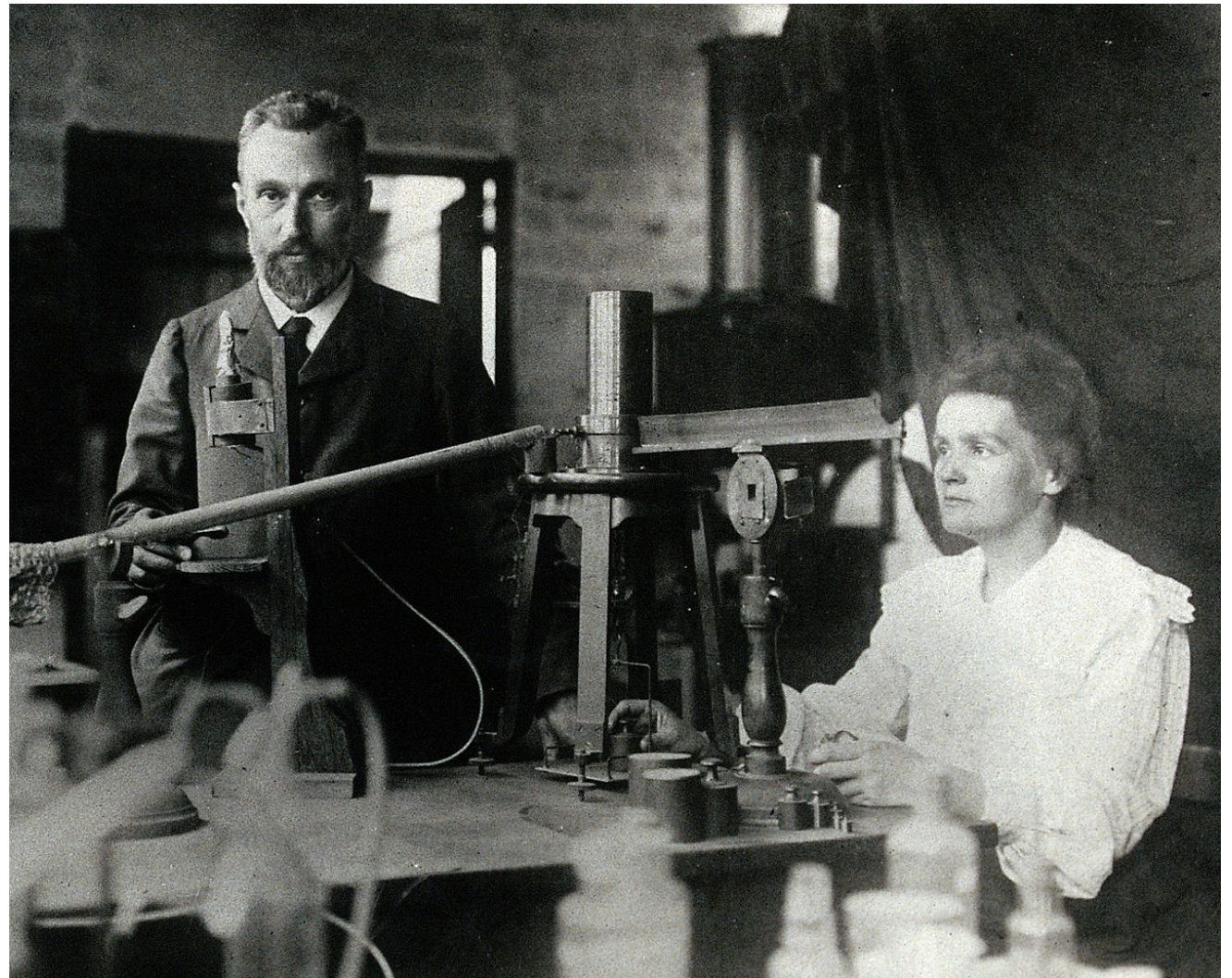


Histoire du CEA

Les origines

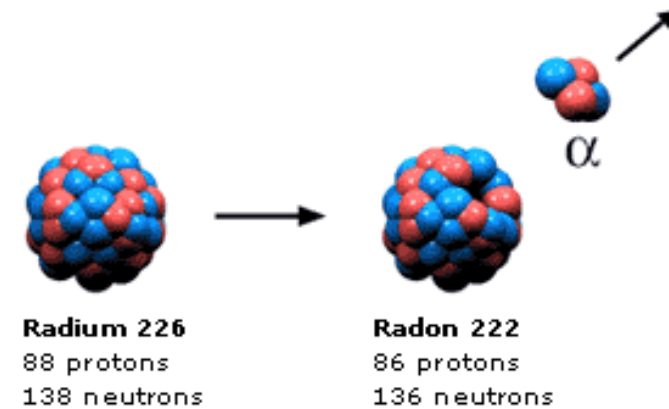
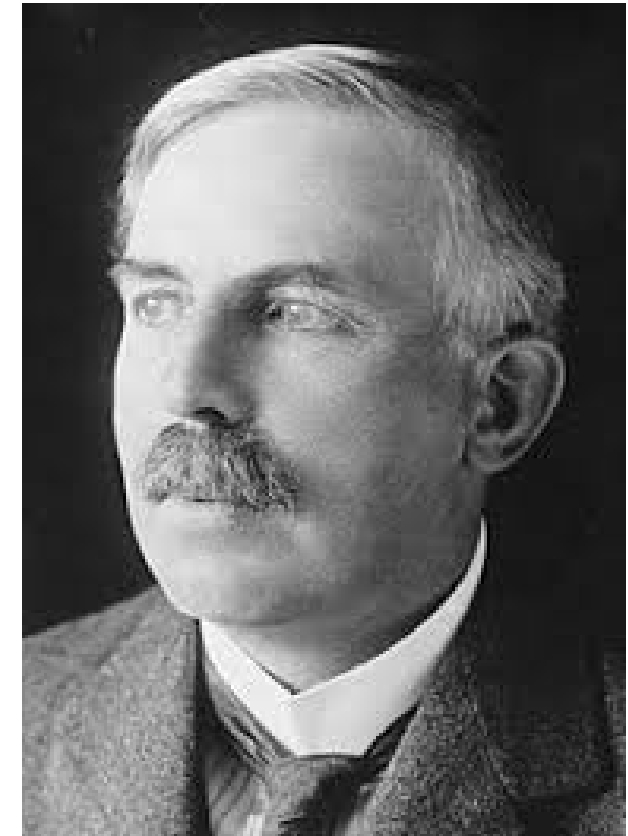
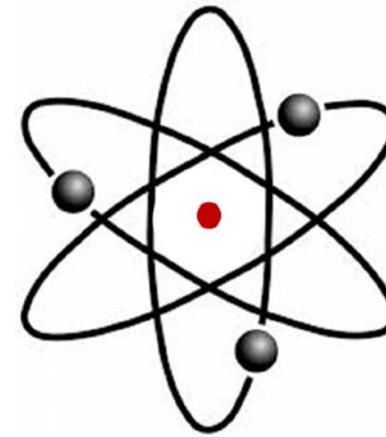
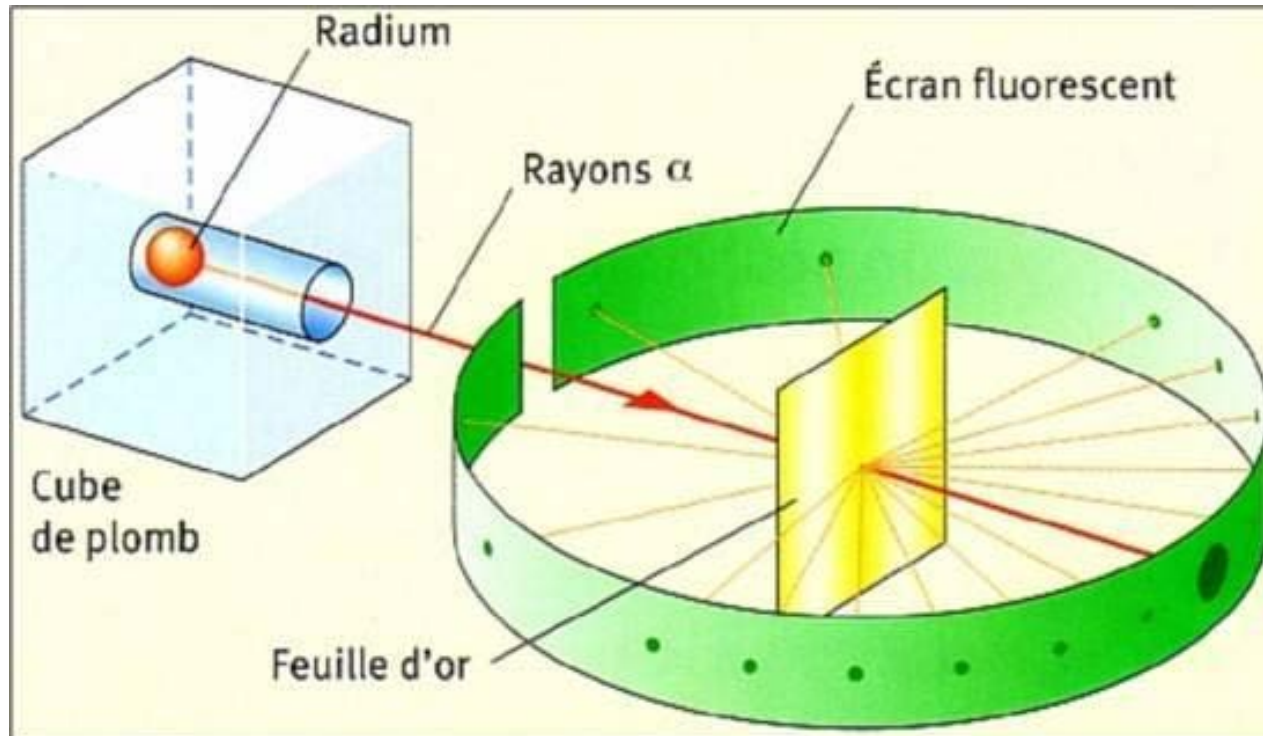
Jean-Pierre Pervès
5 avril 2019



**1898 Marie-Curie découvre le polonium
210 issu du Radon 222**

La préhistoire

1911: Ernest Rutherford (NZ) montre que la quasi totalité de la masse de l'atome est concentrée dans un volume très faible au centre de celui-ci. « L'atome atomisé: il n'est plus insécable »

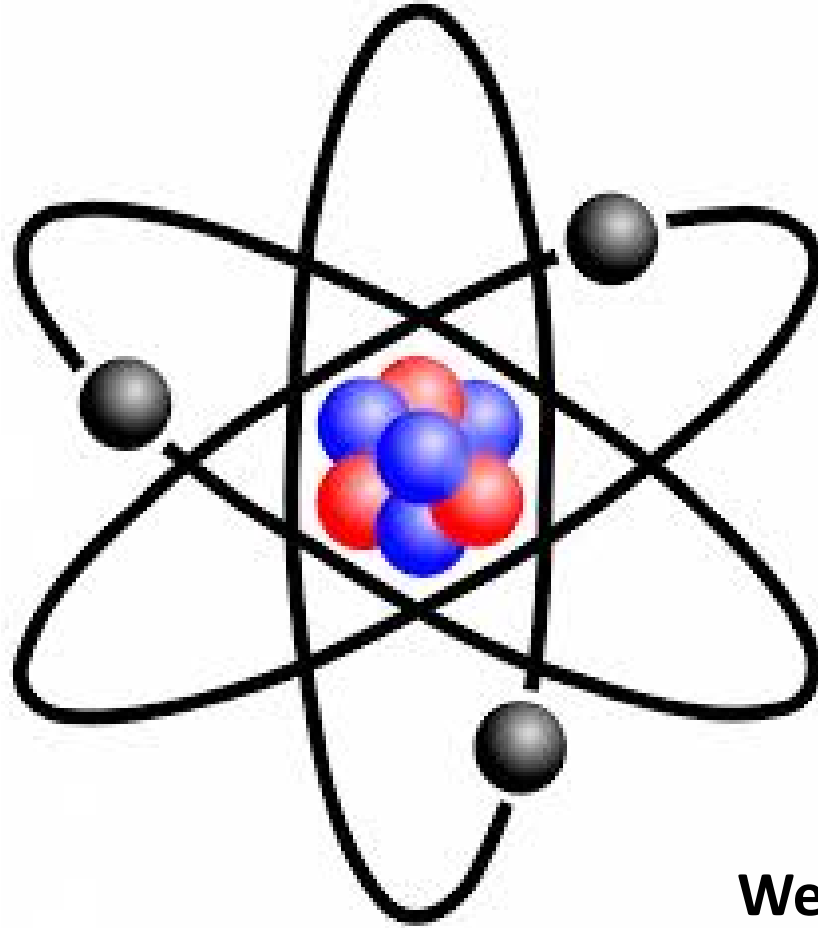


1913: HG Wells dans « The world set free », *La Destruction libératrice*, suggère une énergie nouvelle, née des découvertes sur la constitution de la matière

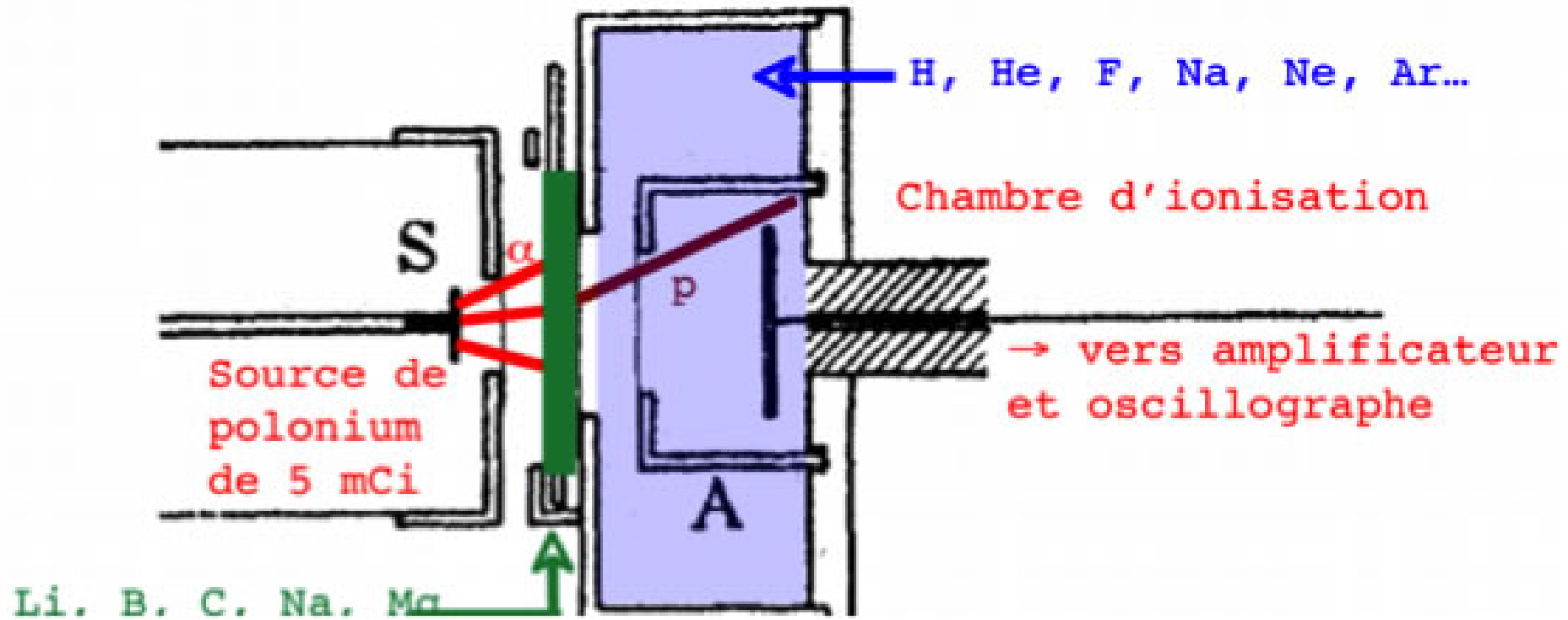
Il n'y a pas de limite absolue, ni à la connaissance ni à la puissance



1932: la découverte du neutron - James Chadwick, prix Nobel en 2035



**Werner Heisenberg
Nobel 1933 pour la création
de la mécanique quantique
Décrit le noyau**

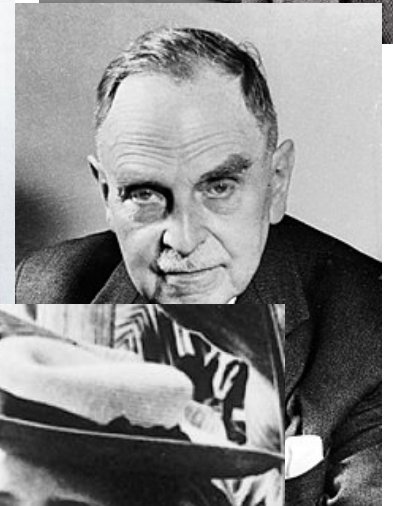
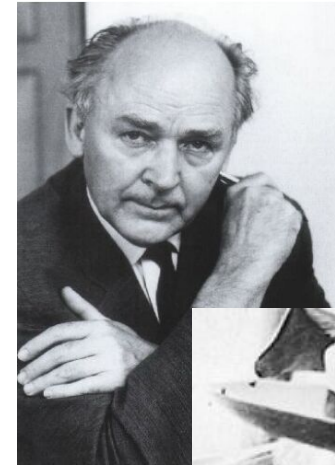
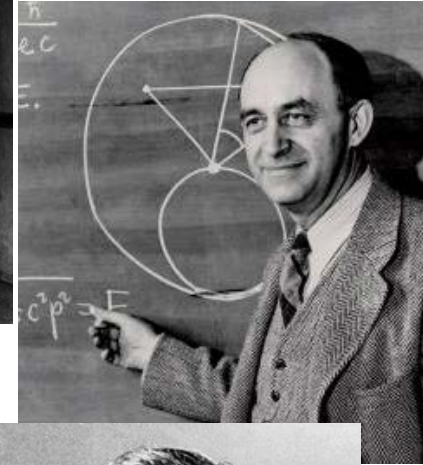


