace constar que la Agencia tiene por objeto desarrollar la cooperación internacional en el campo de la utilización pacífica de la energía nuclear. El Parlamento francés ha ratificado también el estatuto de la Agencia y el Gobierno, por la voz de su representante, ha aprobado en la primera conferencia general celebrada en Viena, sede de la Agencia, en octubre de 1957, su programa y su presupuesto. El órgano director de la Agencia es el Consejo de Gobernadores ; el Gobierno ha nombrado como delegado a M. Bertrand GOLDSCHMIDT, Director del Comisariado de la Energía Atómica.

\*  
\*\*

Participando Francia, como se ha visto, en los trabajos de esas organizaciones, no ha cesado de multiplicar sus intercambios con otros países contribuyendo con ello de modo eficaz a crear una mayor inteligencia internacional en el vastísimo cuadro de las actividades que inspira el estudio y la aplicación de la energía nuclear.



## **ANEJOS**

- **Comités, Consejos y Comisiones.**
- **Textos orgánicos.**
- **Direcciones de los Centros.**



# COMPOSICIÓN DE LOS COMITÉS, CONSEJOS Y COMISIONES



## ● Comité de l'Énergie Atomique.

Président du Comité : Le Président du Conseil des Ministres ou un Ministre délégué ou l'Administrateur Général du C.E.A.

Pierre GUILLAUMAT, Administrateur Général Délégué du Gouvernement ;  
Francis PERRIN, Haut Commissaire ;  
Pierre AILLERET, Directeur Général des Etudes et Recherches à l'Electricité de France ;  
Roger BELIN, Secrétaire Général du Gouvernement ;  
Jean COULOMB, Directeur du Centre National de la Recherche Scientifique, Membre de droit ;  
Gilbert DEVAUX, Directeur du Budget au Ministère des Finances ;  
Général Gaston LAVAUD, Général de Corps d'Armée ;  
Louis LEPRINCE-RINGUET, Membre de l'Institut, Professeur à l'Ecole Polytechnique  
Yves ROCARD, Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris ;  
François de ROSE, Ministre Plénipotentiaire.

## ● Conseil Scientifique.

Maurice de BROGLIE, Membre de l'Institut, Président ;  
René ANXIONNAZ, Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique, Industriel ;  
Louis ARMAND (1), Président du Conseil d'Administration de la S.N.C.F. ;  
Gaston BERGER, Directeur Général de l'Enseignement Supérieur ;  
Louis de BROGLIE, Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences ;  
Louis BUGNARD, Directeur de l'Institut National d'Hygiène ;  
Georges CHAUDRON, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris ;  
Robert COURRIER, Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences ;  
Jean GOGUEL, Ingénieur en Chef des Mines ;  
Général Jean GUÉRIN, Président du Comité d'Action Scientifique de Défense Nationale ;  
Etienne HIRSCH, Commissaire Général au Plan de Modernisation et d'Équipement ;  
Maurice PONTE, Ancien Elève de l'Ecole Normale Supérieure, Industriel ;  
Maurice ROY, Membre de l'Institut, Directeur de l'Office National d'Etudes et de Recherches Aéronautiques ;  
Jean THIBAUD, Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon ;  
Jean WYART, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

## ● Comité des Mines.

Marcel ROUBAULT, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, Président ;  
Pierre AILLERET, Directeur Général des Etudes et Recherches à l'Electricité de France ;  
Roger BELIN, Secrétaire Général du Gouvernement ;  
Gabriel DAVAL, Président de Section au Conseil Général des Mines ;  
Pierre DESPRAIRIES, Conseiller Référendaire à la Cour des Comptes ;  
Jean FAYE, Ingénieur Civil des Mines ;  
Henri LAFOND, Ingénieur des Mines ;  
André MARELLE, Inspecteur général des Mines et de la Géologie au Ministère de la France d'Outre-Mer ;  
Jacques MABILE, Directeur des Recherches et Exploitations Minières au C.E.A., Membre *ès-qualité* ;  
Jean WYART, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

