

# **société industrielle de combustible nucléaire**

*Société Anonyme  
au capital  
de 30 millions de francs*

## **siège social**

*head office*

4, rue du Radar, 74008 Annecy

## **direction générale services commerciaux**

*general management  
commercial department*

157, avenue Charles-de-Gaulle, 92521 Neuilly-sur-Seine  
Tél. (1) 747.51.00 - télex 62.288

## **usines**

*plants*

B.P. n° 343, 74008 Annecy  
Tél. (50) 57.17.03 - télex 30.743

B.P. n° 1, 38113 Veurey-Voroize  
Tél. (76) 88.95.11 - télex 32.714

La S.I.C.N., fondée en 1957, est la plus importante société française de fabrication de combustible pour réacteurs nucléaires.

Elle possède deux établissements employant 700 personnes :

- une usine située à Annecy dont la superficie couverte est de 20 750 m<sup>2</sup>,
- une usine et un laboratoire situés à Veurey près de Grenoble dont la superficie couverte est de 20 000 m<sup>2</sup> sur un terrain de 200 000 m<sup>2</sup>.

Les usines sont équipées d'importants moyens de fonderie, d'usinage, de montage et de contrôle qui permettent, dans le domaine des combustibles nucléaires, d'assurer une fabrication annuelle de :

- 1 000 tonnes de combustibles métalliques,
- 50 tonnes de combustibles à oxyde d'uranium,
- 200 ensembles de pièces de structures d'assemblages pour réacteurs surrégénérateurs.

Pour la fabrication des pastilles d'oxyde d'uranium, la S.I.C.N. possède une chaîne expérimentale et va mettre en service une chaîne d'une capacité annuelle de 100 t.

Le laboratoire dispose d'un équipement qui lui permet de faire des études technologiques et métallurgiques très poussées.



La production de série des combustibles nucléaires est une opération industrielle exigeant les mêmes soins et précautions qu'un travail rigoureux de laboratoire : la propreté nucléaire, le respect très strict des tolérances, les contrôles précis mais rapides, multipliés entre chaque stade de fabrication, faisant appel aux techniques les plus avancées. Les exigences concernant l'hygiène et la sécurité sont prises en surestimant systématiquement les risques : radioactivité, toxicité de l'uranium, en plus des risques classiques existant dans toute industrie métallurgique.

L'automatisation est très poussée pour réduire les manutentions et les manipulations, accroître la sécurité du personnel et éliminer les risques d'erreur, de détérioration du produit par choc, oubli d'une opération, etc.

La S.I.C.N. possède une installation de coulée continue sous vide de l'uranium, unique au monde, qu'elle a, elle-même, étudiée et mise au point.

Pour l'usinage de l'uranium et de l'acier inoxydable elle est équipée en matériel moderne dont plusieurs machines-outils à commande numérique.

Chaque produit est réalisé sur une chaîne de fabrication spécifique.