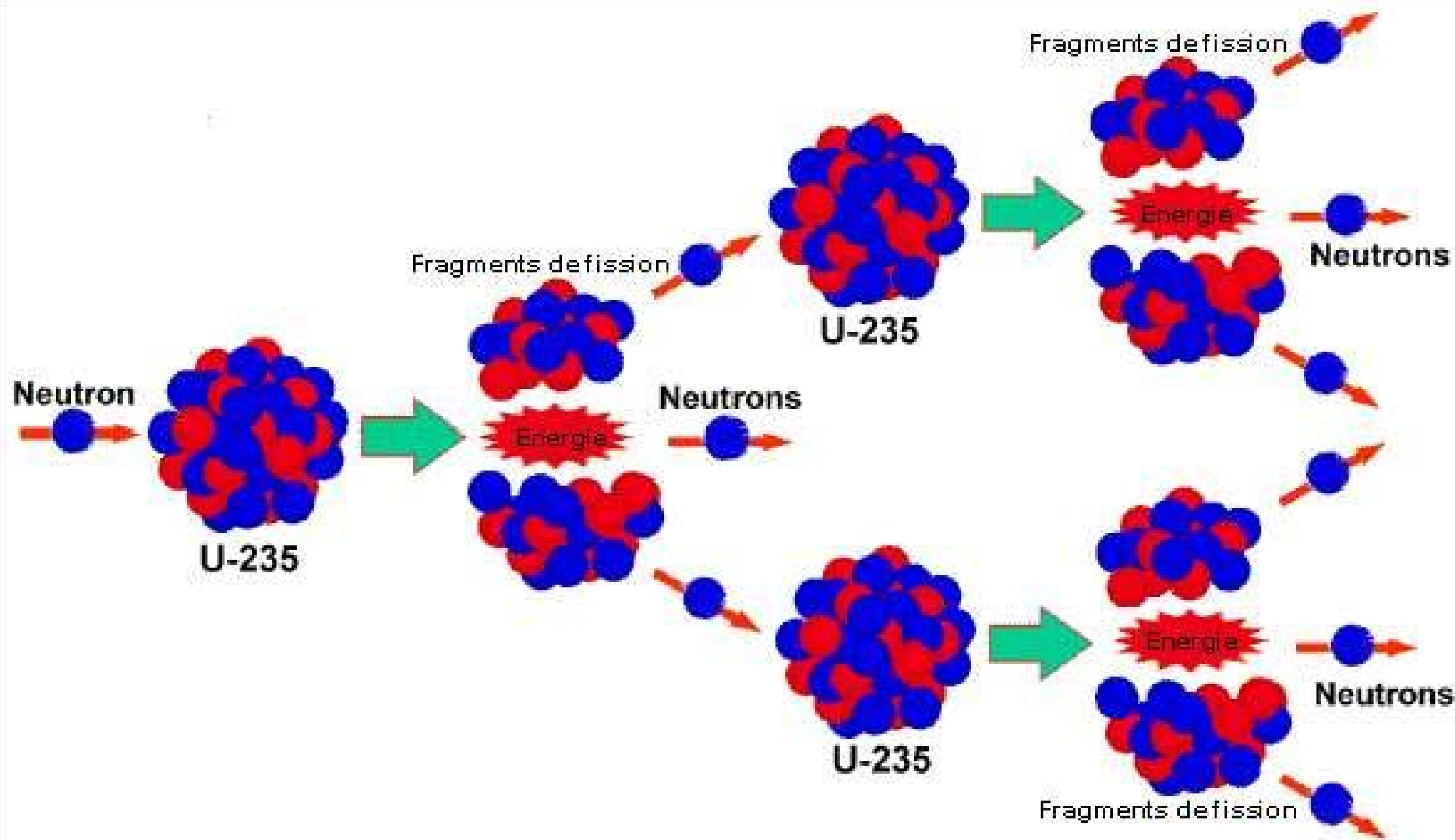
La particule inconnue frappait un noyau d'hydrogène, il ne connaissait ni la masse, ni la vitesse initiale ni la vitesse finale de cette particule, (sept inconnues pour quatre équations (les 3 composantes de l'impulsion et celle de l'énergie). Avec d'autres cibles, chaque expérience lui donnait trois nouvelles inconnues (la vitesse finale) et quatre nouvelles équations (conservations de l'impulsion et de l'énergie)

Chadwick put montrer que la masse de la particule inconnue était à quelques pour cent près celle du proton.

La piste vers la réaction en chaîne

- 1933, UK :Léo Szilárd (Hongrie) conçoit l'idée de la réaction en chaîne
- 1934, Italie: Enrico Fermi *croit produire l'Ausénium 93 et Hespérium 94 et en 1938 il reçoit le Nobel pour une interprétation fausse.*
 - 1938 Otto Hahn et Fritz Strassmann (All.) supposent l'existence de la fission (Nobel 1944)
 - 1938 Lise Meitner (All.) chimiste identifie les produits de fission et prouve la fission (pas de Nobel)





La naissance de l'énergie nucléaire

- février 1939 à Paris, Joliot, Halban et Kowarski réussissent à démontrer expérimentalement que la réaction en chaîne peut se produire



- Fin avril 1939, Francis Perrin se joint à l'équipe afin de résoudre le calcul complexe de la masse critique..



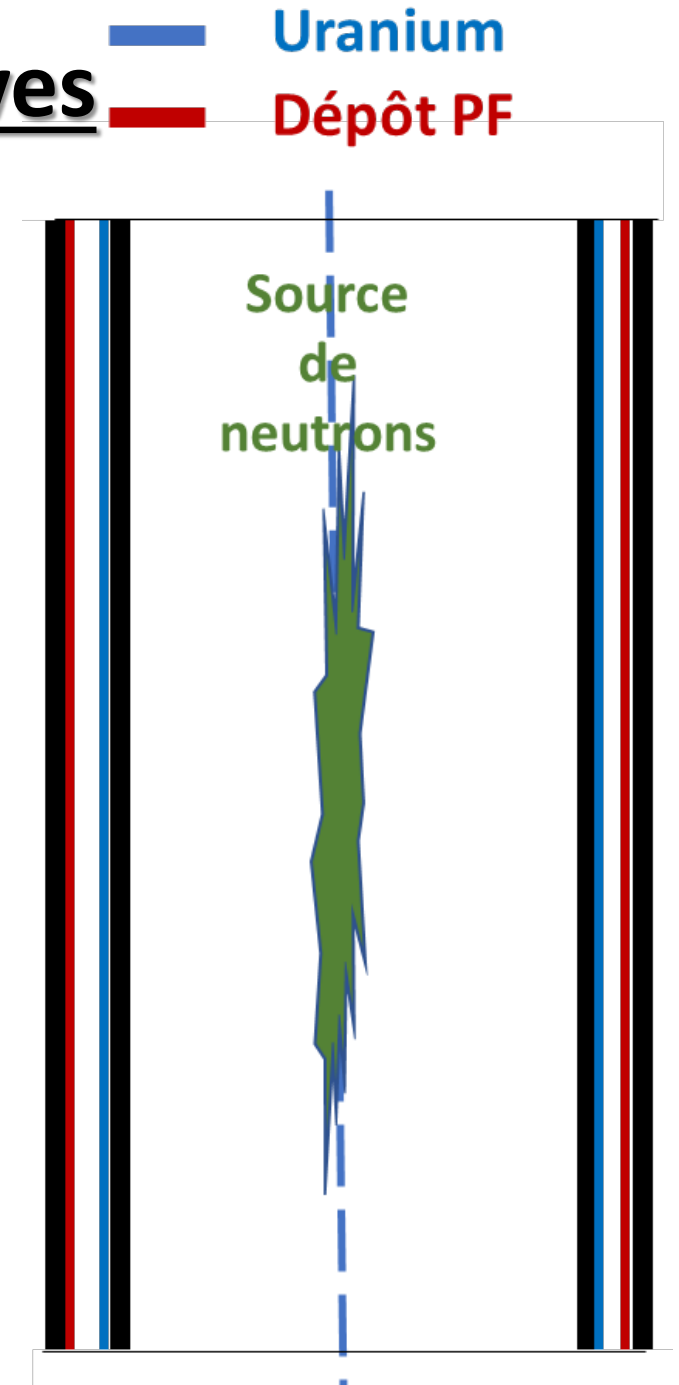
Des expériences rustiques et démonstratives

De la fragmentation du noyau d'uranium

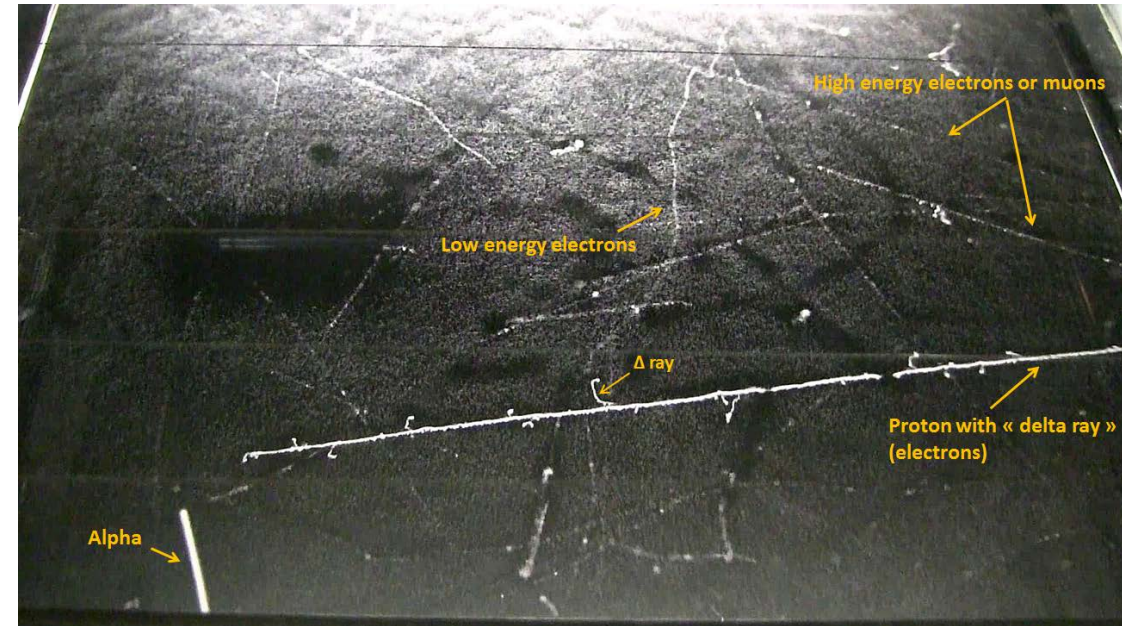
Il calcula le parcours dans l'air des produits de fission: il devait être de 2 ou 3 mm

Prenant alors deux tubes de bakélite concentriques de rayons qui diffèrent de 2,5 mm, il déposa de l'oxyde d'uranium sur la surface externe du tube intérieur, au centre duquel il disposa une source de neutrons. Les neutrons irradiaient l'oxyde d'uranium et les produits de fission étaient émis. Ceux qui partaient vers l'extérieur étaient recueillis sur la paroi interne du tube externe. Celui-ci était alors séparé de l'ensemble et placé autour d'un compteur Geiger-Müller qui détectait les rayons émis par les produits de fission.

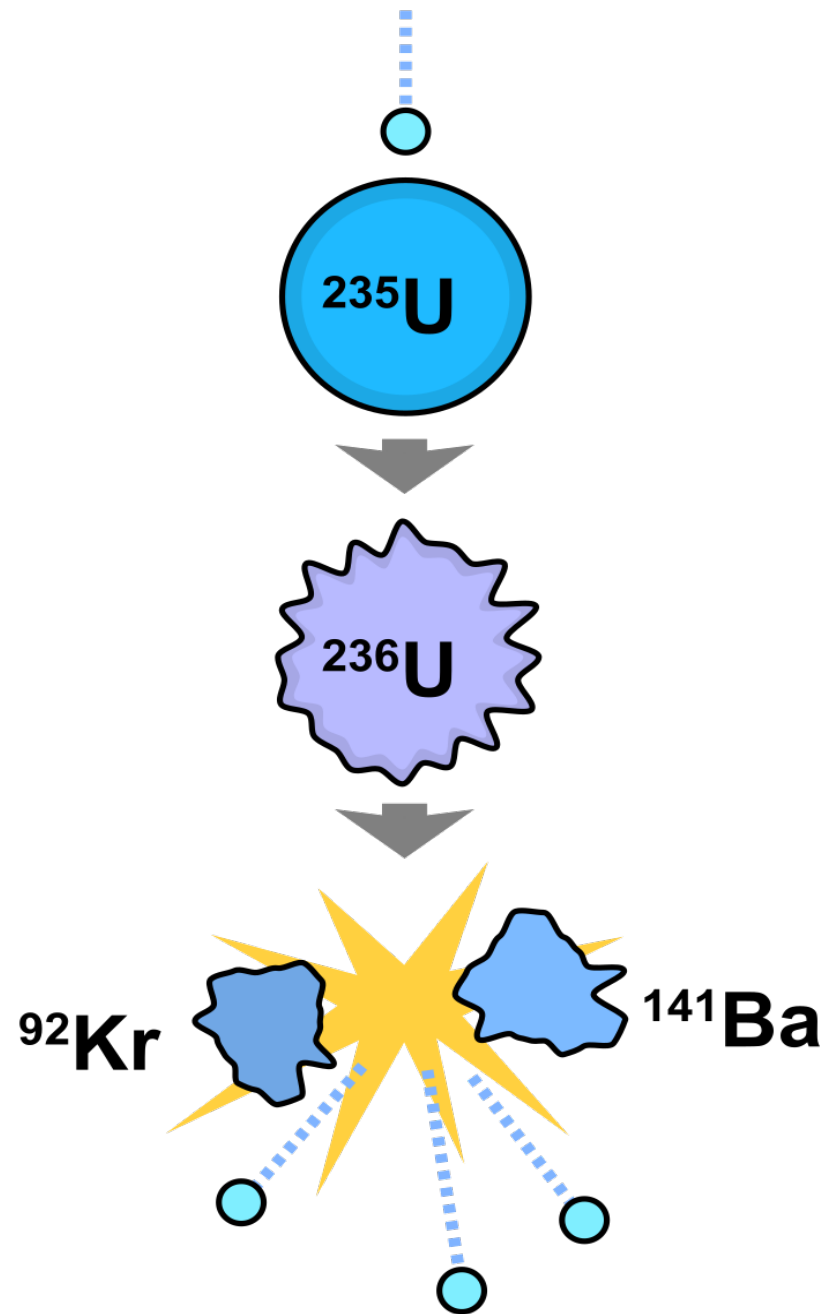
3 neutrons par fission (en réalité un peu plus de 2)



Une autre expérience de Frédéric Joliot lui permit d'observer la trace des produits de fission dans une chambre de Wilson. L'épaisseur d'une trace étant fonction de la masse des particules, les traces des produits de fission - des noyaux - apparaissaient très épaisses



Traces de particules dans la vapeur d'alcool d'une chambre à brouillard



Brevets résultant des travaux de l'équipe

M. Hans Heinrich von Halban, Jean-Frédéric Joliot, Lew Kowarski et Francis Perrin

- 1er mai 1939, couvre pratiquement le principe de tous les types connus de réacteurs nucléaires
- 2 mai 1939, couvre la stabilisation du fonctionnement d'un réacteur par des interruptions successives, périodiques ou non, de la réaction en chaîne et propose diverses solutions pour provoquer ces interruptions.
- 4 mai 1939, décrit le principe d'une bombe atomique

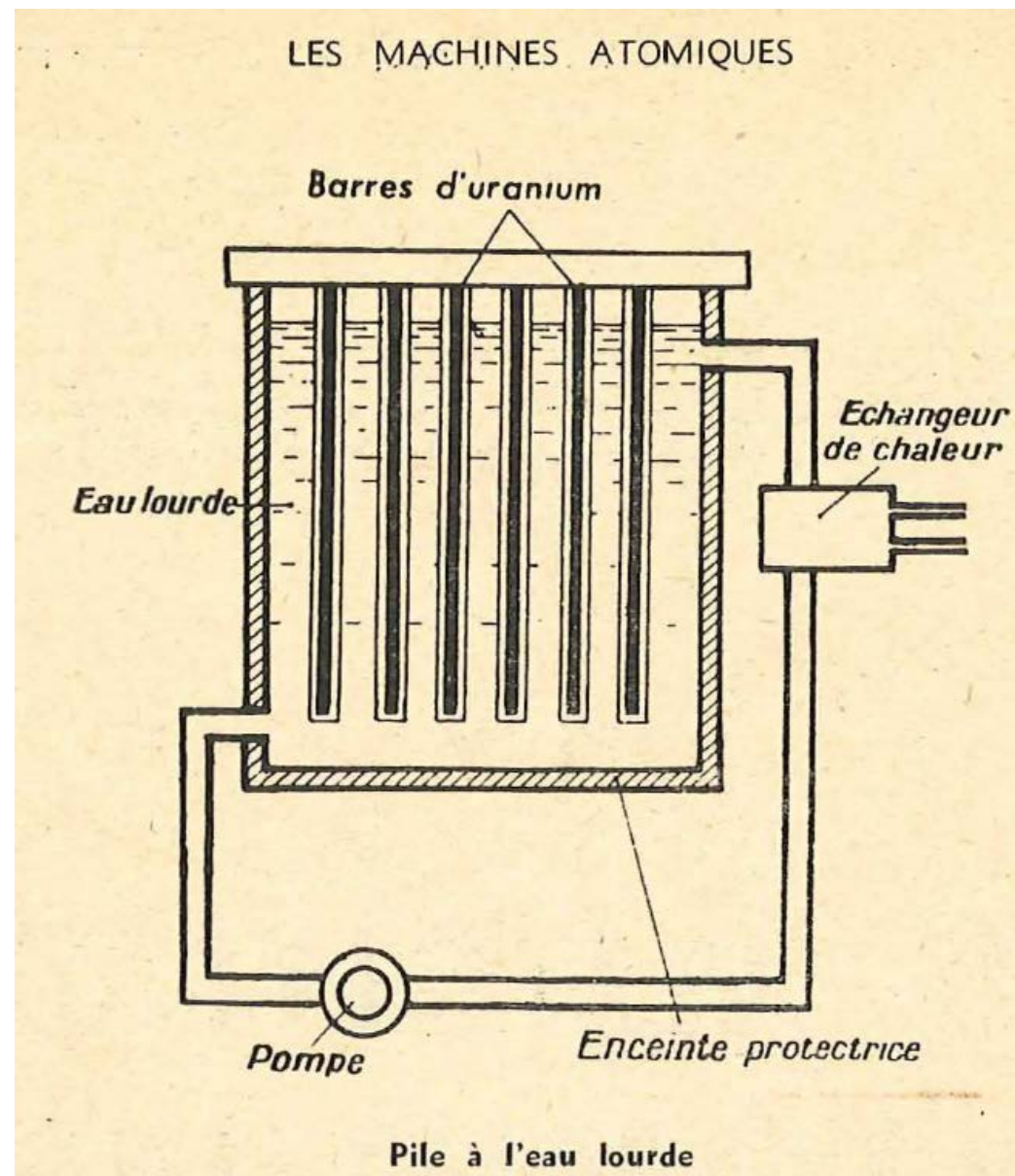
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

- 30 avril 1940 est relatif à l'enrichissement de l'uranium au-delà de 0,7 %
- 1er mai 1940 définit pratiquement les principes du calcul des réseaux dans les cœurs de réacteurs hétérogènes

les demandes de brevet déposées en 1939-1940 par l'équipe Joliot mettent en relief un étonnant pressentiment de ce qu'allaient donner les techniques étudiées en même temps qu'un bon réflexe sur le plan de la propriété industrielle

Que faut-il pour construire une pile (réacteur)

Il faut de l'eau lourde
 D_2O comme ralentisseur
et réflecteur de neutrons
pour l'uranium naturel,
non enrichi



Joliot Curie – L'uranium essentiel

- L'uranium est utilisé essentiellement pour extraire le radium pour la curiethérapie
- Le 8 mai 1939 à Bruxelles acquisition (Union minière du haut Katanga) de 5 tonnes d'uranium (U_3O_8)
- Réception le 23 mai de 100 barils de 50 kg
- Les Américains achètent à l'[Union Minière du Haut Katanga](#) (qui avait eu l'intuition de l'importance de l'uranium) 1 200 tonnes de minerai transportés à [New York](#) dès 1939.
- 1100 tonnes fut acquis par les allemands en Belgique puis récupéré par les USA en 1944



La mine de Shinkolobween 1940, au sud de la [province du Katanga](#) (1921 et 1959)

Raoul DAUTRY UN GRAND COMMIS DE L'ETAT

- 1914 un système de circulation des trains permettant aux renforts de se rendre sur le front de l'Est ([bataille de la Marne](#))
- Directeur général de l'[administration des chemins de fer de l'État](#)
- Ministre de l'Armement du [20 septembre 1939](#) au [16 juin 1940](#)
- [Ministre de la Reconstruction et de l'Urbanisme](#) dans le [Gouvernement provisoire de la République française](#) (GPRF) du [général de Gaulle](#)



Présidence du Conseil

République Française

Paris, le 26 février 1940

ORDRE DE MISSION

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

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

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

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

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

Ed. Deladier

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

L'eau lourde: l'heure des
manœuvre stratégique et des
services secrets



L'homme de la situation, un
banquier, appelé par l'armée, et
posté auprès de Raoul Dautry

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

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

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

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

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

Devant l'invasion allemande en juin 1940, le stock d'eau lourde est évacué vers l'Angleterre.