## ● Comité de l'Équipement Industriel.

Louis ARMAND (1), Président du Conseil d'Administration de la S.N.C.F., Président ;  
Maurice AICARDI, Secrétaire Général du Commissariat Général au Plan de Modernisation et d'Équipement ;  
Georges CHAMPETIER, Directeur des Etudes à l'Ecole Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris ;  
Léon DENIVELLE, Président-Directeur Général de Potasse et Produits Chimiques ;  
René NORGUET, Directeur Général des Ateliers et Chantiers de la Loire ;  
Didier OLIVIER-MARTIN, Directeur de l'Équipement à l'Electricité de France ;  
René PERRIN, Directeur Général de la Société d'Electrochimie, d'Electrometallurgie et des Aciéries électriques d'Ugine ;  
Joseph ROOS, Administrateur Général des Etablissements Chausson ;  
Pierre TARANGER, Directeur Industriel au C.E.A., membre *ès-qualité* ;  
Georges FLEURY, Ingénieur Général, Directeur des Poudres.

(1) M. Louis ARMAND, que a sido nombrado Presidente de la Comisión de la Comunidad Europea de la Energía Atómica — EURATOM — ha dimitido de su puesto en nuestros Consejo, Comité y Comisión. Por otra parte ha sido nombrado Presidente Honorario del Consejo de Administración de la S.N.C.F. (Red Nacional de los ferrocarriles franceses).

Lambert BLUM-PICARD, Ingénieur Général des Mines, Vice-Président du Conseil Général des Mines, Président ;  
 Maurice AICARDI, Secrétaire Général du Commissariat Général au Plan de Modernisation et d'Équipement ;  
 Pierre AILLERET, Directeur Général des Études et Recherches à l'Électricité de France ;  
 Louis ARMAND (1), Président du Conseil d'Administration de la S.N.C.F. ;  
 Roger BOUTEVILLE, Président de la Société Alsacienne de Constructions Mécaniques ;  
 Jacques BRUNET, Directeur Général du Crédit National ;  
 Roger GASPARD, Directeur Général de l'Électricité de France ;  
 Raymond GIGUET, Directeur Général Adjoint à l'Électricité de France ;  
 Pierre GUILLAUMAT, Administrateur Général Délégué du Gouvernement au C.E.A. ;  
 René LESCOP, Directeur des Industries Mécaniques et Électriques au Ministère de l'Industrie et du Commerce ;  
 Henri MALCOR, Directeur Général de la Compagnie des Ateliers et Forges de la Loire ;  
 Francis PERRIN, Haut-Commissaire à l'Énergie Atomique ;  
 Louis SAULGEOT, Directeur du Gaz et de l'Électricité au Ministère de l'Industrie et du Commerce ;  
 Pierre TARANGER, Directeur Industriel au C.E.A.

- Commission Consultative pour la Production d'Électricité d'Origine Nucléaire.

Théodule BOSSUAT, Conseiller Maître à la Cour des Comptes, Président ;  
 Antoine BERNARD, Maître des Requêtes au Conseil d'État, Rapporteur ;  
 Le Directeur Général des Prix et des Enquêtes Économiques, Membre *ès-qualité* ;  
 Jacques ASTY, Directeur chargé de l'Administration Générale au C.E.A. ;  
 Joseph AUZOUY, Inspecteur Général au C.E.A. ;  
 Guy CHARPENTIER, Directeur chargé des Services Financiers et Comptables au C.E.A.

- Commission Consultative des Marchés.