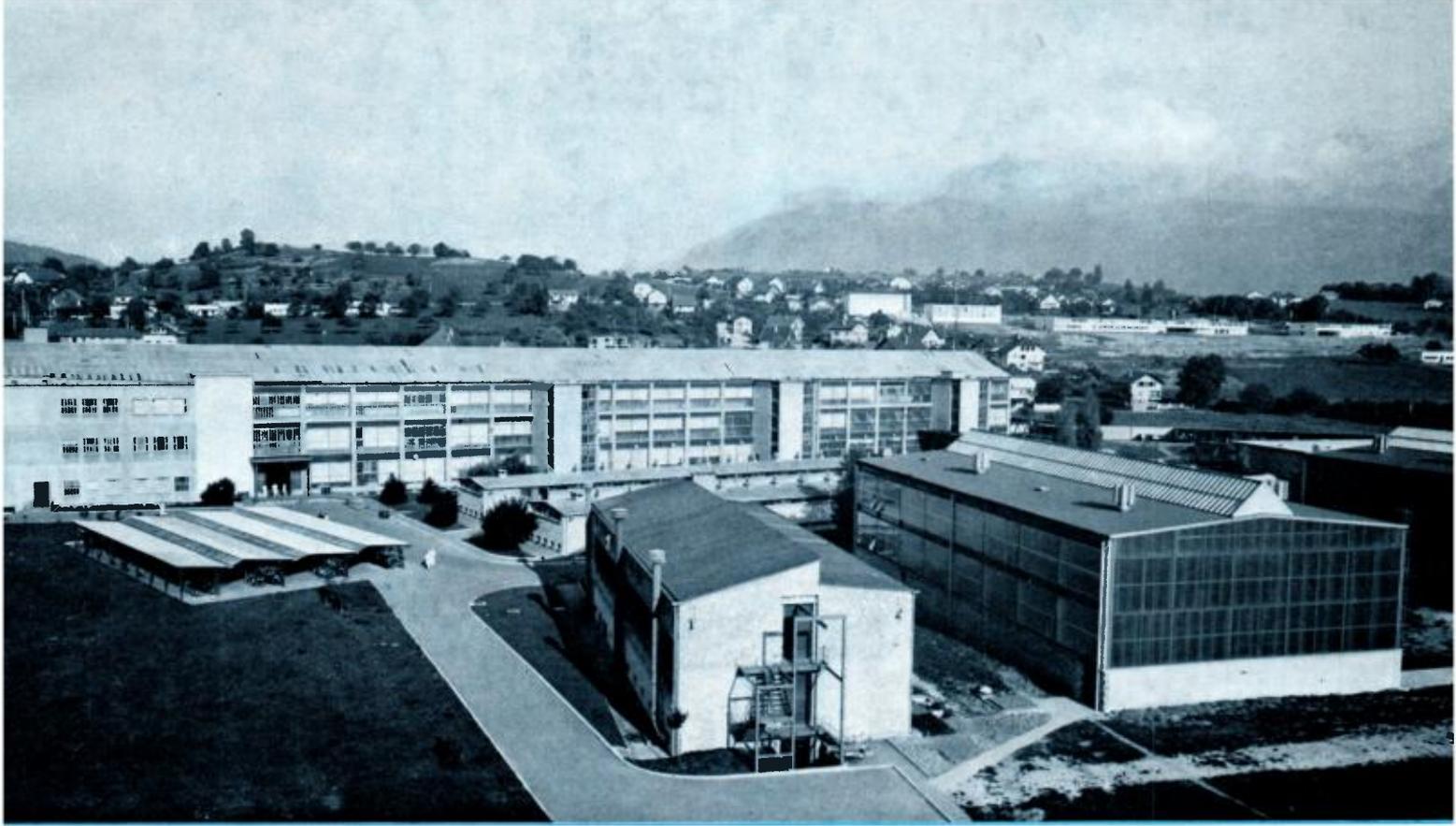
Les nombreux paramètres intervenant dans chaque opération sont mesurés, enregistrés et archivés.

Les moyens de contrôle dont dispose la S.I.C.N. sont donc importants :

- contrôle des compositions et des caractéristiques par le laboratoire de métallographie,
- contrôles par courants de Foucault,
- contrôles par gammagraphie, par radiographie, par ultra-sons,
- contrôles d'étanchéité par ressuage hélium,
- contrôles des surfaces, des dépôts et revêtements par perth-o-mètre et par rétrodiffusion des rayons  $\beta$ ,
- métrologie de précision pour laquelle des bancs de mesure ont été conçus et réalisés par le bureau d'études.