- En juin 1940, R. Dautry expédie vers l'Angleterre deux collaborateurs de Joliot, Halban et Kowarski, avec les brevets, les documents scientifiques et l'eau lourde. Ces deux scientifiques travaillent pendant toute la guerre avec les Anglo-Canadiens
- Et la bataille de l'eau lourde

26 juin 1940

Ordre

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

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



Pour le Ministre et par son ordre
Pour le Secrétaire Général des Fabrications
Le Secrétaire Général
J. L. L.

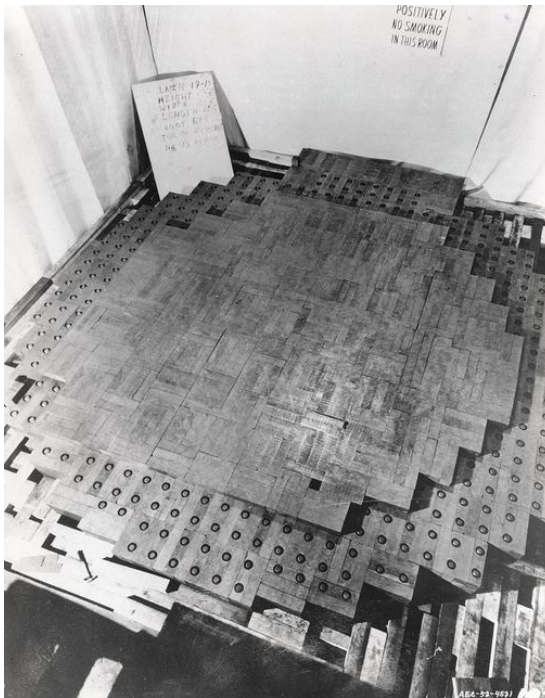
Messieurs Halban et Kowarsky accompagnés
de Mesdames Halban et Kowarsky et de deux
enfants en bas âge monteront à bord du
vapeur Broompark à Bassens (Gironde)
Ils sont confiés à Monsieur le comte de Suffolk
et Berkshire, afin de poursuivre en Angle-
terre les recherches entreprises au Collège de
France,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

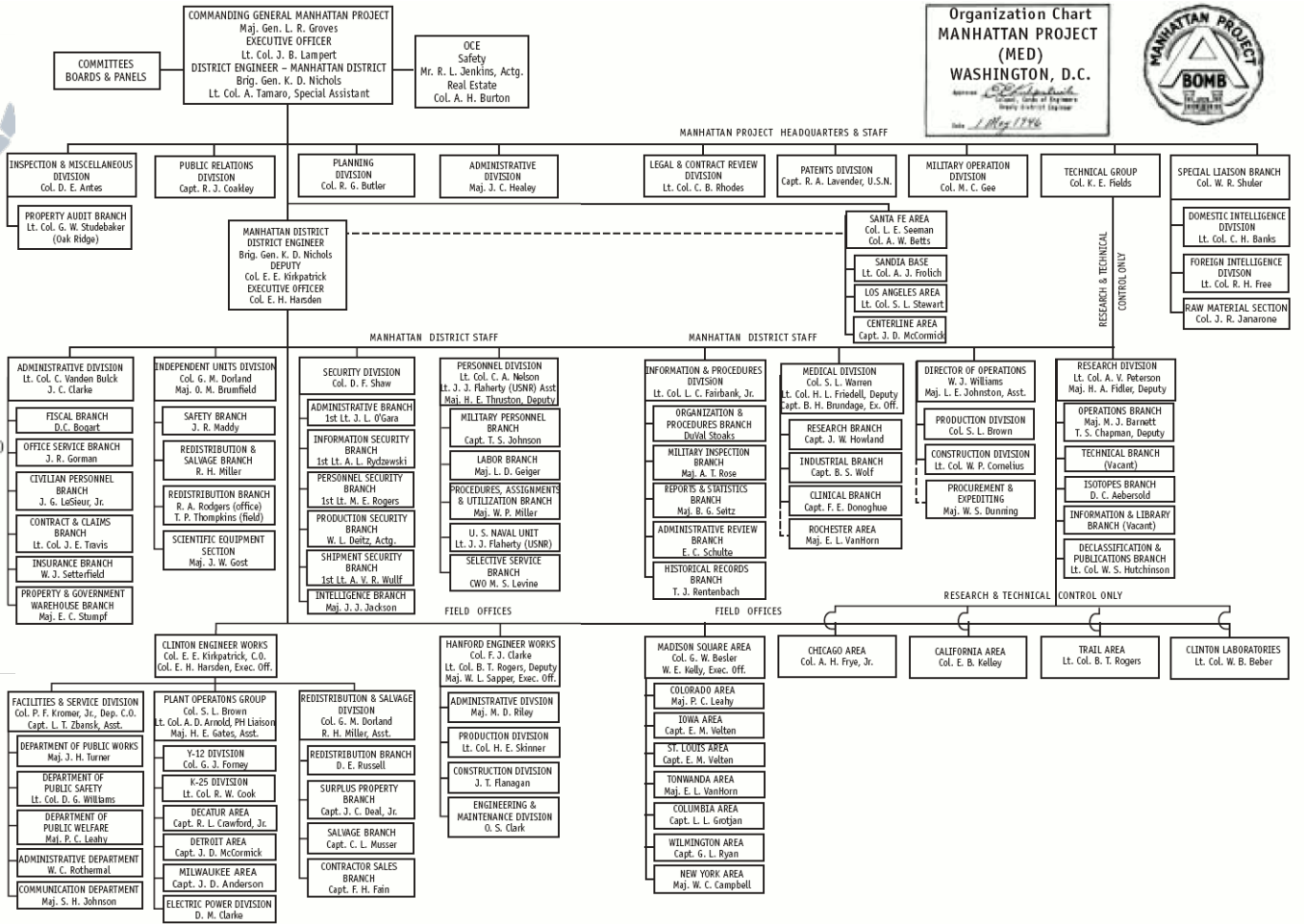
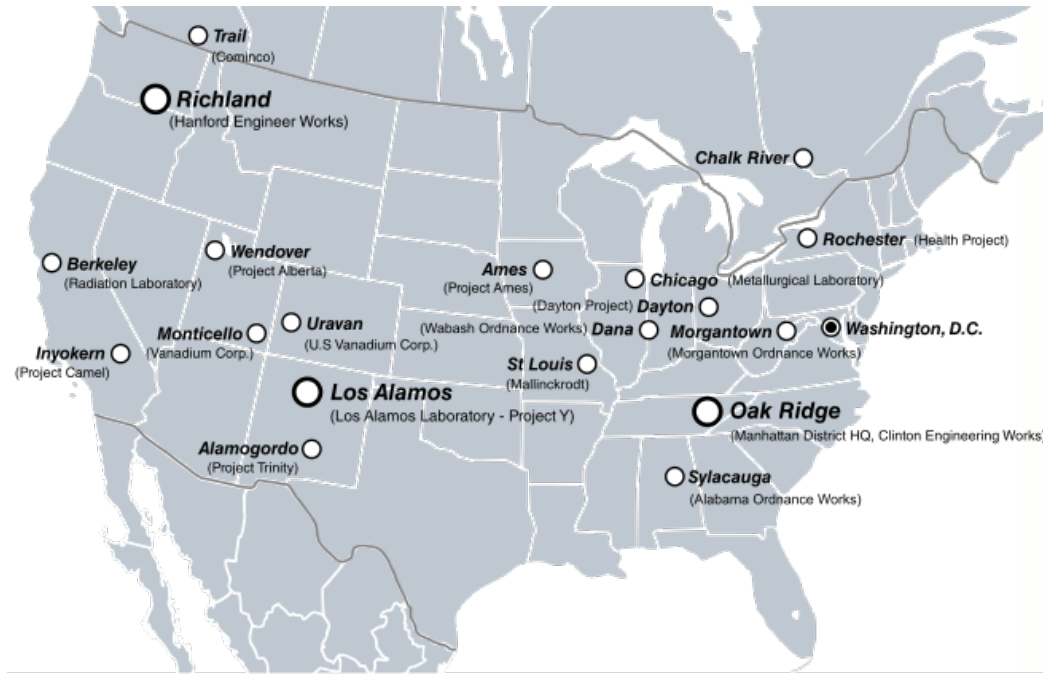
Messieurs Halban et Kowarsky se pré-
senteront à Londres à la mission française
(colonel Mayer), 2 Dean Stanley Street,
Westminster House.

Le programme Manhattan: un changement d'échelle

En 1939, Leó Szilárd, qui craint la possibilité que l'Allemagne nazie fabrique une bombe nucléaire, prend l'initiative de demander à Albert Einstein d'écrire une lettre au président américain Franklin Roosevelt³.

C'est en 1942, avec Enrico Fermi dans le cadre du projet Manhattan visant à doter l'Amérique d'une bombe atomique, qu'il parvient à créer la première réaction en chaîne avec un réacteur utilisant du graphite et de l'uranium



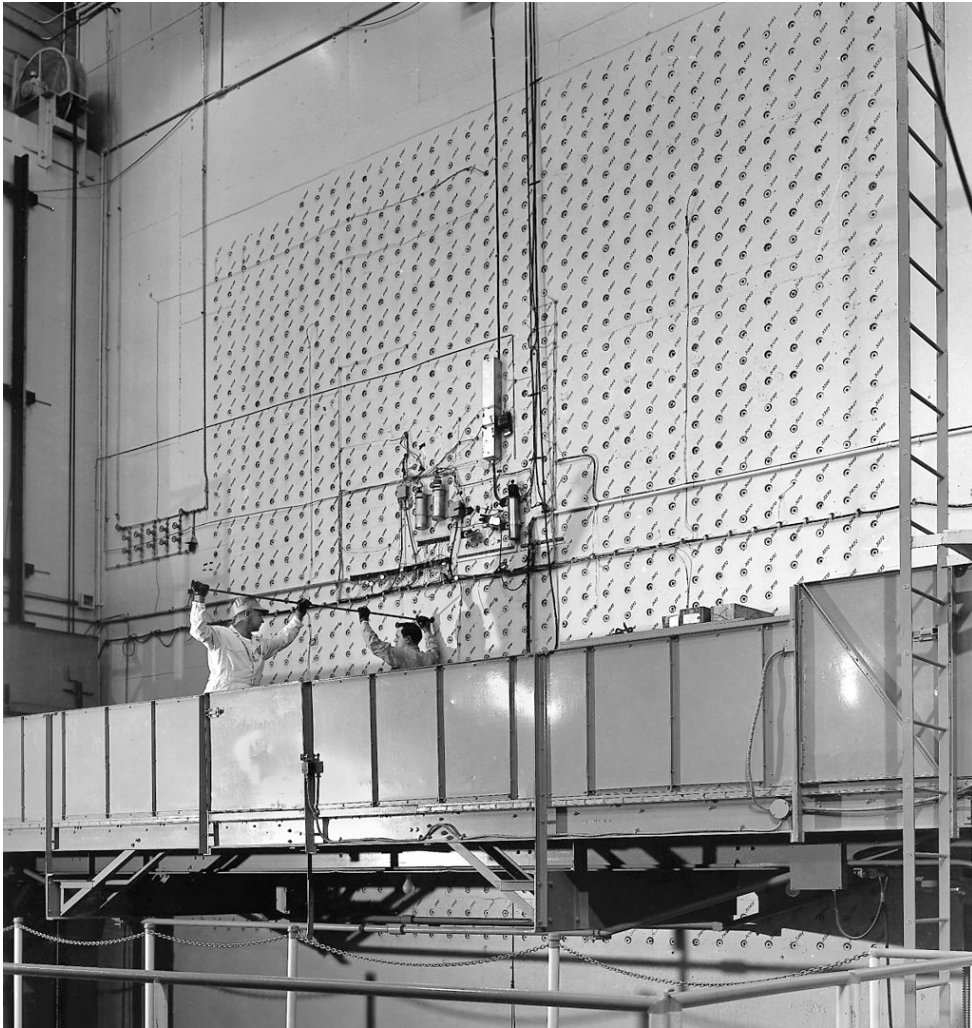


PROJET MANHATTAN

LA DEMESURE

130.000 p

La fin de la prééminence française sur l'énergie nucléaire



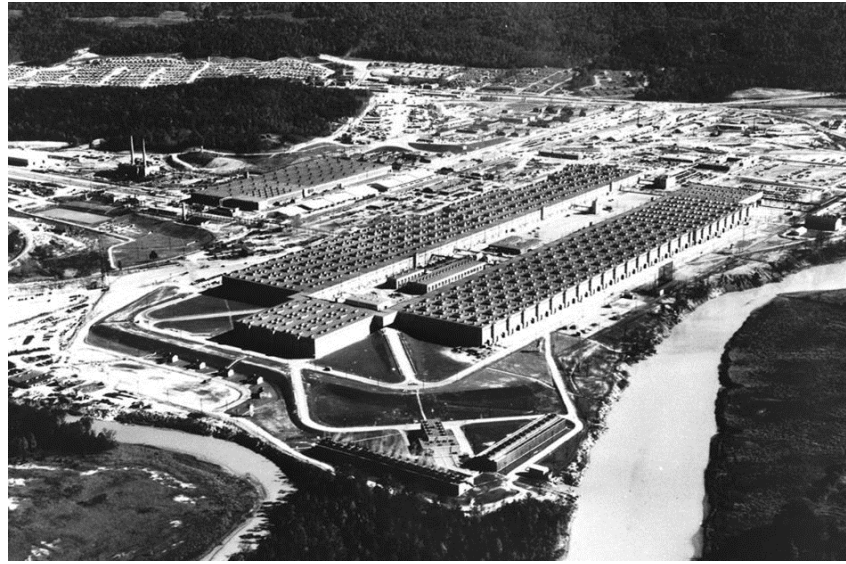
**Réacteur plutonigène X10
Oak-Ridge (1943)**



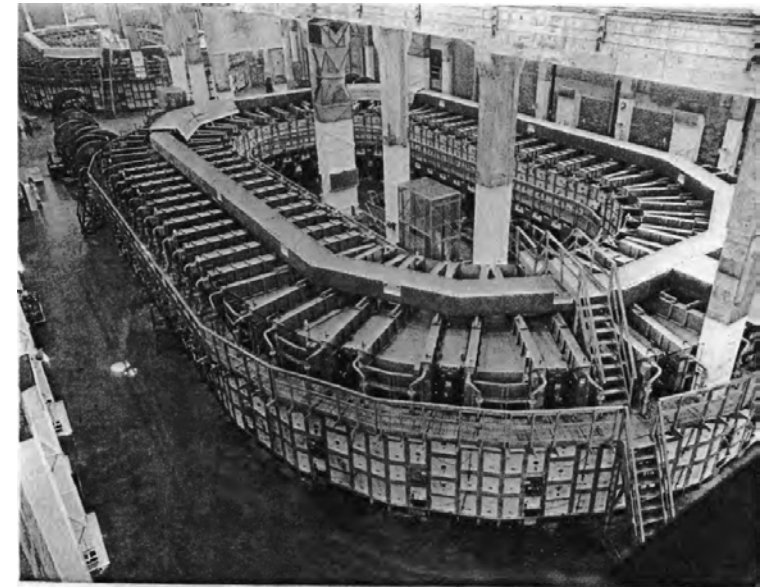
**Réacteur plutonigène R10
Hanford (1944)**