Jean SARRAILH, Recteur de l'Académie de Paris, Président ;  
 Francis PERRIN, Haut-Commissaire à l'Énergie Atomique, Vice-Président ;  
 Pierre AILLERET, Membre du Comité de l'Énergie Atomique ;  
 Jacques ASTY, Directeur chargé de l'Administration Générale au C.E.A. ;  
 Henri BAISSAS, Directeur du Centre d'Études Nucléaires de Fontenay-aux-Roses ;  
 Gaston BERGER, Directeur Général de l'Enseignement Supérieur ;  
 Léon BINET, Doyen de la Faculté de Médecine de l'Université de Paris ;  
 Raymond BRACONNIER, Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique ;  
 Charles BRUNOLD, Directeur Général de l'Enseignement du Second Degré ;  
 Louis BUGNARD, Directeur de l'Institut National d'Hygiène ;  
 Albert BUISSON, Directeur Général de l'Enseignement technique ;  
 Laurent CAPDECOMME, Recteur de l'Académie d'Alger ;  
 Jean COULOMB, Directeur du Centre National de la Recherche Scientifique ;  
 Robert COURRIER, Professeur au Collège de France ;  
 Jean DEBIESSÉ, Directeur de l'Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires ;  
 Emile DURAND, Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse ;  
 René FABRE, Doyen de la Faculté de Pharmacie de l'Université de Paris ;  
 Jules GUÉRON, Directeur des Programmes Généraux et du Département de Physico-Chimie au C.E.A. ;  
 Frédéric JOLIOT, Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris ;  
 Dominique LANDUCCI, Président de la Société KODAK-PATHÉ ;  
 Louis LEPRINCE-RINGUET, Professeur à l'École Polytechnique ;  
 Louis NÉEL, Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble ;  
 Joseph PERES, Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris ;  
 Maurice PONTE, Directeur Général de la Compagnie Générale de Télégraphie sans Fil et de la Société Française Radioélectrique ;  
 Pierre PRUVOST, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris ;  
 Yves ROCARD, Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris ;  
 Pierre TARANGER, Directeur Industriel au C.E.A. ;  
 Jacques YVON, Directeur du Département des Études de Piles au C.E.A.

- Conseil d'Enseignement de l'Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires.