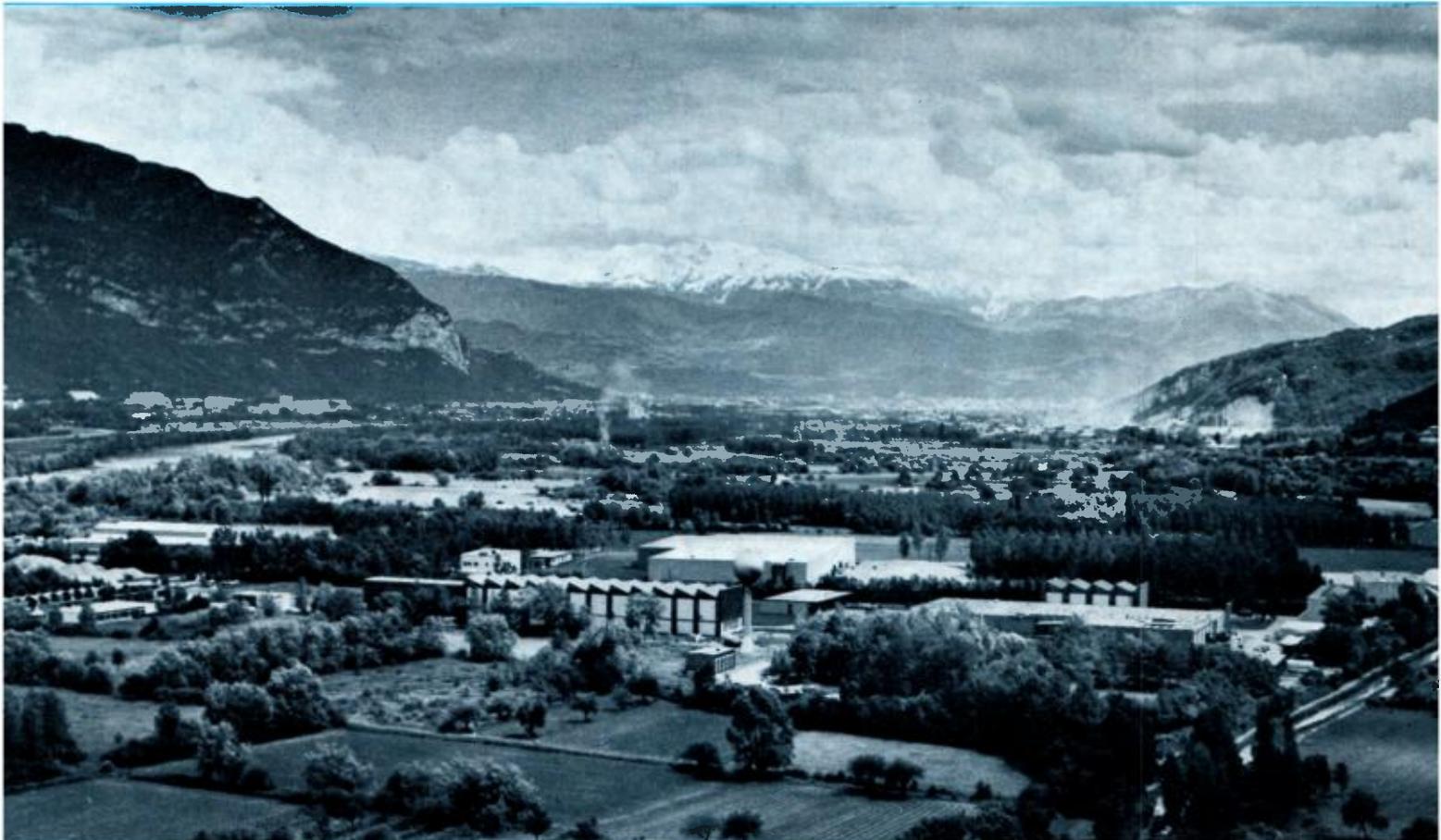
### assurance qualité

La S.I.C.N. met en action des procédures planifiées et systématiques d'assurance de qualité en cours de fabrication des pièces et après finition des éléments combustibles donnant la garantie voulue de la qualité nucléaire.



*Anney*

*Veurey*



# les activités...

La S.I.C.N. alimente tous les réacteurs français de la filière graphite-gaz : ceux de Marcoule, ceux de Chinon (E.D.F. 2 et 3), ceux de St-Laurent-des-Eaux (SL 1 et 2) et celui du site de Bugey, et, également, le réacteur espagnol de Vandellos, soit 8 réacteurs en service.

Elle a participé au chargement du réacteur italien Latina.



**Combustible  
Bugey 1  
fuel element**

# combustibles métalliques

L'organisation de la fabrication et du contrôle fait que sur plus de 2 millions de cartouches fabriquées, moins de 20 ont eu un comportement anormal dans les réacteurs, moins de 1 cartouche sur 100 000 a présenté un défaut ayant échappé au contrôle.

La S.I.C.N. a rénové les méthodes classiques de fonderie de l'uranium en moules en mettant au point un procédé de coulée continue sous vide.

Ce procédé a d'abord été étudié au laboratoire de Veurey sur une machine prototype puis, il a été mis au point industriellement sur une machine installée à Annecy.

Cette machine peut fondre unitairement plus de 3 tonnes d'uranium, le barreau coulé sort à l'air à travers un sas à vide dynamique, il est traité thermiquement au défilé et il est ensuite tronçonné au fur et à mesure, à la longueur voulue.

Le produit obtenu se caractérise par une qualité très régulière.

Cette technique, qui associe les avantages de la coulée sous vide et ceux de la coulée continue, est transposable à d'autres métaux et alliages.