S 50 Diffusion
thermique
de 0,71 à 0,89 %



K 25 Usine de diffusion
gazeuse
De 0,89 à 23 %



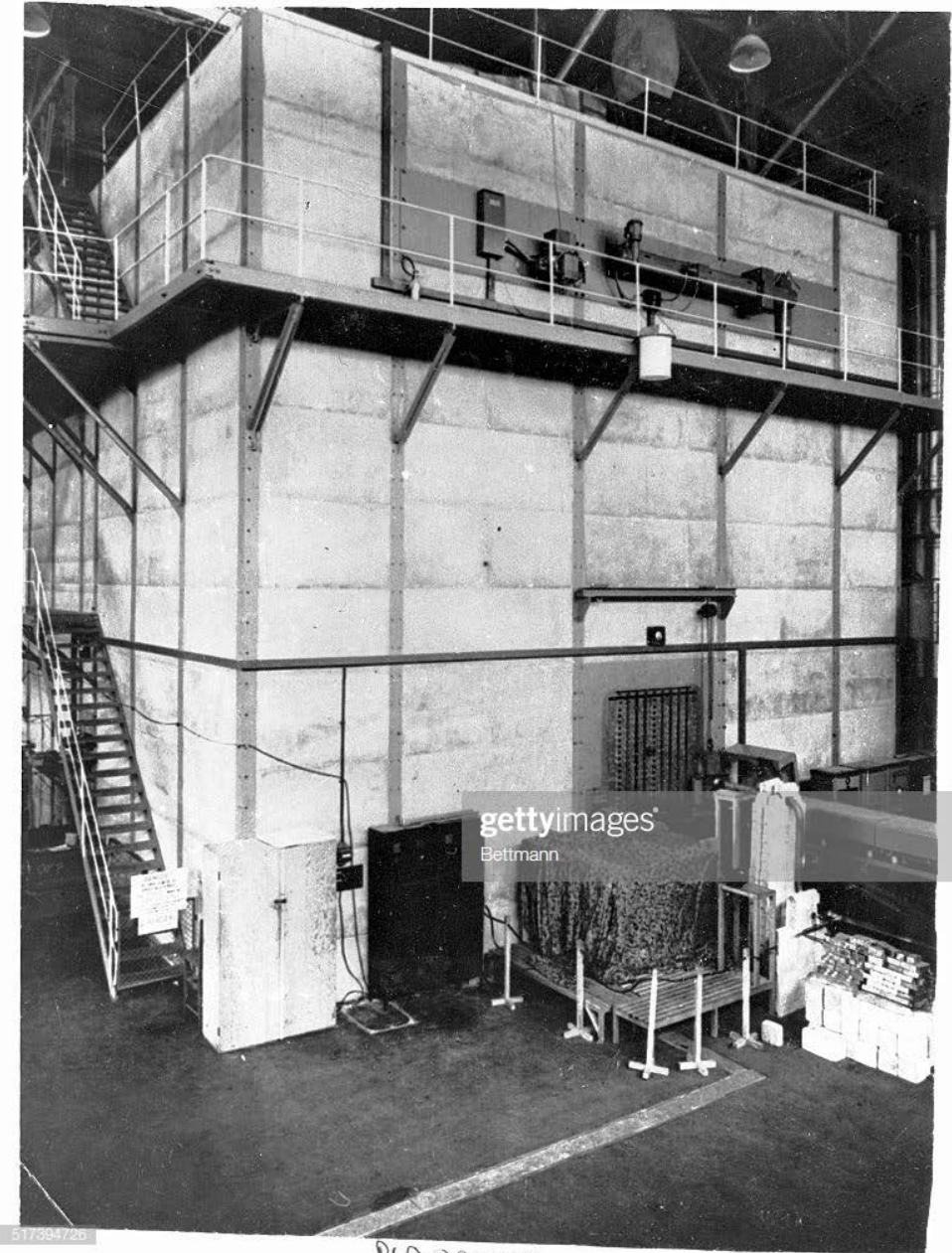
Calutrons »
hybride spectromètre
de masse et cyclotron.
De 23 % à 89 %
14700 tonnes Ag

L'enrichissement de l'uranium de 0,7 à 89 %

Angleterre

Des moyens très limité compte-
tenu de l'effort de guerre

GLEEP le premier **réacteur nucléaire** (pour *Graphite Low Energy Experimental Pile*) a été mis en service en 1947. C'était un réacteur à modérateur graphite refroidi à l'air de basse énergie (3 kW). C'est le premier réacteur de l'Europe de l'Ouest et il a fonctionné jusqu'en 1990.



CANADA

Equipe Canadienne/anglaise/ française
Zero Energy Experimental Pile

1945

ZEEP est l'un des premiers réacteurs à eau lourde. Il a par ailleurs été conçu pour utiliser de l'uranium naturel, une caractéristique qui s'est transmise jusqu'au réacteur CANDU.

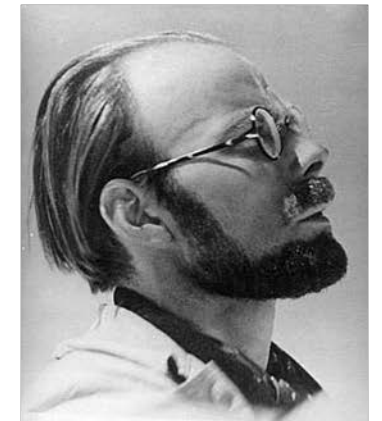
L'enrichissement de l'uranium étant un processus complexe et coûteux, l'utilisation de l'uranium naturel procure au ZEEP et à ses successeurs un certain nombre d'avantages techniques et commerciaux.



Le début du nucléaire en France

- De Gaulle à Ottawa le 11 juillet 1944
- Trois chercheurs français détachés par les Forces françaises libres, mais tenus au secret par les alliés.
- Jules Guéron, Pierre Auger et Bertrannnd Goldschmidt dévoilent le projet de bombe atomique dont ils estiment le succès quasi-certain
- De Gaulle à Jules Guéron: « *Merci monsieur le professeur, j'ai très bien compris de quoi il s'agit.*

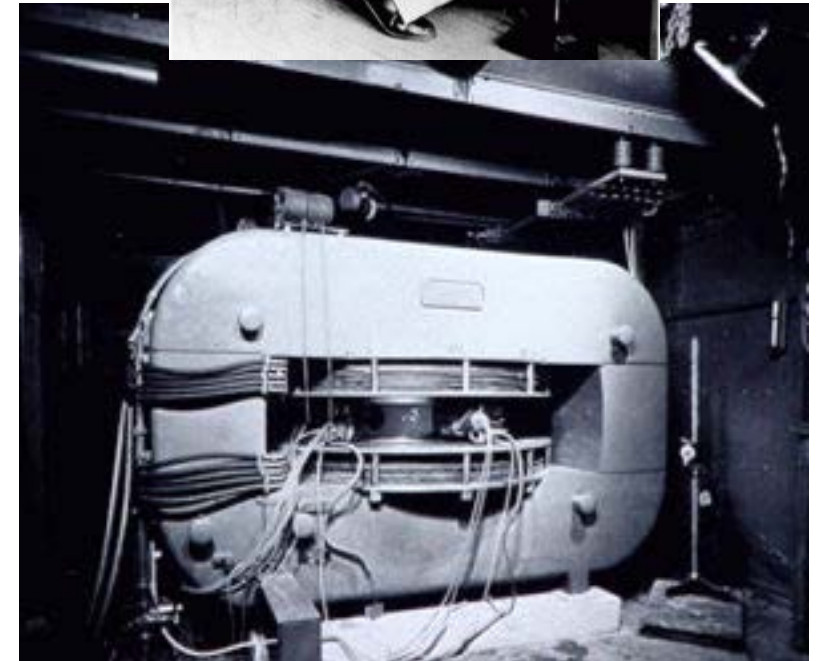
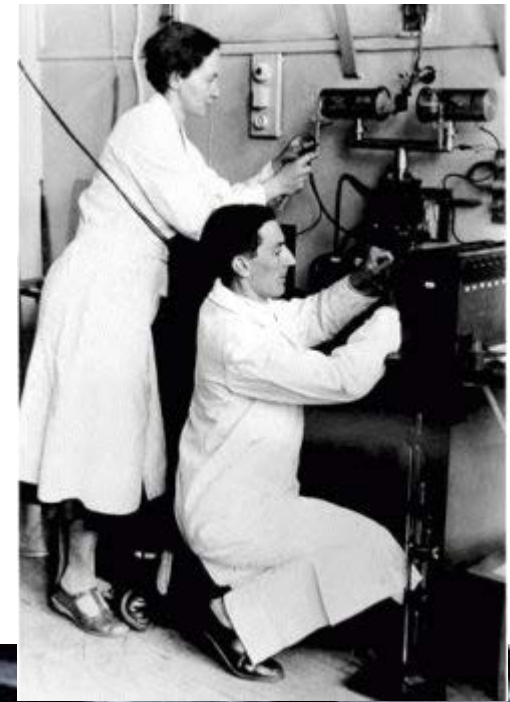
Irène et Frédéric Joliot-Curie (parti communiste et résistant) étaient placés sous contrôle allemand au Collège de France (Wolfgang Gentner). Il travaillaient avec leur cyclotron en physique nucléaire



Et Joliot-Curie ?

- Il est resté en métropole, adhérant au Parti communiste et militant dans la Résistance au sein du Front national dont il est président.
- Cette conduite a pu susciter des réactions diverses chez ses amis et ses collègues.
- Toujours est-il que le Parti communiste obtient du général de Gaulle que lui soient confiées les fonctions de directeur du CNRS

Sa présence à Paris, alors que les autres spécialistes de l'énergie atomique sont outre-Manche et outre-Atlantique, va lui permettre de renouer très tôt les liens nécessaires à la relance d'un projet atomique français, dans le droit fil de la rencontre d'Ottawa.



Graphite et eau lourde

La question des approvisionnements

- **En mars 1945, il semble que Joliot soit en proie à une grande perplexité sur la conduite à tenir. Il continue de vouloir jouer la carte anglaise, mais il sent que le dossier français est plus fragile qu'il n'y paraît : il est informé de ce que les Américains sont près de réussir la fabrication de la bombe atomique et sait aussi que l'eau lourde comptera peu dans la négociation puisque les Américains utilisent le graphite, moins dispendieux comme ralentisseur**
- **De plus l'industrie française n'est pas en mesure de produire du graphite pur.**

Le Général de Gaulle
16 octobre 1945

**Pour le Vice-président du Conseil
d'état**

**Prière de procéder d'urgence à
l'examen du projet d'ordonnance et
de projet de décret concernant le
Commissariat à l'énergie atomique
dont le fonctionnement doit être
délibéré jeudi 18**

C. De Gaulle

LE GÉNÉRAL DE GAULLE

16 octobre 45

Pour le Vice-Président
du Conseil d'Etat.

Prière de procéder d'urgence
à l'examen du projet
d'ordonnance et de décret
concernant le Commissariat
à l'Énergie Atomique
dont le fonctionnement doit
être délibéré jeudi 18.

C. De Gaulle

L'ordonnance

Des points essentiels sont acquis dès le début.

- **La nature du CEA : établissement de caractère scientifique technique et industriel, doté de la personnalité civile ainsi que de l'autonomie administrative et financière.**
- **Son rattachement direct à l'autorité supérieure : il est placé sous l'autorité et le contrôle du président du Gouvernement provisoire.**
- **Le principe d'un bicéphalisme : haut-commissaire et administrateur général.**

Mais deux points de vue qui sont au centre du débat

- **Les savants qui, unanimes, veulent attribuer le plus de pouvoirs possible au haut commissaire, c'est-à-dire à la direction scientifique,**
- **et R. Dautry qui veut établir fermement les prérogatives, sinon la suprématie, de l'administrateur général dont les pouvoirs sont à dominante administrative.**

- **Les textes sont publiés au *Journal officiel* du 31 octobre 1945.**
- **Enfin, paraissent le 3 janvier 1946 les décrets de nominations (publiés · au *Journal officiel* le lendemain).**
- **F. Joliot devient haut-commissaire et R. Dautry administrateur général.**
- **Le comité comprend en outre Irène Joliot-Curie, P. Auger, F. Perrin, et le président du Comité de coordination des recherches concernant la défense nationale**

Le personnel, de 236 membres fin 1946, voit son effectif atteindre 1625 personnes en décembre 1950. Le budget initial était de 500 millions, il s'élève à presque quatre milliards en 1950.

**M. PARODI. Ambassadeur de France! Délégué
au Conseil de Sécurité, déclarait à la Commission
de l'Énergie Atomique des Nations-Unies (29 mars 1946)**

- **Un trait essentiel marque ces études. ces projets et ces réalisations: c'est qu'ils sont entièrement orientés vers la paix, vers les œuvres de la paix, vers les activités dont l'objet essentiel est le bien de l'humanité.**
- **Je suis autorisé à dire que les buts que le Gouvernement Français a assignés aux recherches sont purement pacifiques.**
- **Notre vœux est que toutes les Nations du Monde fassent de même, le plus tôt possible et c'est avec empressement qu'à cette fin, la France se soumettra aux règles qui seront jugées les meilleures pour assurer dans le monde entier le contrôle de l'énergie atomique**

En 1946, Irène et Frédéric Joliot Curie entourés des pionniers du CEA : P. Auger, F. Perrin, L. Kowarski et en haut, B. Goldschmidt, P. Bicquart, L. denivelle et J. Langevin



Saclay

Proche de Paris

Un train direct

Un vaste espace

Assez désertique

Des réticences

Un acte d'autorité

Une vision très large des opportunités ouvertes par les sciences et techniques nucléaires

ÉNERGIE
NUCLÉAIRE

NEUTRONS
et
RAYONS
GAMMA

CHALEUR
ÉLECTRICITÉ

1 kilogramme d'uranium U 235 produit autant de chaleur que 3.000 tonnes de charbon.

PHYSIQUE
NUCLÉAIRE

- Théorie du noyau.
- Nouvelles réactions nucléaires.
- Étude des rayonnements.

BIOLOGIE

- Action des rayonnements sur les tissus animaux et végétaux (cancers expérimentaux, mutations...).
- Thérapeutique par rayonnements.
- Protection contre les rayonnements.

PHYSICO-
CHIMIE

- Nouvelles réactions chimiques, par ex. : polymérisation conduisant à des matières plastiques.
- Étude des cristaux par les neutrons.

APPLICA-
TIONS
INDUS-
TRIELLES

- Radiographie de pièces métalliques par les rayons gamma.

BIOLOGIE
ANIMALE

- Perméabilité des tissus, des cellules, coagulation du sang, vie des globules, anémie.
- Étude des muscles et des nerfs, tissu osseux.
- Physiologie du foie, du rein.
- Physiopathologie de la glande thyroïde.
- Physiologie de glandes endocrines.
- Métabolismes { Phosphore, soufre, sodium, potassium, chlore, brome, cuivre, or, arsenic, etc...}
- Choc traumatique.
- Cancer.

PRODUC-
TION
de
RADIO-
ÉLÉMENTS

(indicateurs
radioactifs
ou
traceurs).

MÉDECINE

- Thérapeutique d'affections sanguines, thyroïdiennes et diverses
- Cancer { Applications diagnostiques, thérapeutiques.

BIOLOGIE
VÉGÉTALE

- Biologie des plantes, des algues, des microorganismes.
- Utilisation des engrais et des éléments nutritifs.

PHYSICO-
CHIMIE

- Étude de mécanismes de réactions chimiques.
- Dosage très sensible de certains composés.
- Diffusion, absorption de substances dans divers milieux.

MÉTAL-
LURGIE

- Études théoriques.
- Contrôles de fabrications.

APPLICATIONS INDUSTRIELLES DIVERSES

Les applications que ci-dessus c'est-à-dire :

Les premières décisions

Jusqu'au 8 juillet 1947 la pile de 300 kW de Saclay est prioritaire. Devant les difficultés et l'urgence d'un signal fort Bertrand Goldschmit, de retour des US propose de construire une pile plus simple UO₂/D₂O/Graphite

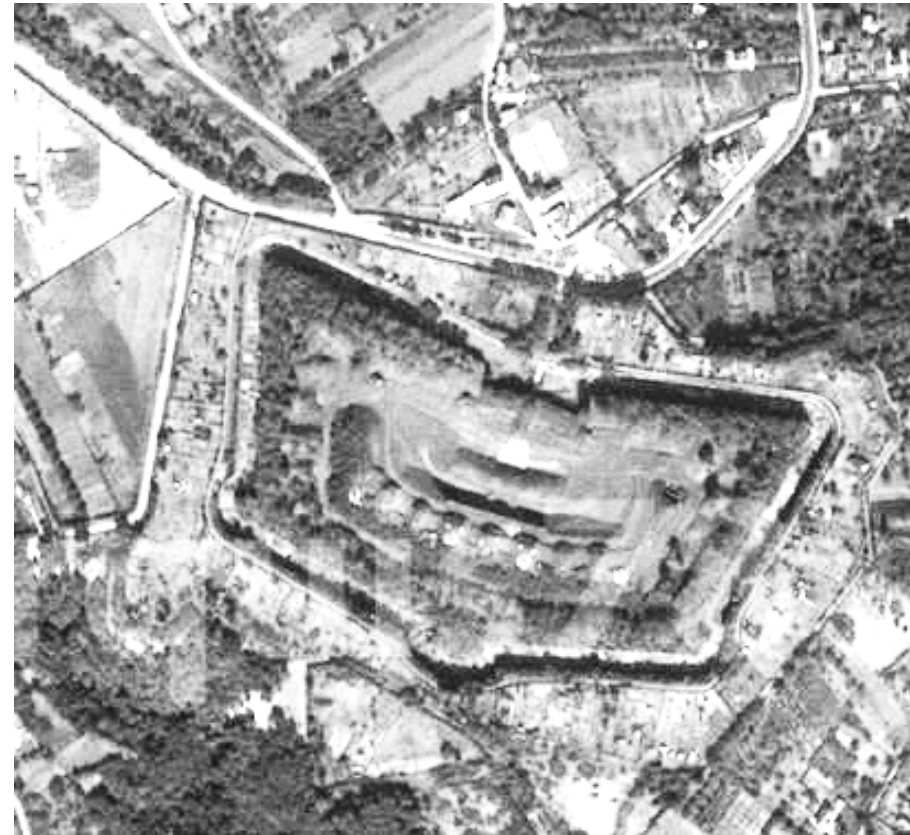
Quel nom Kowarski: FLOP French low output pile