# TEXTOS ORGÁNICOS



- Creación, Misión, Estructura
  - Ordonnance N° 45-2563 du 18 octobre 1945, instituant un Commissariat à l'Énergie Atomique, modifiée par la loi N° 47-1.497 du 13 août 1947 (J.O. du 31-10-1945, p. 7065, du 3-11-1945, page 7206 et du 14-8-1947, art. 33, page 8008), modifiée par le décret N° 51-7 du 3 janvier 1951 (J.O. du 4-1-1951, p. 164), l'article 2 porte institution d'un Conseil Scientifique auprès du C.E.A., modifiée par le décret N° 56-1281 du 14 décembre 1956 (J.O. du 19-12-1956, page 12.255).
  - Règlement d'administration publique du 18 octobre 1945 (J.O. du 31-10-1945, page 7079 du 3-11-1945, page 7212, du 8-11-45, p. 7382).
  - modifié par le décret N° 51-863 du 9 juillet 1951 (J.O. du 11-7-1951, p. 7340), modifié par le décret N° 53-482 du 20 mai 1953 (J.O. du 24-5-1953, p. 4716), modifié par le décret N° 56-63 du 21 janvier 1956 (J.O. du 22-1-1956, page 779).
  - Décret N° 52-1.052 du 12 septembre 1952, portant création d'un Comité des Mines au Commissariat à l'Énergie Atomique (J.O. du 13-9-1952, page 8986).
  - Décret du 18 novembre 1952 portant création d'un Comité de l'Équipement Industriel au Commissariat à l'Énergie Atomique (J.O. du 19-11-1952, p. 10.755).
- Programa
  - Loi N° 52-881 du 24 juillet 1952 pour la réalisation d'un plan quinquennal de développement de l'énergie atomique (J.O. du 25-7-1952, page 7514).
  - Décret N° 55-548 du 20 mai 1955 relatif au plan de développement de l'énergie atomique (J.O. du 21-5-1955, page 5021).
  - Loi N° 57-820 du 23 juillet 1957 relative au plan de développement de l'énergie atomique pour les années 1957 à 1961 (J.O. du 24-7-1957, page 7300).
- Minerales
  - Décret du 28 juillet 1954 modifiant le décret du 11 mai 1953 portant réorganisation du Conseil Général des Mines, nommant l'Administrateur Général du Commissariat à l'Énergie Atomique membre de ce Conseil (J.O. du 4-8-1954, page 7510).
  - Décret N° 56-838 du 16-8-1956 portant Code Minier (J.O. du 21-8-1956, page 8004, avec rectificatif par J.O. du 11-9-1956, page 8617 et par J.O. du 15-9-1956), modifié par la loi N° 56-1327 du 29-12-1956 (art. 7).
  - Décret N° 56-902 du 28 septembre 1956 définissant les substances utiles à l'énergie atomique en France métropolitaine (J.O. du 5-10-1956, page 9489).
  - Décret N° 54-110 du 13 novembre 1954 portant réforme du régime des substances minérales dans les Territoires d'Outre-Mer (J.O. du 14-11-1954, p. 10713), modifié par le Décret N° 55-638 du 20 mai 1955 (J.O. du 22-5-1955, page 5163), modifié par le Décret N° 57-242 du 24 février 1957 (J.O. du 28-2-1957, page 2300, rectifié par J.O. du 5-3-1957, page 2450), modifié par le Décret N° 57-859 du 30 juillet 1957 (J.O. du 31-7-1957, page 7546).
  - Décret N° 57-1055 du 24-9-1957 énumérant en application du décret du 13-11-1954 modifié et complété, relatif au régime des substances minérales dans les territoires d'Outre-Mer, les substances et produits utiles aux recherches et réalisations concernant l'énergie atomique (J.O. du 27-9-1957, page 9289).
  - Décret N° 56-993 du 28-9-1956 définissant les substances, minerais et produits utiles aux recherches et réalisation concernant l'énergie atomique dans les départements de la Guyane, de la Martinique et de la Réunion (J.O. du 5-10-1956, page 9489).
  - Décret du 30-9-1957 définissant en Algérie les substances utiles à l'énergie atomique (J.O. du 8-10-1957 page 9612).
- Radioelementos artificiales
  - Décret N° 53-1.001 du 5 octobre 1953 portant codification des textes législatifs concernant la Santé Publique (J.O. du 7-10-1953, page 8887), modifié et complété par plusieurs autres textes.
  - Décret N° 56-1197 du 26 novembre 1956 portant codification des textes concernant la pharmacie (J.O. du 28 Novembre 1958, page 11.380).
- Protección contra las radiaciones
  - Arrêté du 14 juin 1955 instituant une commission chargée d'étudier les problèmes de protection contre les radiations (J.O. du 24-6-1955, page 6301), modifié par arrêté du 27 février 1957 (J.O. du 6-3-1957, page 2511).
  - Circulaire du 3 juin 1957 relative aux recommandations générales visant la protection contre les radiations ionisantes (J.O. du 11-7-1957, page 6825).
  - Arrêté du 23-8-1957 relatif au transport des matières radioactives (J.O. du 8-9-1957, page 8714).

- Arrêté du 21 avril 1955 portant institution d'une Commission Consultative pour la Production d'Electricité d'Origine Nucléaire (J.O. du 27-4-1955, page 4221. Rectificatif : J.O. du 28-5-1955).
  - Décret N° 56-614 du 18 juin 1956 portant création d'un Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires — I.N.S.T.N. — (J.O. du 23-6-1956, page 5751).
  - Arrêté du 6 septembre 1956 portant nomination des membres du Conseil d'Enseignement de l'I.N.S.T.N. (non publié au J.O.).
  - Décret N° 56-1074 du 13 octobre 1956 portant publication de l'accord de coopération entre la France et les Etats-Unis relatif aux usages civils de l'énergie atomique (J.O. du 26-10-1956, page 10272).
  - Loi N° 57-870 du 1<sup>er</sup> août 1957 autorisant le Président de la République à ratifier le traité portant statut de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (J.O. du 3-8-1957, p. 7683).
  - Loi N° 57-880 du 2 août 1957 autorisant le Président de la République à ratifier le traité instituant une communauté économique européenne, le traité instituant la communauté européenne de l'énergie atomique et la convention relative aux institutions communes (J.O. du 4-8-1957, page 7716).
- Electricidad de origen nuclear
  - Instituto Nacional de Ciencias y Técnicas Nucleares
  - Tratados y acuerdos internacionales

## DIRECCIONES DE LOS CENTROS



Usine du BOUCHET, Boîte Postale n° 6 — BALLANCOURT (S.-et-O.).