*hall de fonderie*  
**Casting hall**

# combustibles céramiques

## combustibles pour réacteurs surrégénérateurs

En dehors des fabrications que le C.E.A. réalise lui-même, la S.I.C.N. assure la majeure partie des besoins des réacteurs surrégénérateurs français :

### **rapsodie**

Assemblages combustibles comportant chacun un sous-ensemble inférieur entièrement monté, équipé des aiguilles de couverture axiale basse, et un sous-ensemble supérieur partiellement monté prêt à recevoir les aiguilles fissiles au C.E.N. de Cadarache.

### **phénix**

Nombreux assemblages d'essai.

Assemblages et éléments d'assemblages pour le chargement initial du réacteur, soit :

- 225 assemblages acier de la protection neutronique latérale,
- 150 faux assemblages de cœur,
- 100 assemblages fertiles comportant 8 000 aiguilles de couverture radiale,
- 150 pieds et tubes hexagonaux d'assemblages combustibles,
- 24 000 parties d'aiguilles de cœur comportant la colonne fertile axiale basse,
- 11 000 aiguilles de cœur complètes à uranium enrichi.

Assemblages fertiles, pièces de structure et aiguilles pour assemblages combustibles destinés aux recharges.

### **masurca**

La S.I.C.N. réalise différents types de réglottes pour l'empilement critique Masurca du Centre C.E.A. de Cadarache. Plus de 100 000 réglottes ont été livrées.



*hall de montage d'aiguilles à oxyde d'uranium  
workshop for ceramic fuel rods manufacture*



*pièds d'assemblages  
Phénix*  
**support bases of Phénix  
assemblies**

**autres combustibles  
céramiques**

## **el4**

La S.I.C.N. fournit depuis 1974 la totalité des grappes combustibles, comportant des crayons à gaine Zr-Cu, destinées au réacteur à eau lourde EL 4.

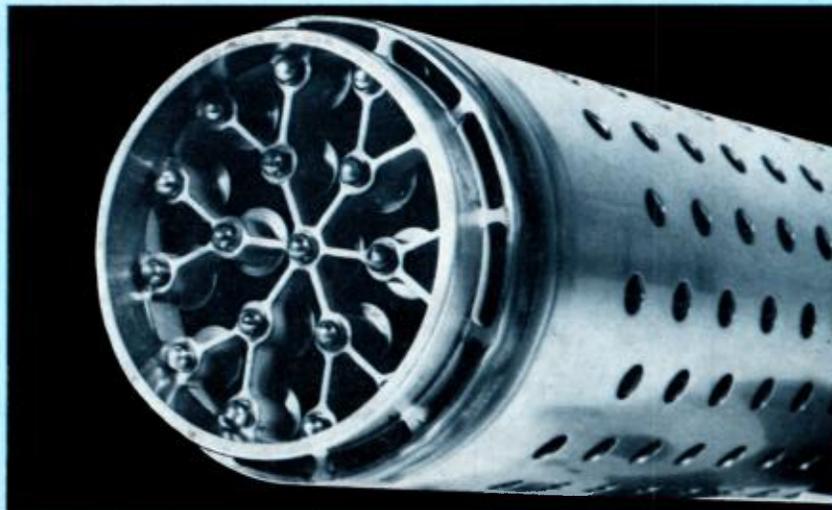
*grappe EL 4*  
**EL 4 fuel element**

## **fabrications diverses :**

Pour les essais de l'atelier H.A.O. du Centre de La Hague, elle a réalisé des assemblages maquette : 20 du type Phénix et 55 du type PWR.