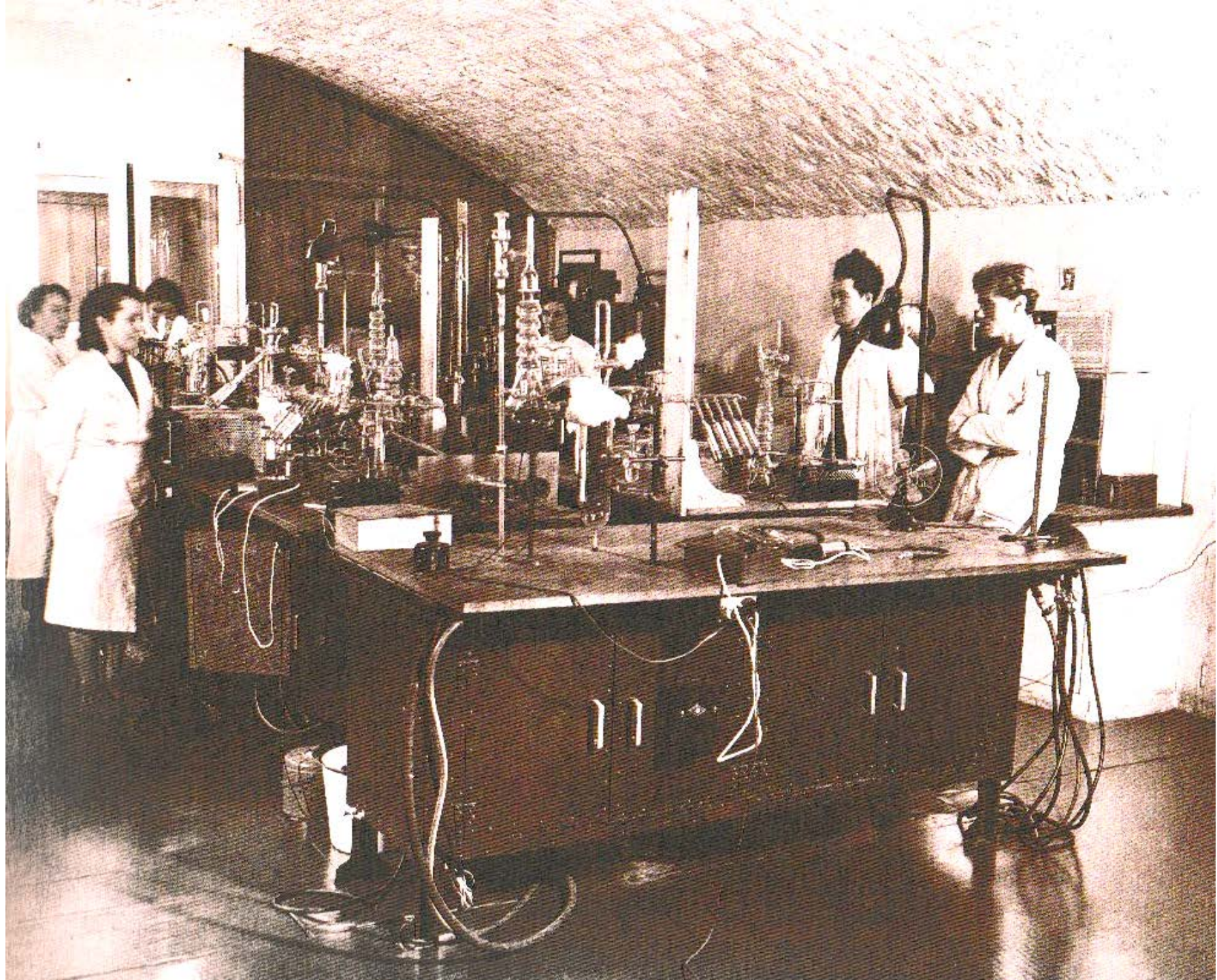
ZOE zéro- oxyde d'uranium et eau lourde

Avec un combustible rustique, fabriqué sur place, et une « pile atomique », ZOE, imaginée par Goldschmidt et habilement dimensionnée par Kowarski, la première divergence sera observée dès le 12 décembre 1948

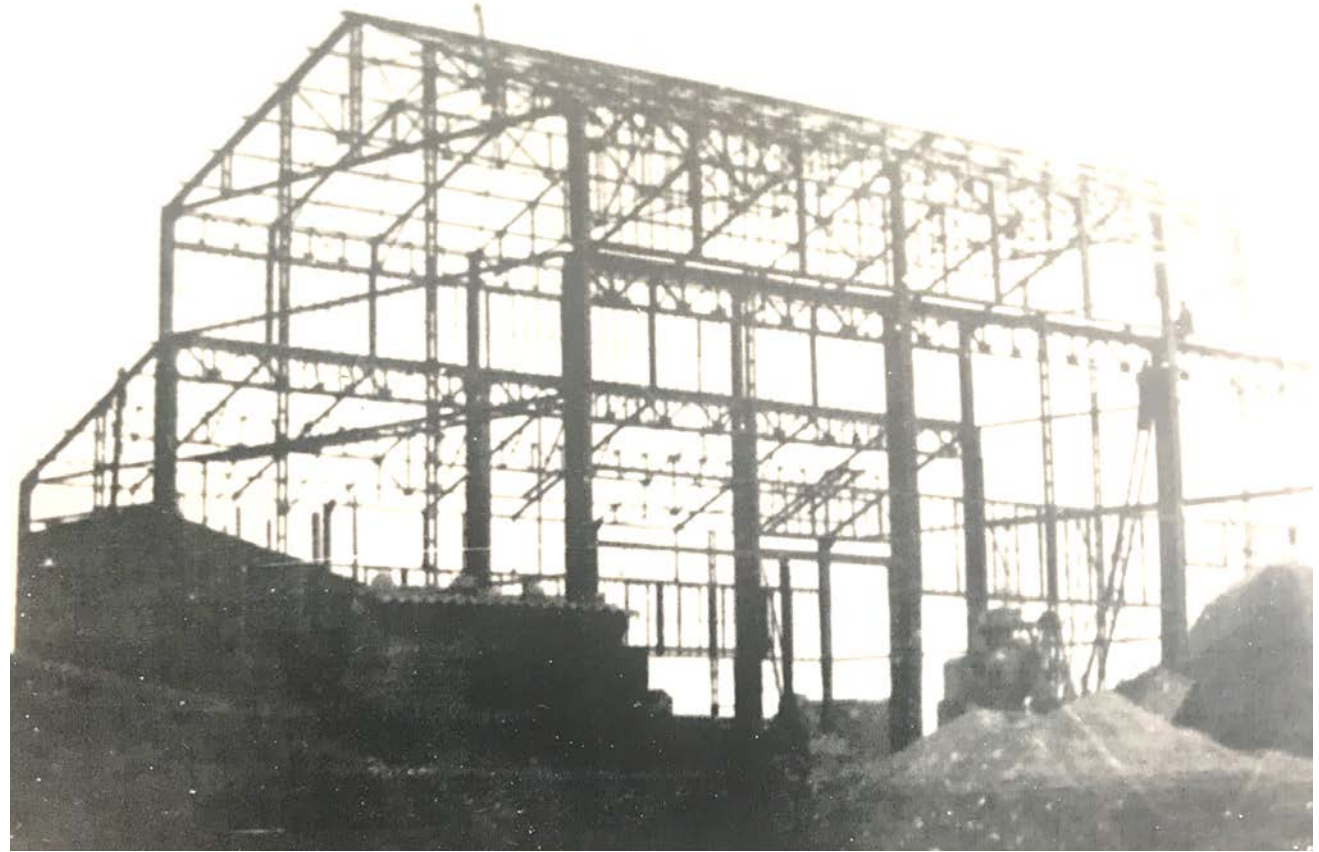
Le pragmatisme l'emporte

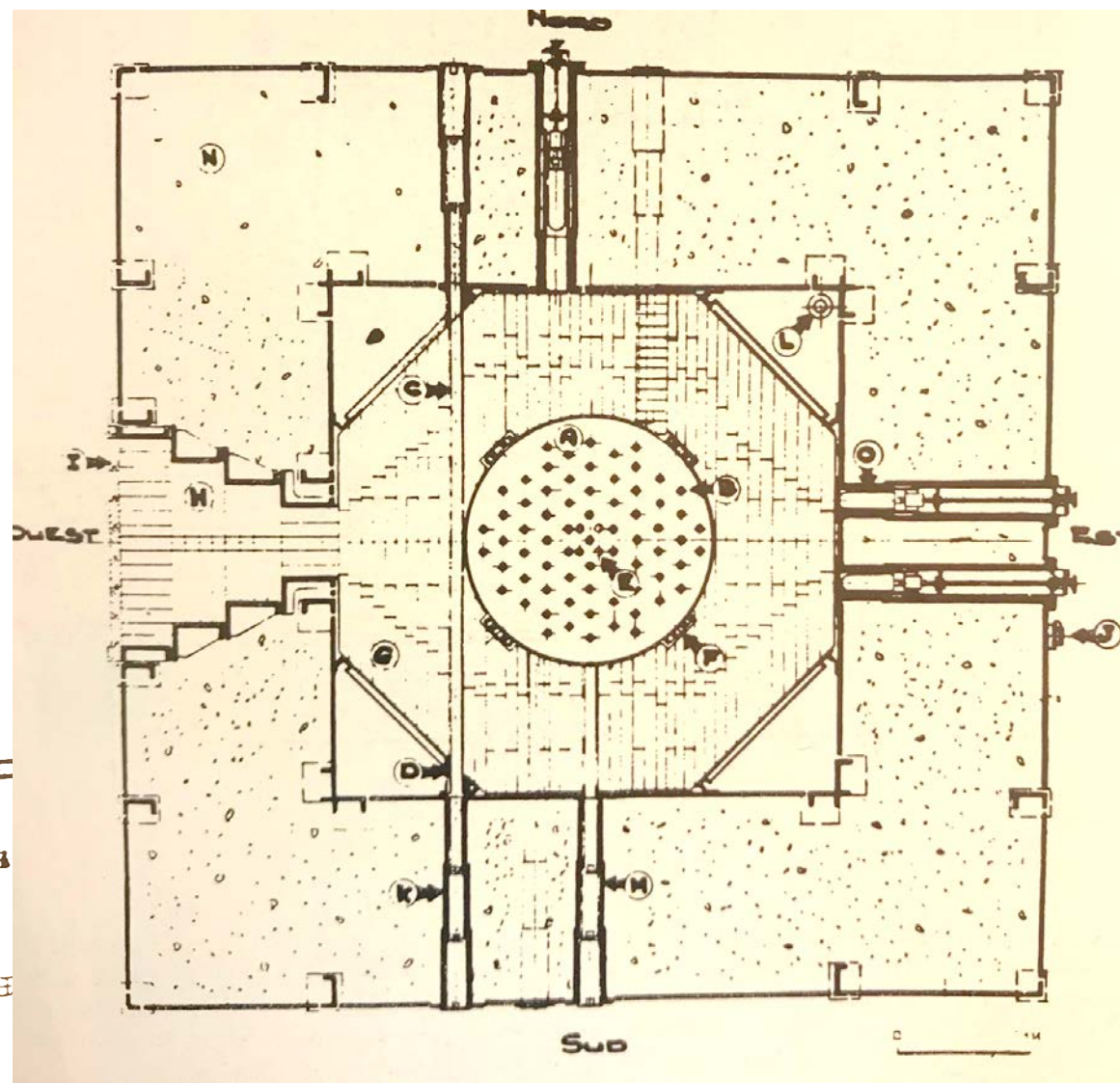
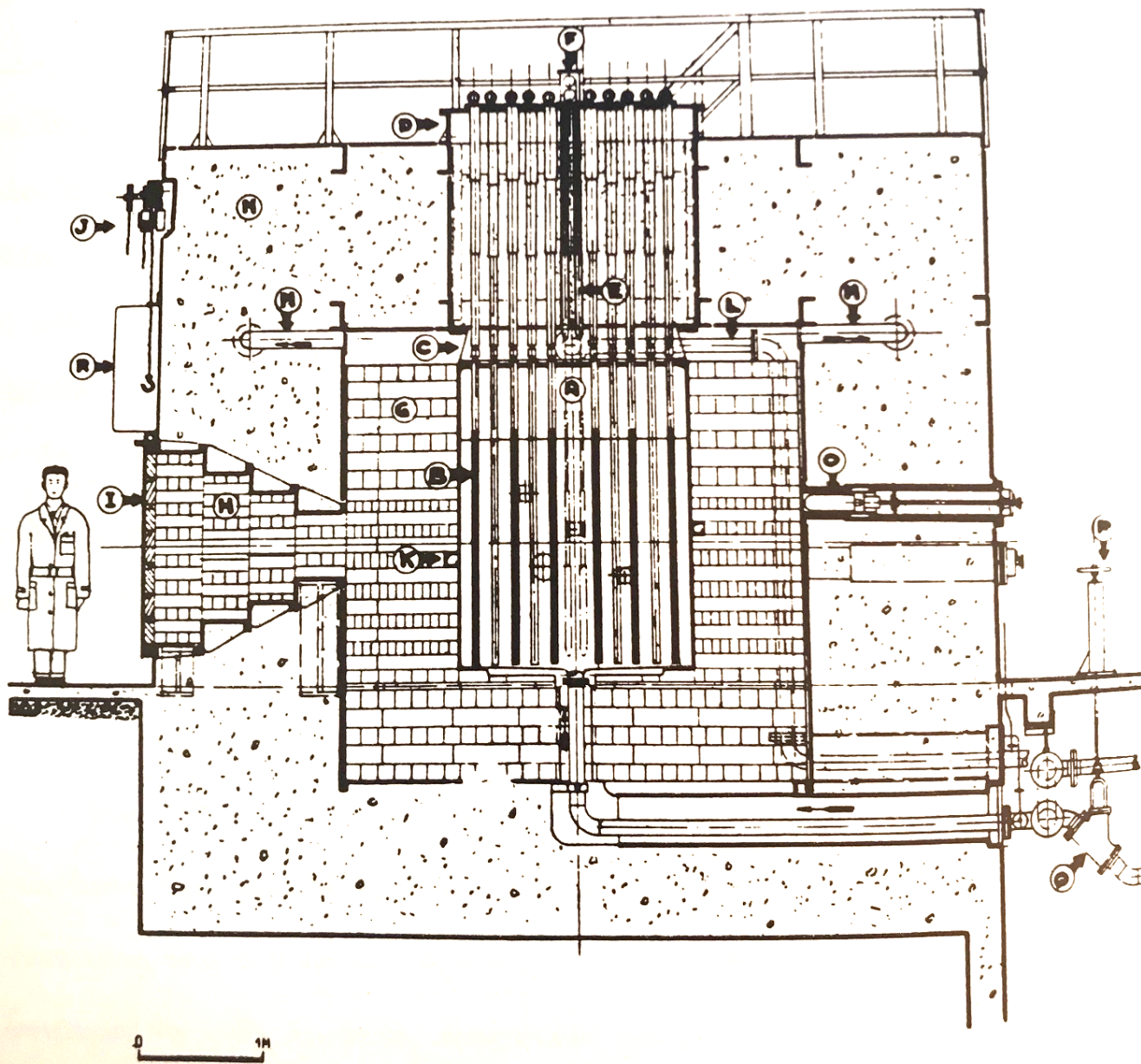
Fontenay-aux-Roses sera le royaume du bricolage et de l'imagination. Il faut faire vite et se satisfaire de casemates sombres et humides, de hangars agricoles, et de beaucoup de matériel de récupération.. Un réservoir humain formidable va se constituer auprès de ZOE et des laboratoires de Fontenay-aux-Roses jusqu'à la mise en service de Saclay en 1952.





**Hall, d'environ vingt mètres sur vingt, muni d'un pont roulant.
Ce bâtiment fut construit en huit mois sur l'emplacement
d'une butte arasée dans l'intérieur du Fort de Châtillon**





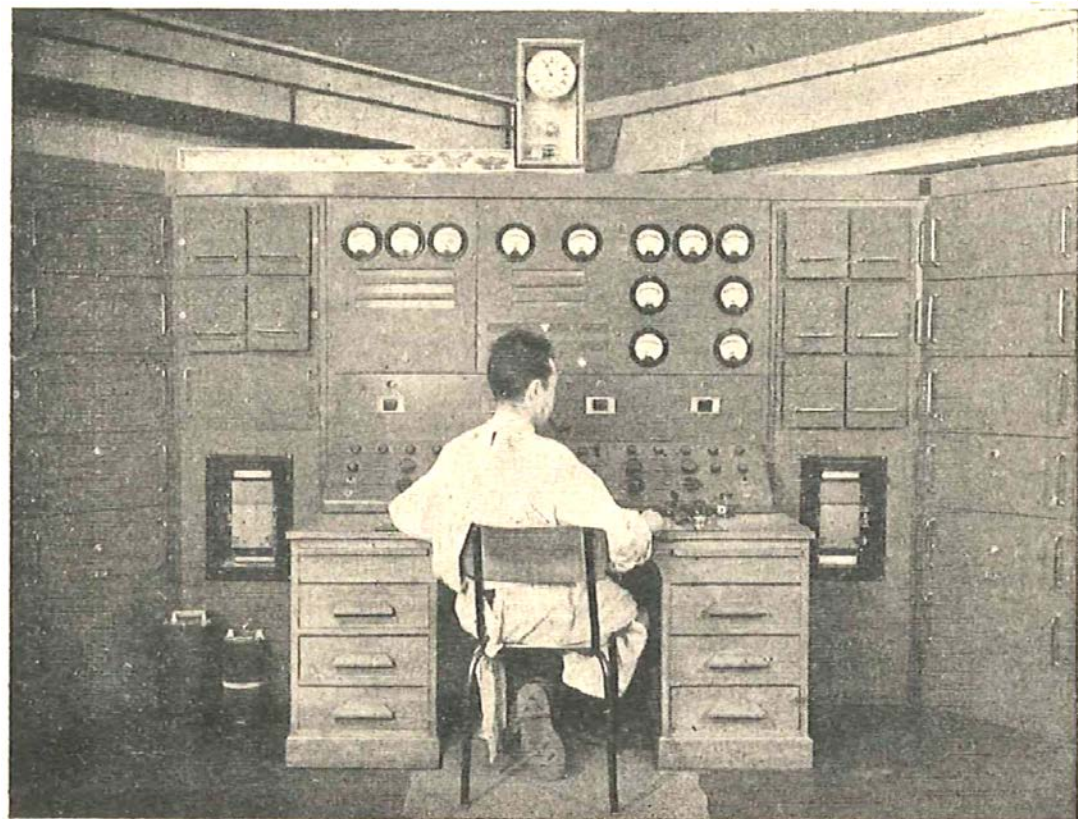
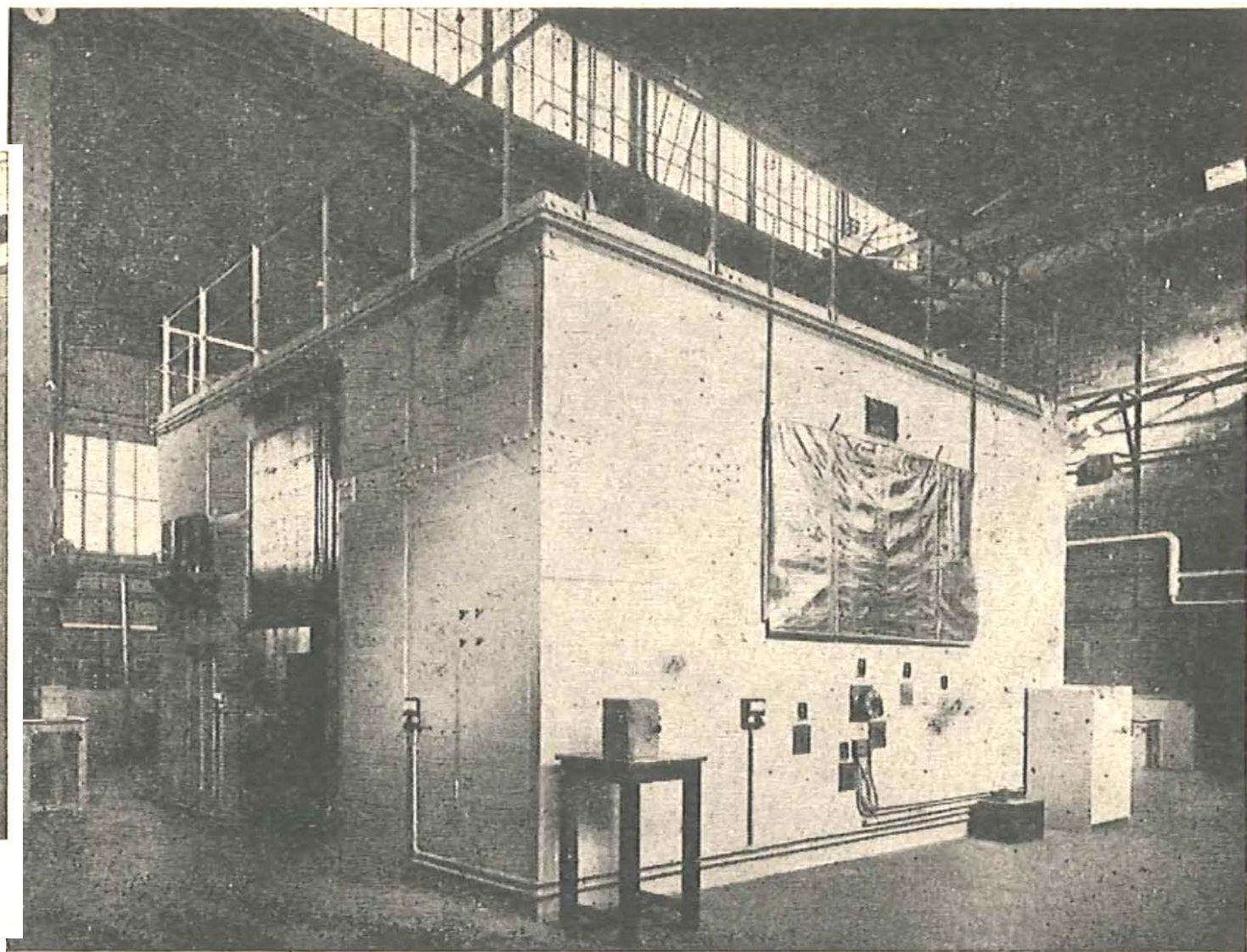