Centre d'Etudes Nucléaires de FONTENAY-AUX-ROSES : Boîte Postale n° 2 — FONTENAY-AUX-ROSES (Seine).

Centre d'Etudes Nucléaires de SACLAY, Boîte Postale n° 2 — GIF-SUR-YVETTE (S.-et-O.).  
Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires : Boîte Postale n° 6 — GIF-SUR-YVETTE (S.-et-O.).

Centre d'Etudes Nucléaires de GRENOBLE : Boîte postale n° 269 — GRENOBLE (Isère).

Centre de Production de Plutonium de MARCOULE, CHUSCLAN (Gard).

Las oficinas de la Dirección de las Investigaciones y Explotaciones Mineras se hallan instaladas en FONTENAY-AUX-ROSES, y las divisiones mineras en :

- GRURY (Saône-et-Loire) : Division Minière de Grury ;
- RAZES (Haute-Vienne) : Division Minière de La Crouzille ;
- SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE (Loire) : Division Minière du Forez ;
- MORTAGNE-SUR-SÈVRE, Boîte Postale n° 5 (Vendée) : Division Minière de Vendée ;
- GROUPE DE RECHERCHES EN AFRIQUE : Boîte postale n° 16 — Champ de Manœuvre, ALGER ;
- TANANARIVE, Boîte Postale n° 282 (Madagascar) ;
- BRAZZAVILLE, Boîte Postale n° 132 (A.E.F.),

Por otra parte las misiones de prospección de esta Dirección exploran los yacimientos uraníferos en varios territorios de la metrópoli y de ultramar.

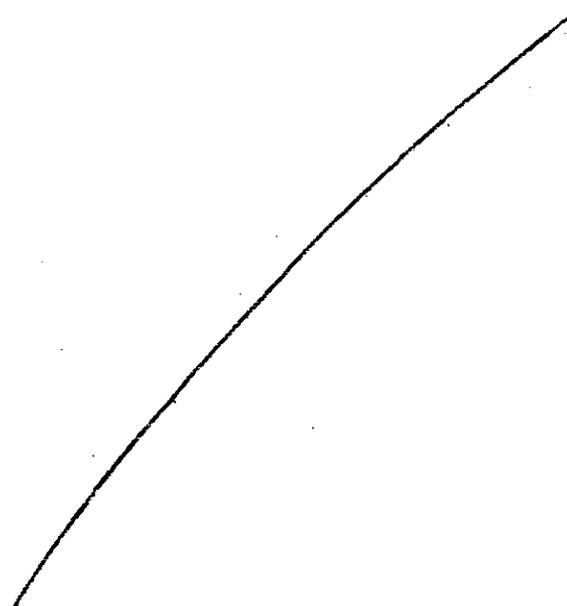
**LA DIRECCION CENTRAL DEL C.E.A. SE HALLA  
en PARIS (7<sup>e</sup>) - 69, rue de Varenne**

**Tél. INV. 86-60 et 61, 62, 63, 66-45 et 46, 47, 48**

**Ce document préparé par la Direction  
des Relations Extérieures du C. E. A.,  
a été conçu avec la collaboration de  
"Liaison et Information Financière".  
Photographies de la Documentation du  
C. E. A., C. A. F., Photothèque, Pierre  
Jahan et Jean-Pierre Sudre.**

**Réalisation  
de  
l'Édition Artistique,  
imprimeur à Paris.**

**Achévé d'imprimer  
en Avril 1958**



ÉDITION EN LANGUE ESPAGNOLE

PRINTED IN FRANCE