## **frittage**

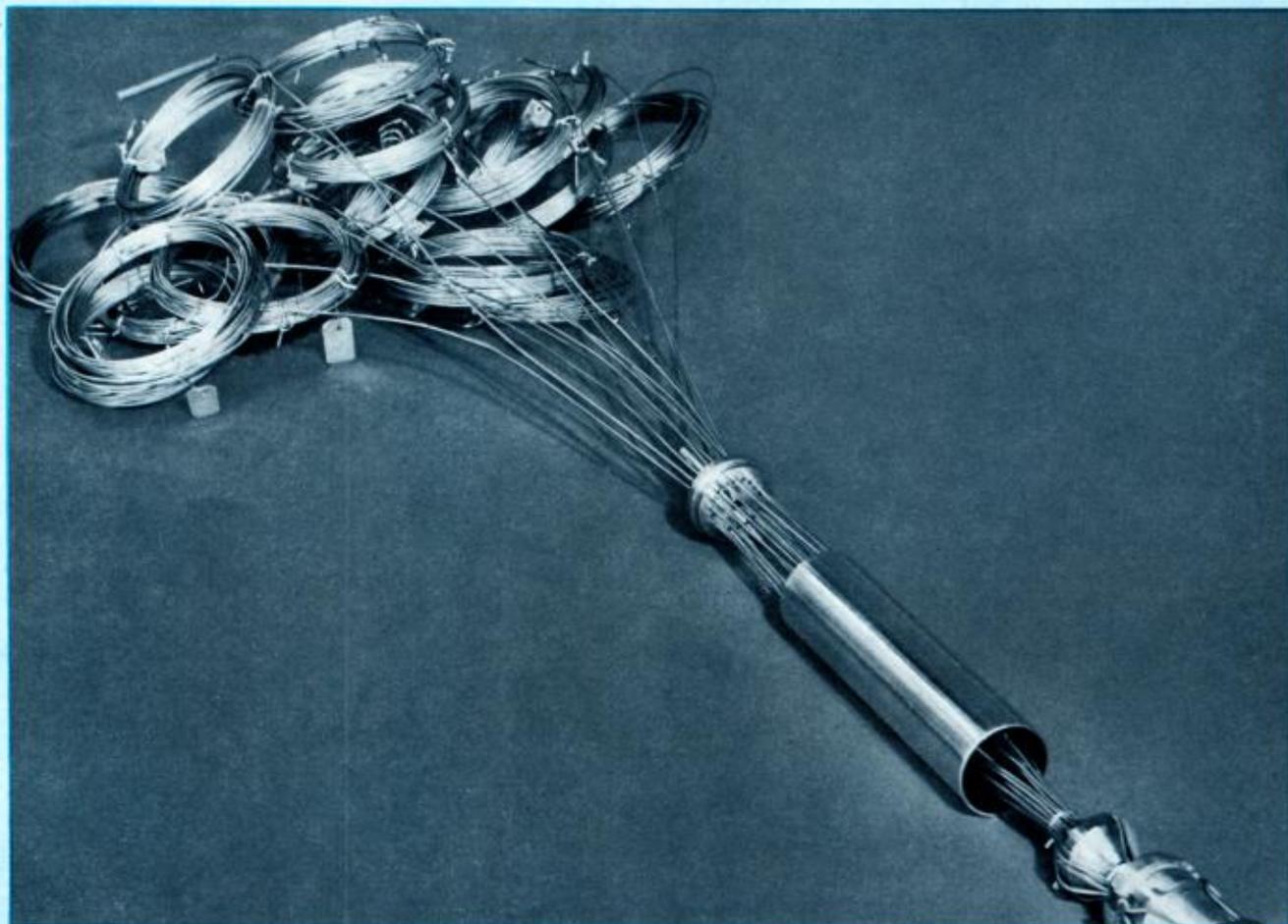
La S.I.C.N., qui exploite une chaîne expérimentale de fabrication de pastilles d'oxyde d'uranium fritté, va démarrer une chaîne capable de 100 t/an.



# dispositifs d'irradiation

Un atelier de l'usine de Veurey réalise des dispositifs pour l'essai de matériaux dans les réacteurs expérimentaux : Siloé, Osiris, Cabri, Rapsodie, Phénix, Essor, BR 2... Dans le cadre de ces fabrications la S.I.C.N. a mis en œuvre, en liaison étroite avec le C.E.A., des techniques particulièrement fines qui permettent des mesures de température, de pression, de débit, de métrologie par hyper fréquence, etc., dans des espaces très restreints et dans des conditions d'environnement très difficiles.

En particulier, la S.I.C.N. a assuré la mise au point et la fabrication pour le C.E.A. de nombreux dispositifs type « Scarabée » destinés à effectuer des essais de sûreté dans Cabri et des capsules de Détection de Rupture de Gaine (DRG) des réacteurs surrégénérateurs Rapsodie-Fortissimo et Phénix.



*porte échantillons : thermocouples*  
**sample-holder : thermocouples**



## uranium industriel

La densité de l'uranium : 18,7, rend son utilisation intéressante comme protection contre les rayonnements  $\gamma$  et x et comme masse d'inertie.