Tableau de contrôle de « Zoé »
(Archives du Collège de France)



La pile « Zoé »
(Archives du Collège de France)

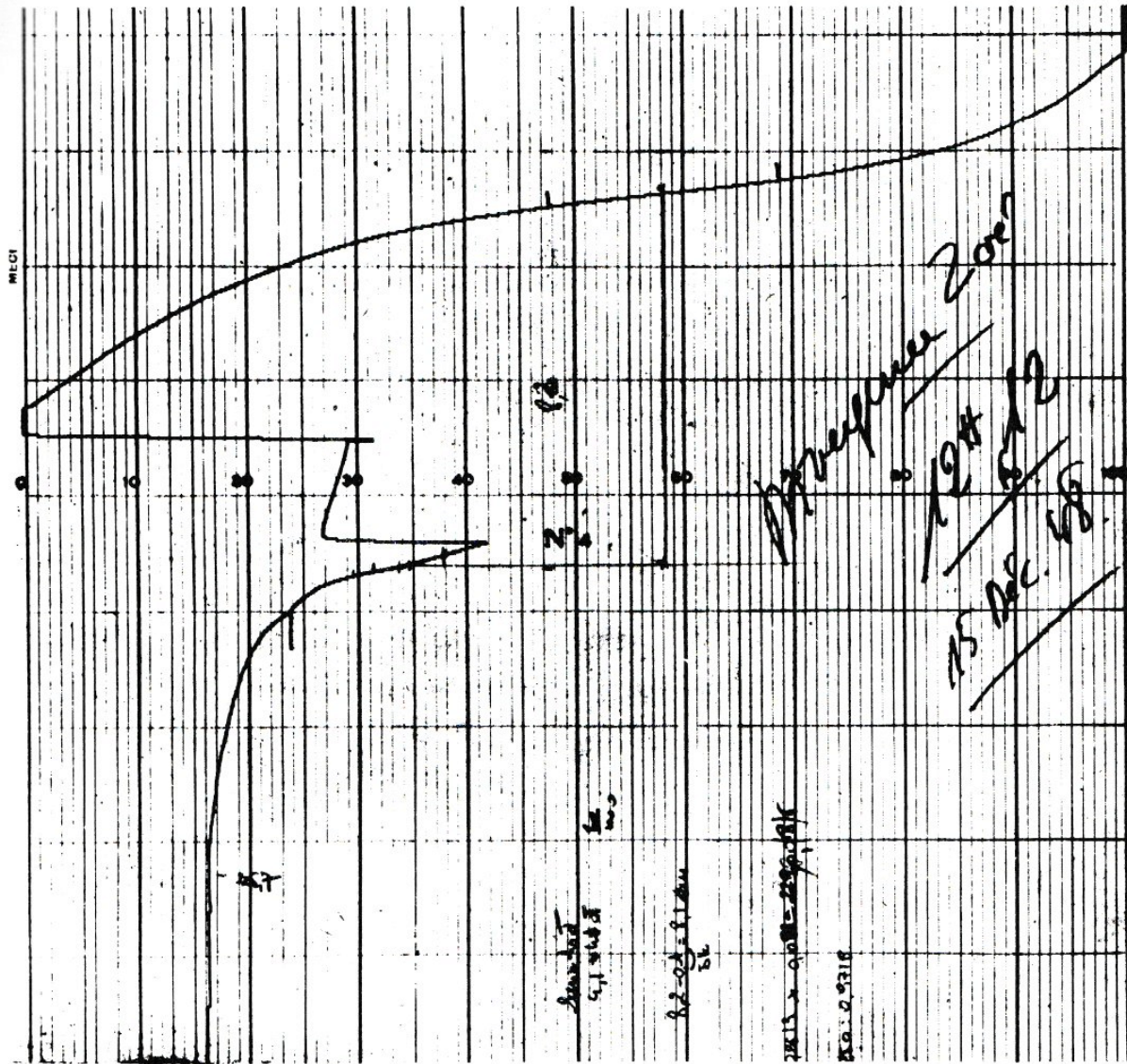
**Le 15 premiers réacteurs
 du monde
 10 américains 1942/1946
 1 russe 1945
 1 canadien 1947
 2 anglais 1947/1948
 Et ZOE 1948**

1	- CP1	CHICAGO (USA)	1942	Première réaction en chaîne
2	- CP2	ARGONNE Lab. (USA)	1943	
3	- X10	OAK RIDGE (USA)	1943	
4	- LOPO - HYPO SUPO	LOS ALAMOS (USA)	1944	Premier réacteur à uranium enrichi
5	- CP3	ARGONNE Lab (USA)	1944	Premier réacteur à eau lourde
6	- 105 BECDR.	HANFORD (USA)	1944	
7	- HEW 305	HANFORD (USA)	1945	
8	- ZEEP	CHALK RIVER (Canada)	1945	
9	- PSAR	MOSCOU (USSR)	1945	
10	- CLEMENTINE	LOS ALAMOS (USA)	1946	Premier réacteur à Neutrons Rapides
11	- NRX	CHALK RIVER (Canada)	1947	
12	- GLEEP	HARWELL (GB)	1947	
13	- BEPO	HARWELL (GB)	1948	
14	- ZOÉ	CHATILLON (France)	1948	

Livre de bord tenu par Joliot-Curie 15 décembre 1948 Divergence à 12h12

Heure	Niveau com	AFs			Y 3 Fg	Parcours marche AFs		D.E. en	Tatou		Observation
		1 kg	2 rad	3 Fg		4 rad	5 rad		1, 2, 3	2, 3, 1	
7 ^h 11	0	0	0	0				0	0	0	Remise en marche pompe <u>montré marche pompe</u> après 20 min de arrêt sans visite au fond niveau
7 ^h 22	0										
7 ^h 30	177	0	0	0				16	0	0	
7 ^h 45	331	0	0	0				16	0	0	
8 ^h 0	476	0	0	0				16	0	0	
8 ^h 15	629	0	0	0				16	0	0	
8 ^h 30	782	0	0	0				16	0	0	
8 ^h 45	935	0	0	0				16	0	0	
9 ^h	1090	0	0	0				16	0	0	
9 ^h 15	1245	0	6	0				16	0	0	
9 ^h 30	1398	0	6	0				16	0	0	
9 ^h 51	1408	0	6	0				16	0	0	
9 ^h 52	1408	0	6	0				16	0	0	
9 ^h 53	1408	0	6	0				16	0	0	
9 ^h 54	1408	0	6	0				16	0	0	
9 ^h 55	1408	0	6	0				16	0	0	
9 ^h 56	1408	0	6	0				16	0	0	
9 ^h 57	1408	0	6	0				16	0	0	
9 ^h 58	1408	0	6	0				16	0	0	
9 ^h 59	1408	0	6	0				16	0	0	
10 ^h 0	1408	0	6	0				16	0	0	
10 ^h 17	1472	1	18	-5,2	89			8	0	0	Remise en route pompe arrêt 9 ^h 55 après 20 min de arrêt Remise en route 10 ^h 17
10 ^h 32	1606	1,5	1,5	-3,8	147			25	0	0	Arrêt pompe 10 ^h 32 Remise 10 ^h 46 en route
10 ^h 46	1696	3,5	3,5	-3,2	234			45	0	0	Arrêt pompe 10 ^h 55 Remise en marche 11 ^h 3 pompe
10 ^h 55	1678	3,5	3,5	-3,2	234			45	0	0	Arrêt 11 ^h 10 Remise en route 11 ^h 15
11 ^h 5	1737	8,0	9,5	-2,6				100	E	C	Arrêt 11 ^h 10 Remise en route 11 ^h 15
11 ^h 15	1770	3,2	5,26	-1,7	1410			25 250	1,5	1,5	Arrêt 11 ^h 18 Remise en route 11 ^h 18
11 ^h 28	1780	7,0	5,2	-0,8	2423			50 500	2,5	2,5	Arrêt 11 ^h 30 Remise en route 11 ^h 36
11 ^h 30	1780	7,0	5,2	-0,8	2423			50 500	2,5	2,5	Arrêt 11 ^h 30 Remise en route 11 ^h 36
11 ^h 36	1789	180	150	+1,2	X			6	8,0	8,0	Arrêt 11 ^h 37 à 11h37 donne indication comme fonctionnement - Indication Divergence! On attend que l'eau de niveau tombe Divergence 11 ^h 37 et arrêt 11 ^h 38 am Joliot
11 ^h 57	1789	180	150	+1,2	X			6	8,0	8,0	à 11h37 donne indication comme fonctionnement - Indication Divergence! On attend que l'eau de niveau tombe Divergence 11 ^h 37 et arrêt 11 ^h 38 am Joliot
12 ^h 12	1794										à 11h37 donne indication comme fonctionnement - Indication Divergence! On attend que l'eau de niveau tombe Divergence 11 ^h 37 et arrêt 11 ^h 38 am Joliot
12 ^h 19	1799										à 11h37 donne indication comme fonctionnement - Indication Divergence! On attend que l'eau de niveau tombe Divergence 11 ^h 37 et arrêt 11 ^h 38 am Joliot

Le Divergence de 12h12 est de 12h12
Le Divergence de 12h12 est de 12h12
Le Divergence de 12h12 est de 12h12



Le document ici reproduit appartient à Jacky WEILL.

C'est le diagramme d'enregistrement de la divergence du réacteur ZOÉ.

On peut voir en partant du bas :

Retrait des barres et évolution de la puissance jusqu'à la coordonnée 40.

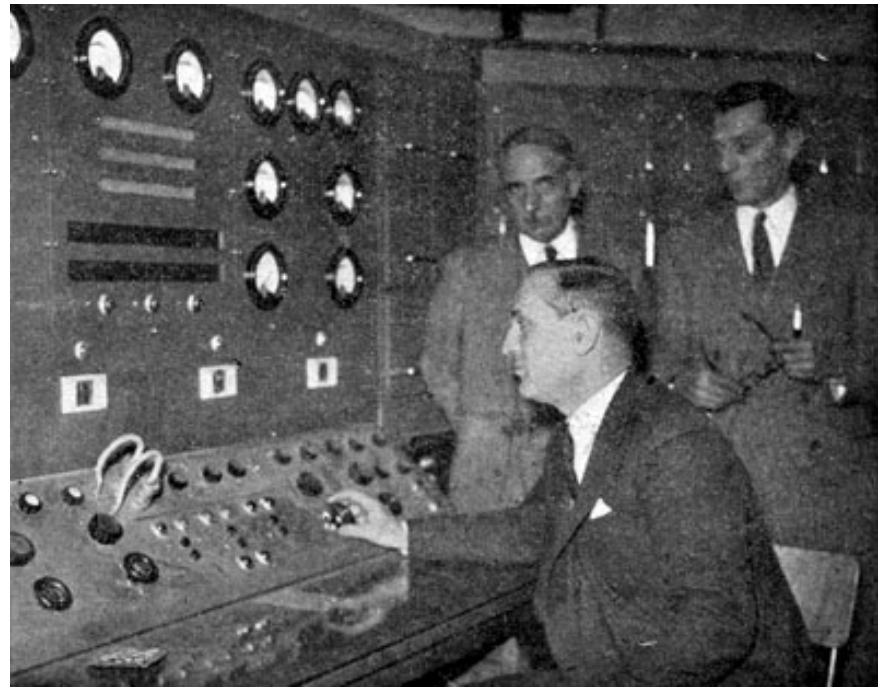
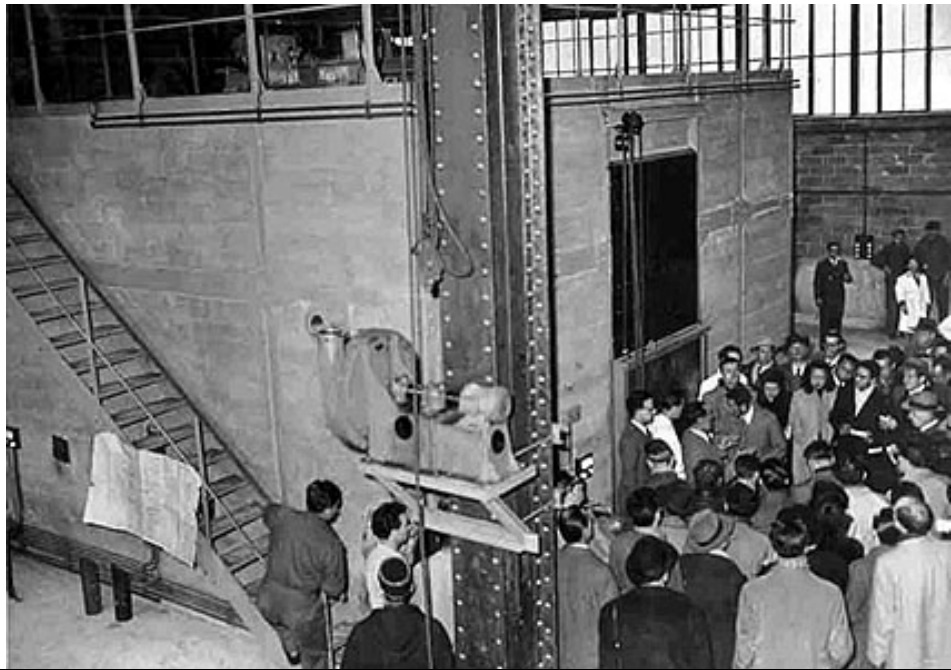
Baisse des barres et introduction d'eau lourde jusqu'à la coordonnée 27.

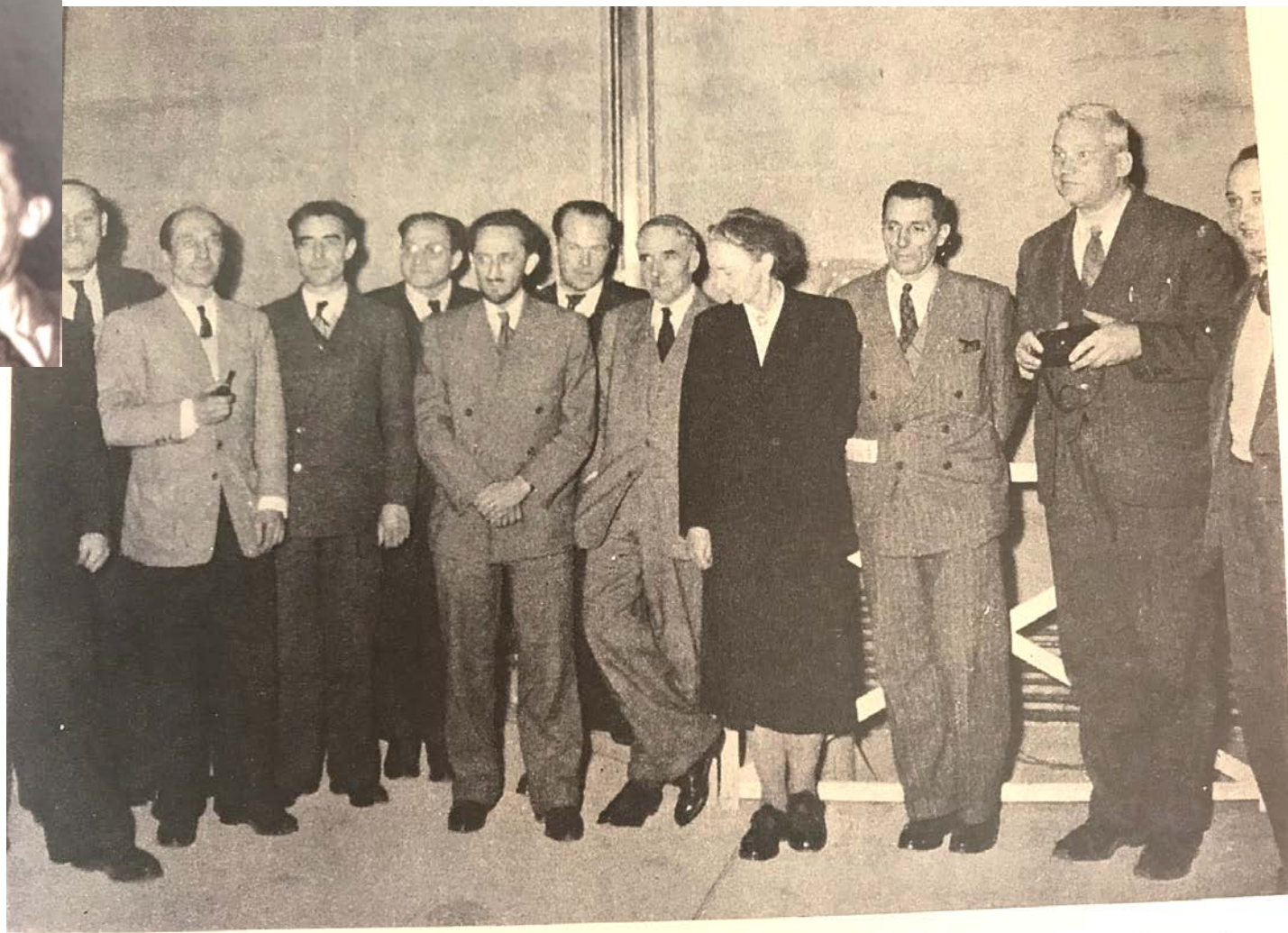
Remontée légère des barres et évolution de la puissance jusqu'à la coordonnée 29.

Baisse des barres et introduction d'eau lourde jusqu'à la coordonnée 0.

Lever des barres et divergence de ZOÉ.







Y. M. G. - G. STROH - PEBBIN - STOHR - DAUTRY - Mme JOLIOT-CURIE

"Voici
 Zoé"
 dans
 PREMIÈRE PILE ATOMIQUE FRANÇAISE

DÉCEMBRE 1949, DATE HISTORIQUE
 hier à 12 h. 12
 première pile
 atomique française
 mettait en marche

PREMIÈRE PILE ATOMIQUE DU CONTINENT
 ZOÉ FABRIQUERA
 FORME PUISSANTE
 CANCER
 ZOÉ, bioactif
 LA PILE DE CHATILLON
 AURA

née de cinq jours
 ZOÉ recevait hier
 dans son berceau austère
 un haut-parleur traduisait ses vagissements
 mystérieux

Un **SEINDA**
 MÈRE DE TOUTES LES PILES
 ATOMIQUES FRANÇAISES
 ZOÉ A "REÇU"
 HIER, AU FORT DE CHATILLON
 mais n'a pas dévoilé ses dessous

REFLEXIONS BRITANNIQUES
 sur la naissance
 de la pile atomique de Châtillon

par **Émile CONDOYER**

(De notre bureau de Londres)

Londres, 27 décembre. — L'Europe sera de nouveau
 témoin de la naissance d'une nouvelle pile atomique française, qui sera
 portée à bout de certains renseignements, la pile de Châtillon
 a été mise en marche hier à 12 h. 12.
 La nouvelle pile atomique française

première pile atomique du continent

Au printemps 1949 que la puissance fut portée à la valeur maximum d'une dizaine de kilowatts de chaleur dégagée, puissance que l'on pouvait maintenir sans échauffement excessif de la pile, refroidie seulement par une aspiration d'air circulant entre la cuve et le réflecteur

Bertrand GOLDSCHMIDT, aboutit le 20 novembre 1949 à la préparation à l'état de sel pur d'un premier milligramme de plutonium, et au total une dizaine de milligrammes furent effectivement extraits du barreau traité. Cette petite quantité suffisait pour que les chimistes français puissent commencer à s'initier à la chimie du plutonium

Préparation de l'étape suivante: Saclay

Service des Accélérateurs l'étude et la construction :

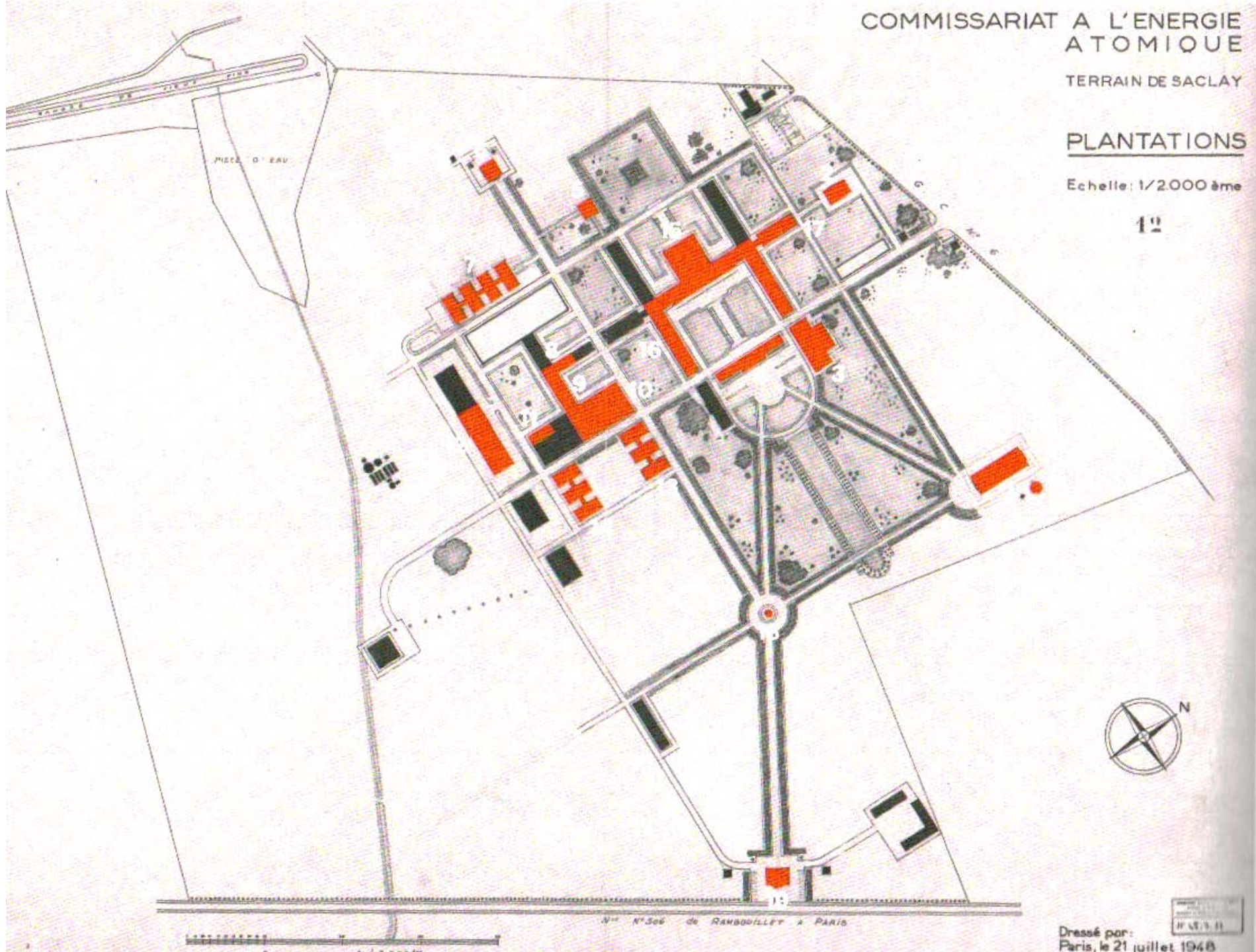
- **D'un cyclotron pouvant produire des particules d'environ 25 millions d'électron-volts ;**
- **D'un accélérateur électrostatique de haute précision (type Van de Graaf) devant permettre d'obtenir des particules de quelques millions d'électron-volts.**
- **Enfin, pour aborder le problème essentiel pour l'avenir, de l'approvisionnement en uranium, la création d'un Département des Recherches et Exploitations Minières (D. R. E. M.) fut décidée. Il fut confié initialement à un ingénieur en chef des Mines, M. SAVORNIN**
- **La construction d'une pile plus puissante**

Auguste Perret
L'architecte de Saclay
Un grand chantier
De nombreux conflits
Une forte volonté
Une vision du futur

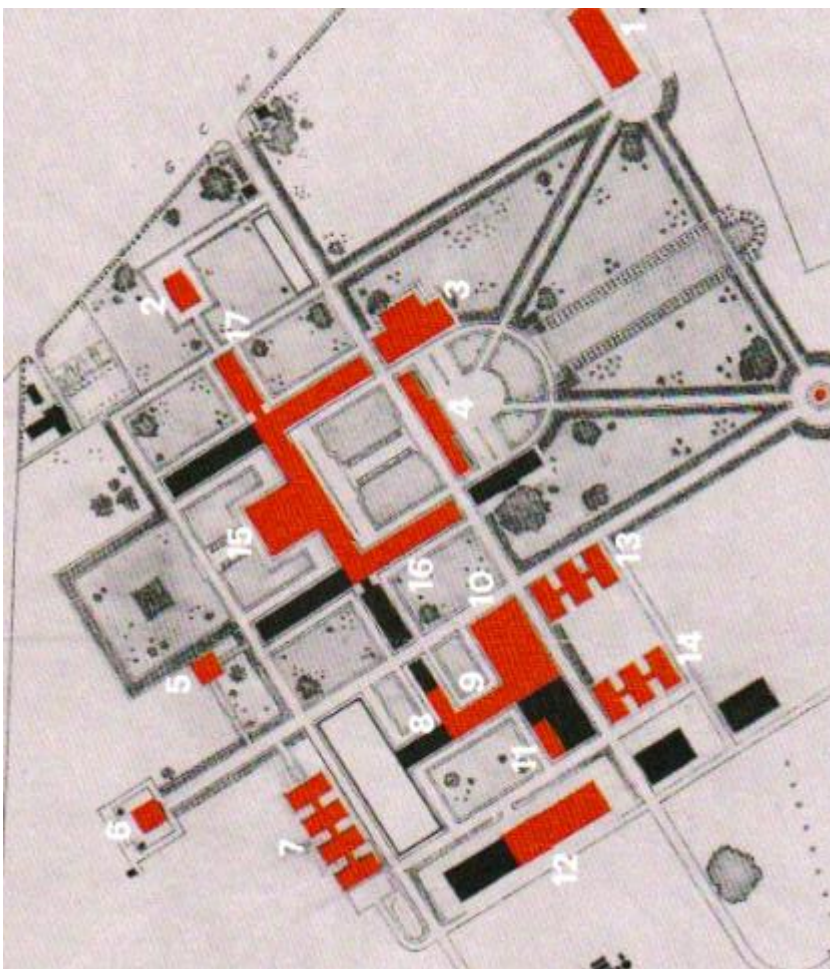


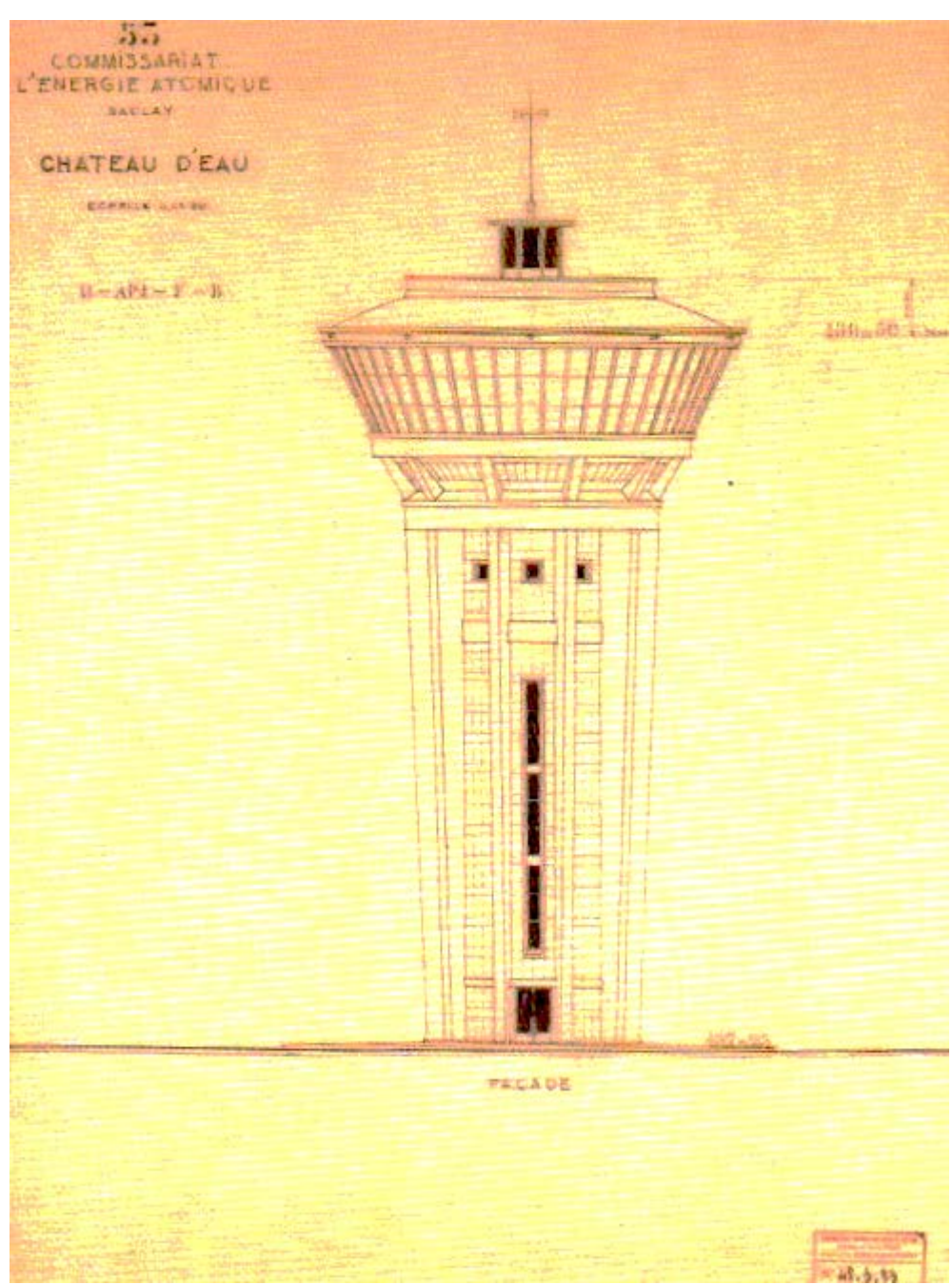
Saclay

Un ensemble ambitieux



1958



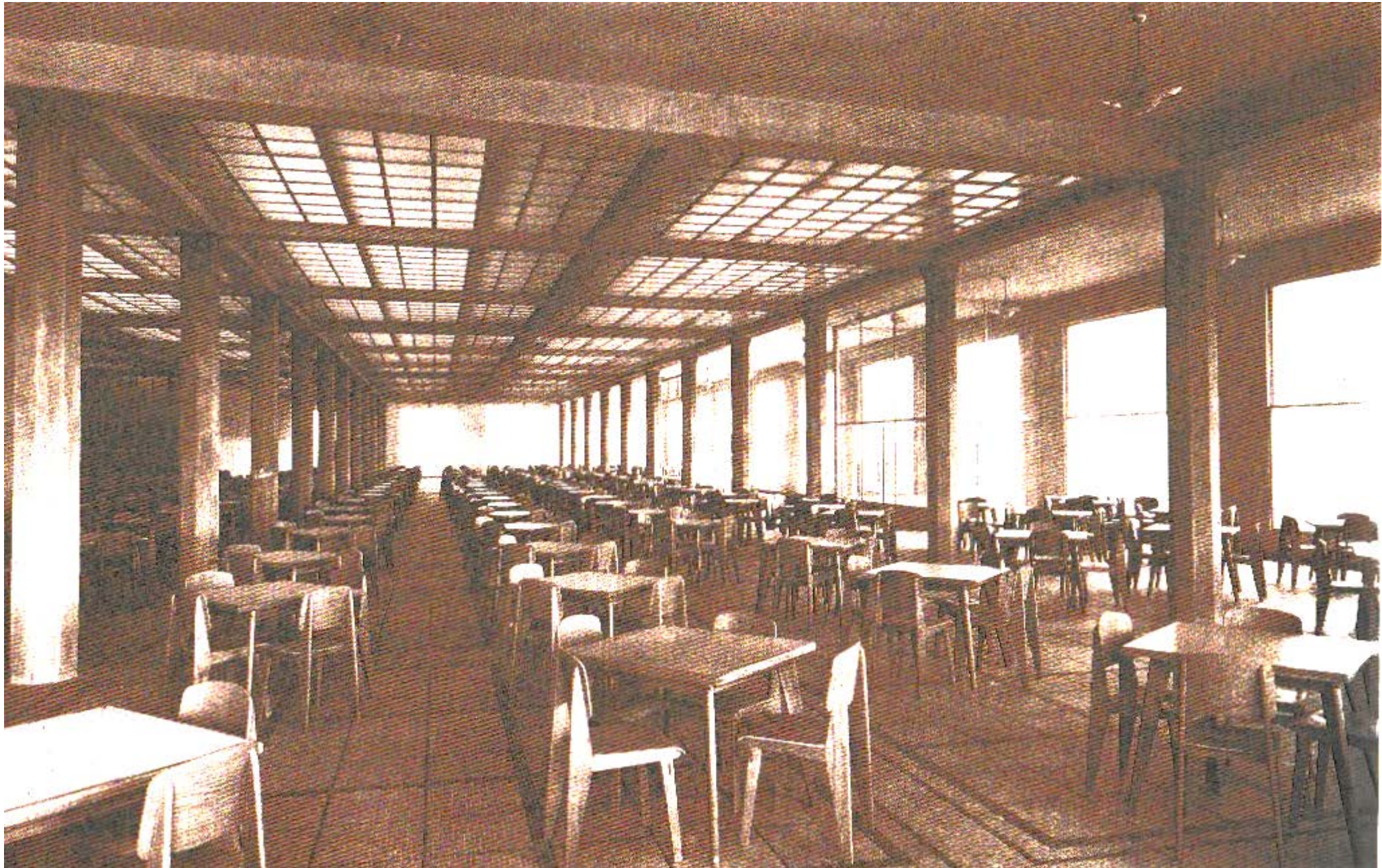




Gueron revient en France début 1946 et participe avec [Lew Kowarski](#) et [Bertrand Goldschmidt](#) à la création du [Commissariat à l'énergie atomique](#) (CEA). Il assume d'abord la direction du service de Chimie générale. Il sera le premier directeur du [Centre d'études nucléaires de Saclay](#) (1951).