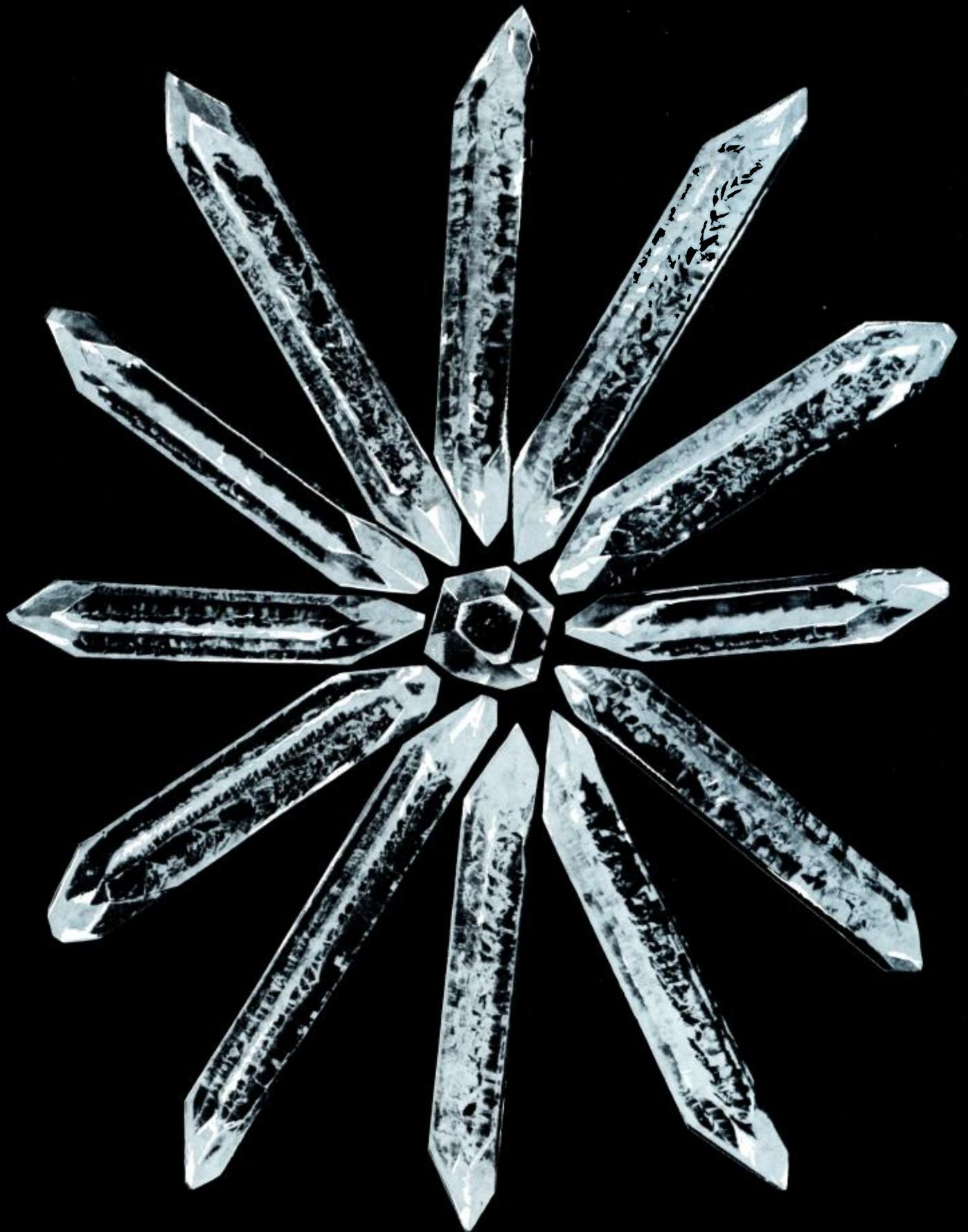
La S.I.C.N., à partir d'uranium industriel, en provenance des usines de séparation isotopique, dont la teneur résiduelle en U 235 est de 0,2 à 0,3 %, réalise :

- des protections biologiques de porte-source pour équipements de contrôle gammagraphique et radiographique et équipements médicaux,
- des éléments de conteneurs de transport de matières radioactives,
- des masses d'inertie et de lestage.

La majeure partie de ces productions sont destinées à l'exportation.



*protection  
pour porte source irridium  
shielding  
for irridium source-holder*



# composants électroniques

Un atelier spécialisé implanté à Veurey effectue des opérations sur des éléments de composants électroniques pour la société I.B.M. France.