Le bâtiment en H à la fin des années 50



Groupe d'habitation
Énergie Atomique

1 exemplaire joint au
dossier et adressé à la
Préfecture de
21-8-1952

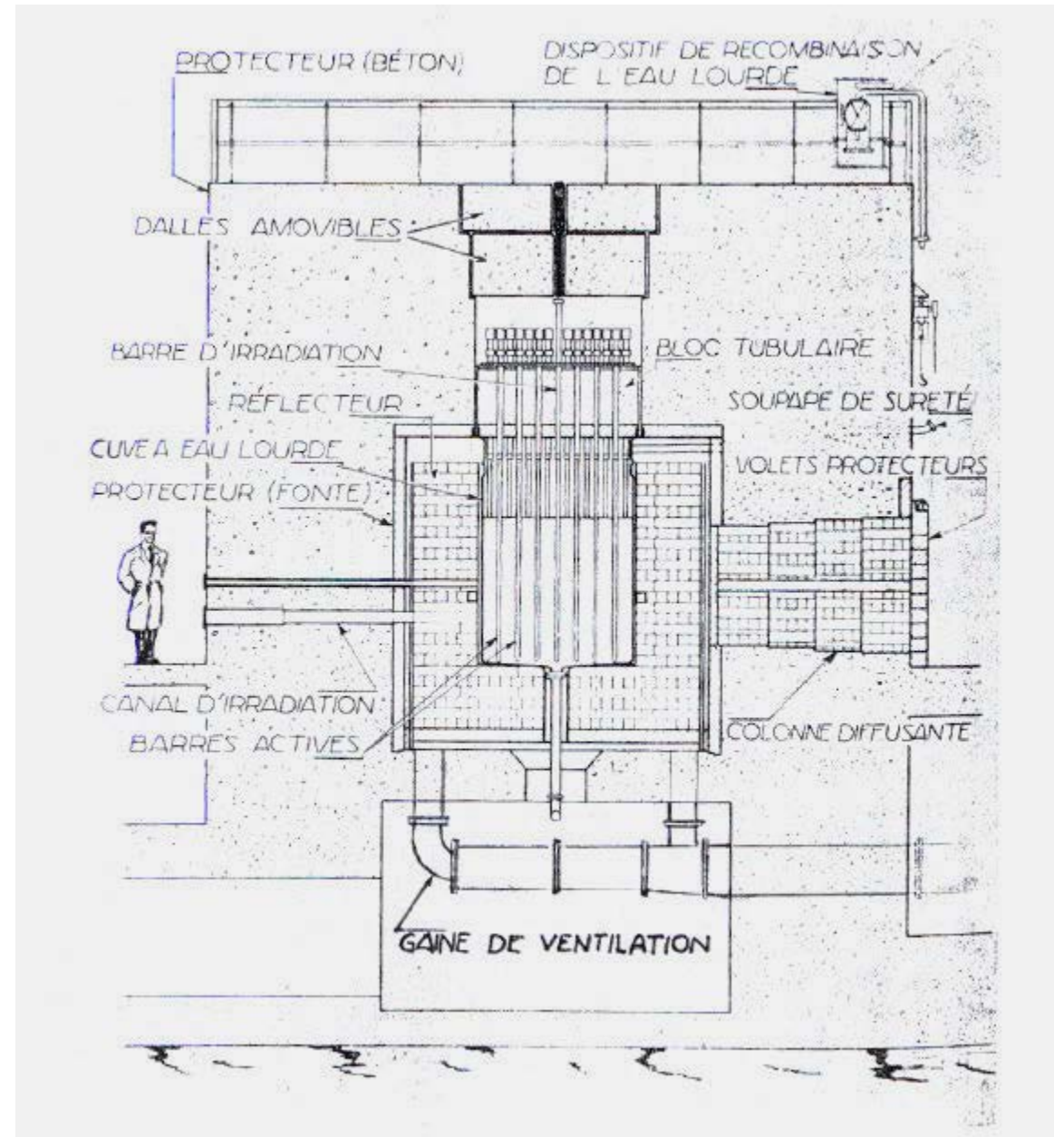
Logement

Groupe d'habitations pour
le personnel de l'Énergie Atomique
Le conseil municipal donne avis favorable pour
l'autorisation de construction d'un groupe d'habitation
pour le personnel de l'énergie atomique -
Il ne pourrait d'ailleurs formuler d'autre avis attendu
que le groupe en question est entièrement construit et
prêt à recevoir ses occupants en octobre prochain.

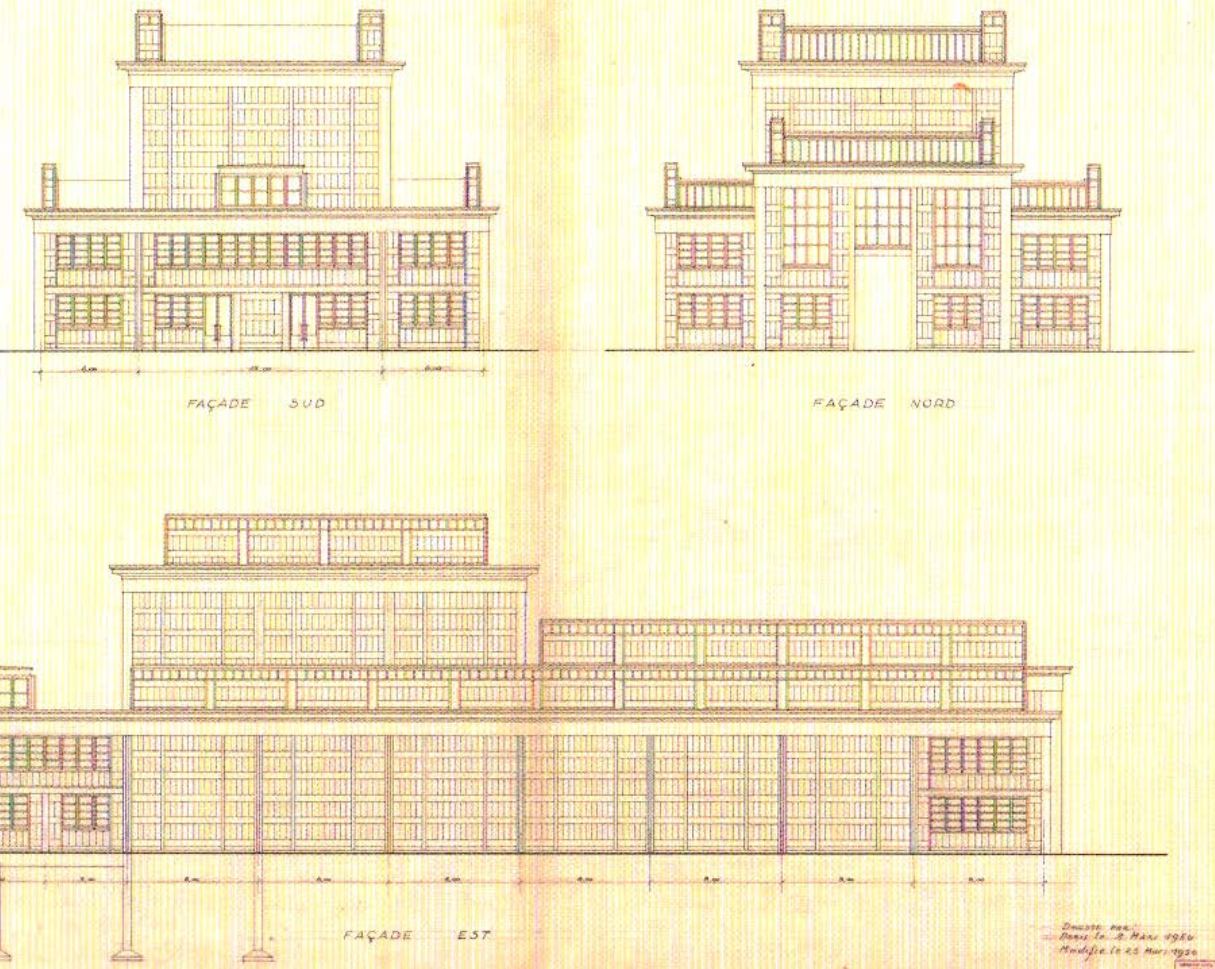
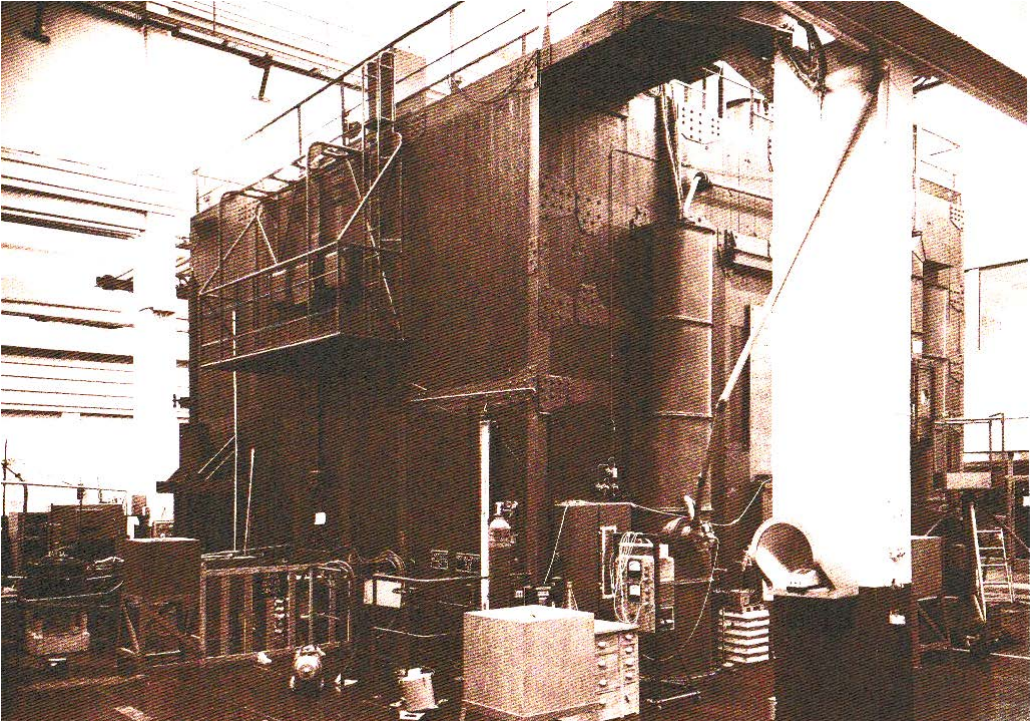
21 août
1952

**Le conseil municipal donne avis favorable pour
l'autorisation de construction d'un groupe
d'habitations pour le personnel de l'énergie atomique
Il ne pourrait d'ailleurs formulé(sic) d'autre avis
attendu que le groupe en question est entièrement
construit et prêt à recevoir ses occupants en octobre
prochain**

EL2
La première pile de
puissance
2,8 MW
3 t d'UO₂
6t d'eau lourde

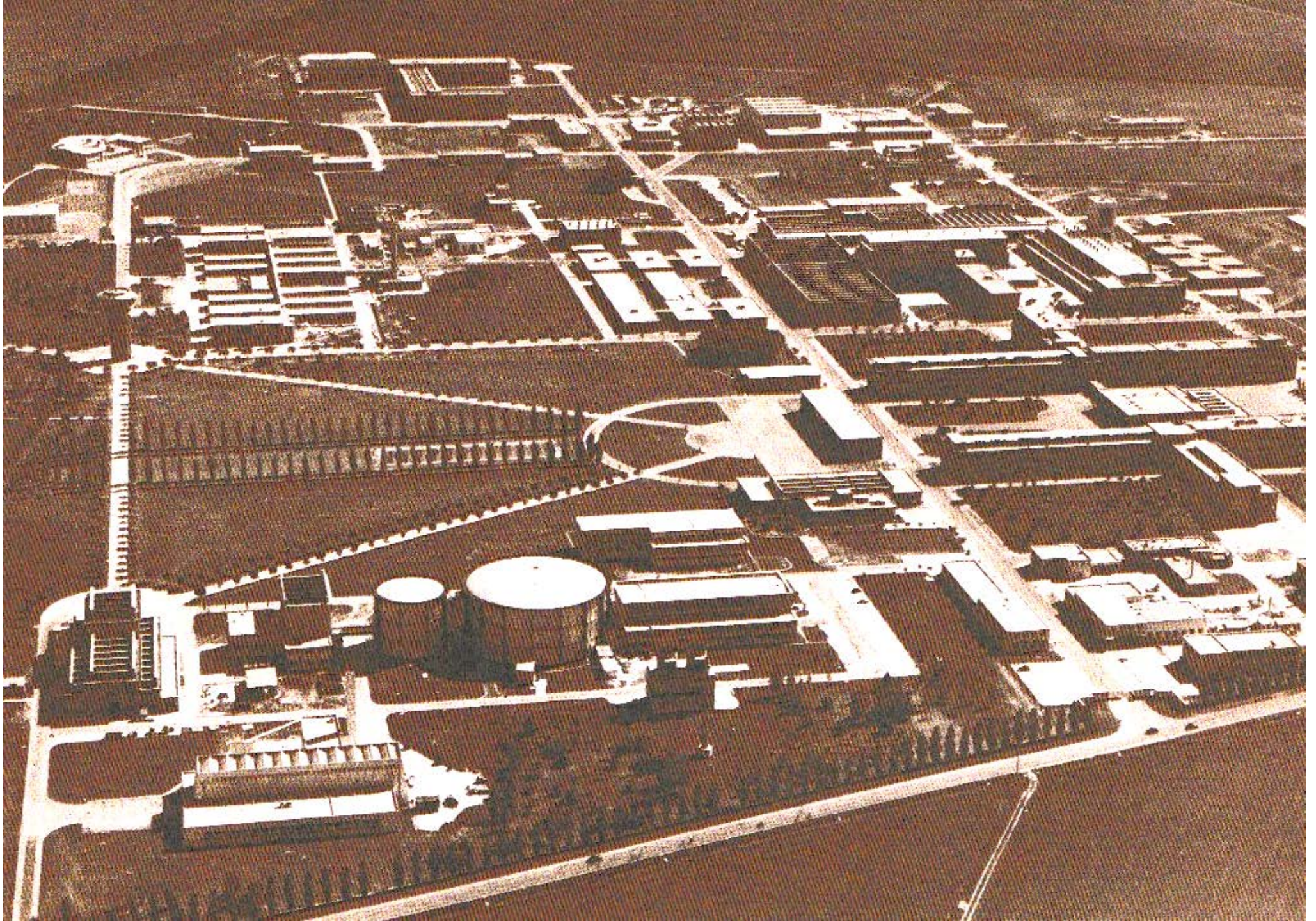


La pile EL2

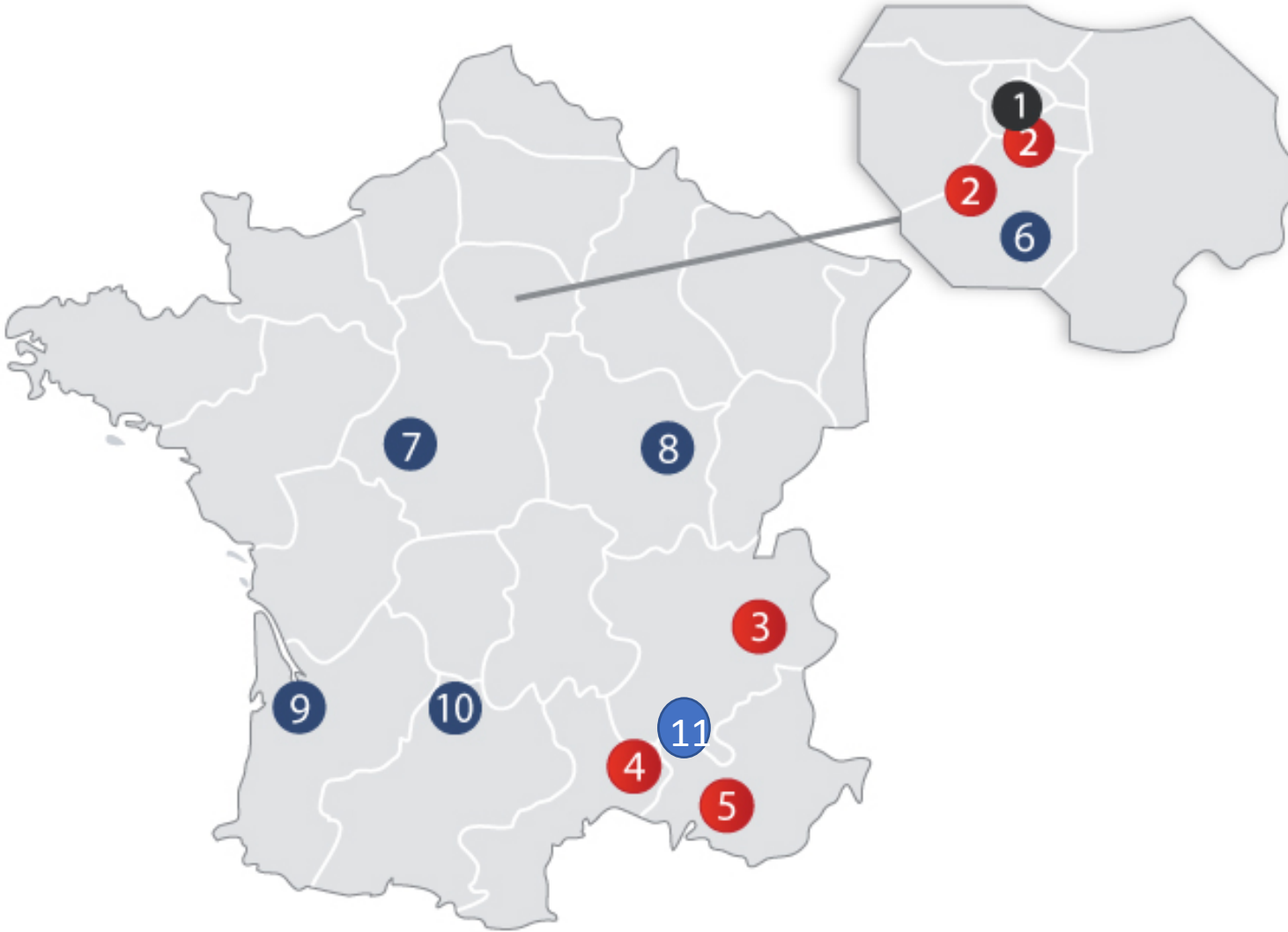


Une architecture Perret
Un instrument CEA

1960



Le CEA se déploie en 10/15 ans



❶ FAR : SOCIAL 1947

CENTRES D'ÉTUDE CIVILS

❷ Paris-Saclay 1950/1953 Louis Néel
établissements de Fontenay-aux-Roses
et de Saclay

❸ Grenoble 1956/1958 Louis Néel

❹ Marcoule 1956/1958

❺ Cadarache 1959/1963

CENTRES POUR LES APPLICATIONS MILITAIRES

❻ DAM Ile-de-France 1955

❼ Le Ripault 1961

❽ Valduc 1957

❾ Cesta 1965

❿ Pierrelatte 1960

⓫ Limeil 1955

Et les établissements industriels de La Hague, Marcoule, Pierralatte, EDF et CEA/DAM

Atoms for peace

- Discours d'Eisenhower devant l'Assemblée des nations unies le 8 décembre 1953
- Promotion des utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire
- Mais dans le même temps lancement d'un programme américain de dissuasion nucléaire visant à augmenter l'arsenal des Etats-Unis
- Le 30 août 1954 le Congrès adopte l'Atomic Energy Act afin de faciliter l'exportation de technologies et de matériels nucléaires. La fourniture d'informations et de matériels fissibles à des pays étrangers est désormais autorisées sous réserve du contrôle de leurs usages
- Déclassification de nombreux documents
- Le 6 septembre 1954 le président Eisenhower inaugure la première pierre de la première centrale nucléaire civile alimentée par le [réacteur nucléaire de Shippingport](#) (les soviétiques avaient mis en route leur première centrale nucléaire civile à [Obninsk](#) le 24 juin de la même année). Mise en service le 2 décembre 1957
- 1955: Première conférence internationale sur l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire
- L'[Agence internationale de l'énergie atomique](#) (AIEA) est fondée le 29 juillet 1957