## quartz

La S.I.C.N. développe la fabrication industrielle de quartz par recristallisation hydrothermale, sous accord du C.N.E.T. qui a mis au point le procédé de fabrication.

Cette fabrication est effectuée dans un atelier que la S.I.C.N. a spécialement étudié et implanté à Annecy.

Les cristaux produits sont destinés aux industries électronique et horlogère.



*quartz  
de culture  
cultured  
quartz*

# activités du laboratoire de Veurey

A l'origine, l'Etablissement de Veurey a été chargé de mettre au point, en relation avec le Commissariat à l'Energie Atomique, les combustibles nucléaires de la filière graphite-gaz depuis l'étude des matériaux et de leurs caractéristiques, en passant par les essais technologiques de fusion, traitements thermiques, soudage, gainage, traitements de surface, jusqu'à la réalisation de prototypes, de préséries ou de petites séries.

La qualification de ce laboratoire s'est ainsi progressivement étendue à tout ce qui concerne la métallurgie et la technologie des matériaux :

## étude et contrôle des matériaux :

Analyse chimique, analyse spectrographique par émission (arc, étincelle) et par absorption atomique, chromatographie en phase gazeuse : dosage des éléments d'addition et impuretés métalliques dans les alliages industriels et spéciaux, dosage des métalloïdes et des gaz, y compris O<sub>2</sub> et H<sub>2</sub> (limite de 1.10<sup>-6</sup>).

Analyse de phases par radiocristallographie. Etude des structures, des textures, des tensions internes par rayons X.

Métallographie optique qualitative et quantitative, microphotographie, micro et macrodureté.

Métallographie électronique et microdiffraction, application à la physique du métal : défauts de structure, changements de phase, recristallisation...

Analyse thermique rapide, dilatométrie.

Essais mécaniques : traction, fluage, relaxation (sous atmosphère contrôlée ou sous vide) ; fatigue essais de tenacité (résilience, K<sub>1c</sub>, COD) ; pliage.

Expertises métallurgiques.

## mise au point des procédés technologiques :

Procédés d'assemblage tels que :

- collage,
- brasage sous vide ou en atmosphère contrôlée,
- soudage par résistance, argon arc ou héliarc, plasma, diffusion,
- soudage par bombardement électronique dans une large gamme d'épaisseur,
- liaisons entre l'acier inoxydable et le magnésium, l'aluminium, le cuivre, le titane, le zirconium...,
- liaisons étanches céramique-métal.

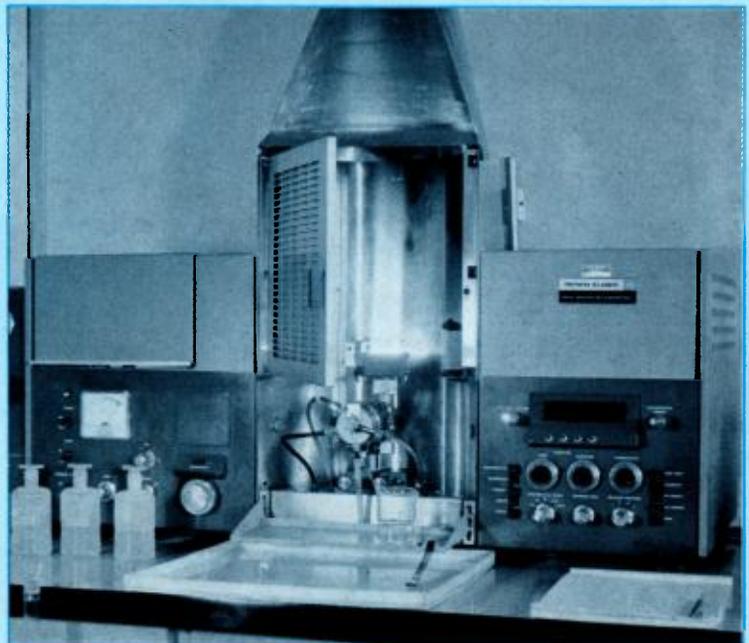
La mise au point de ces procédés est toujours accompagnée d'études métallurgiques et de contrôles.

Traitements thermiques sous atmosphère ou sous vide.

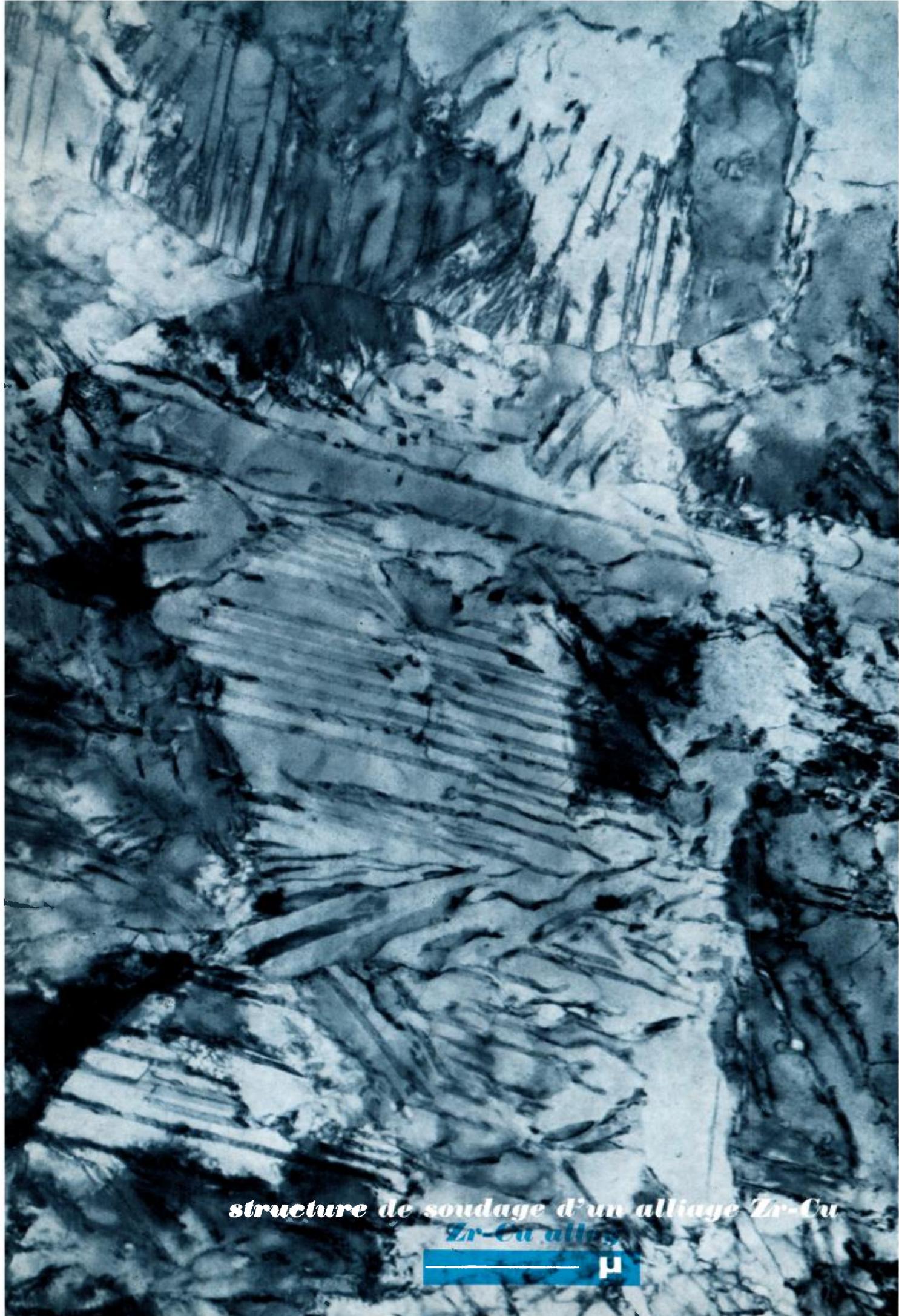
Procédés de revêtement de surface par shoopage, dépôt chimique et électrochimique.

Protection contre la corrosion.

Technologie de la fabrication des pastilles d'oxyde d'uranium par frittage.



*spectrophotomètre  
d'absorption atomique  
spectrophotometer*



*structure de soudage d'un alliage Zr-Cu  
Zr-Cu allié*

\_\_\_\_\_ μ



**société industrielle  
de combustible nucléaire**

157, avenue Charles-de-Gaulle  
92521 Neuilly-sur-Seine  
Tél. (1) 747.51.00 - Telex 62.288

**S.I.C.N. 1975**

CRÉATION : J.F.G. HOULARD

PHOTOGRAPHIES :  
JEAN BIAUGEAUD - LUX - S.I.C.N

IMPRESSION :  
IMPRIMERIE CENTRALE DE L'ARTOIS