

LE CENTRE DU BOUCHET

Le Centre du Bouchet

par H. HUET, Chef du Centre

« Le progrès technique ne souffre pas l'arrêt »

A. SAUVY.

Enfin !... Nous y sommes. Je reconnais nos Gardiens.

Voilà la réflexion que doivent faire maints visiteurs du C.E.A. arrivant au Bouchet pour la première fois, après quelques hésitations dans les méandres des pays avoisinants.

Et pourtant, grâce à l'autoroute du Sud notre Centre

n'est plus qu'à une demi-heure de la Capitale.

C'est ainsi qu'il apparaît, vu d'un hélicoptère (fig. 1) et... sous les instruments du dessinateur (Plan fig. 2).

De tous les Etablissements du C.E.A., le Centre du Bouchet est certainement celui qui est resté le plus proche de ses origines, un peu prisonnier même de son passé et de son développement initial.

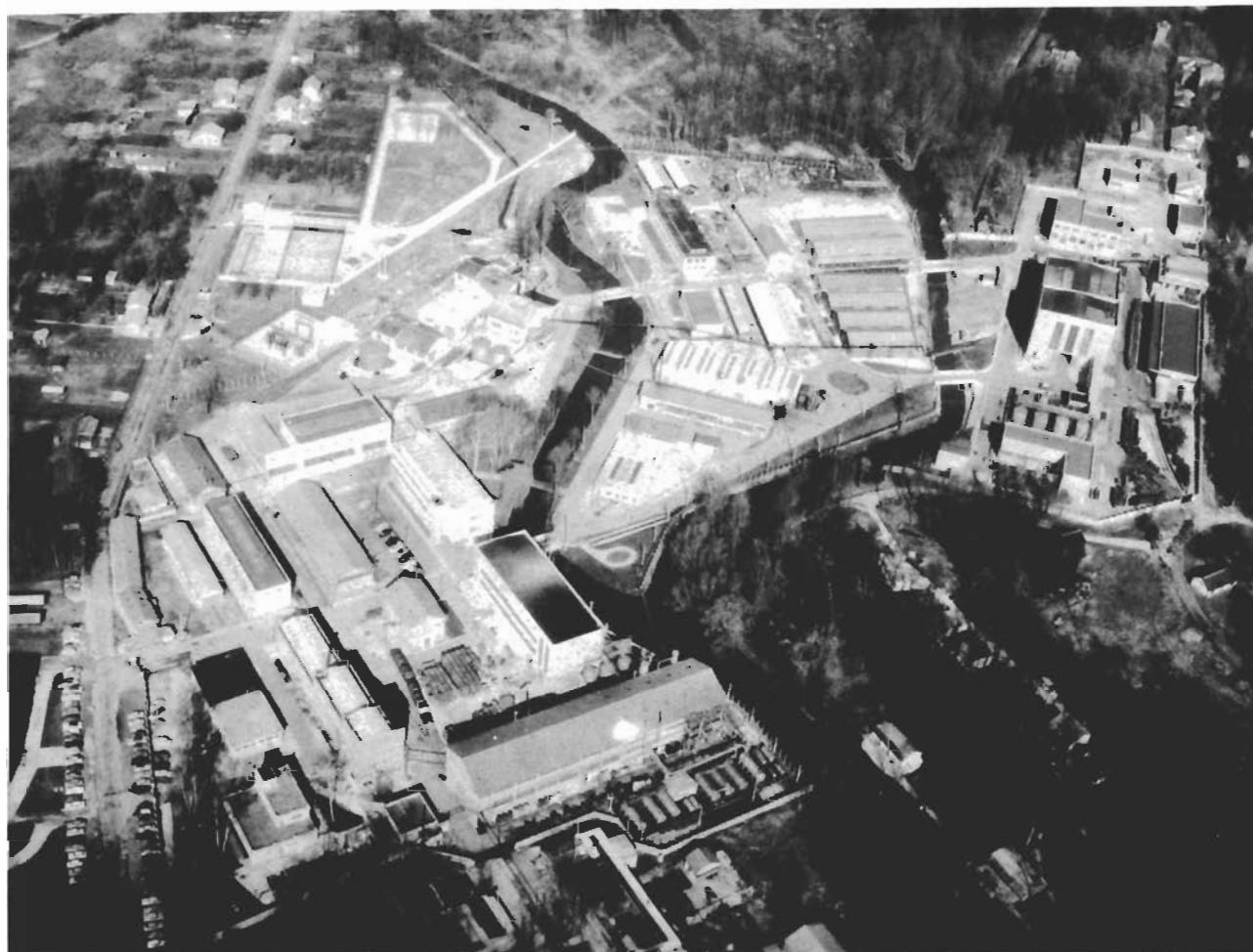


Fig 1. — Le Centre, vu d'hélicoptère.

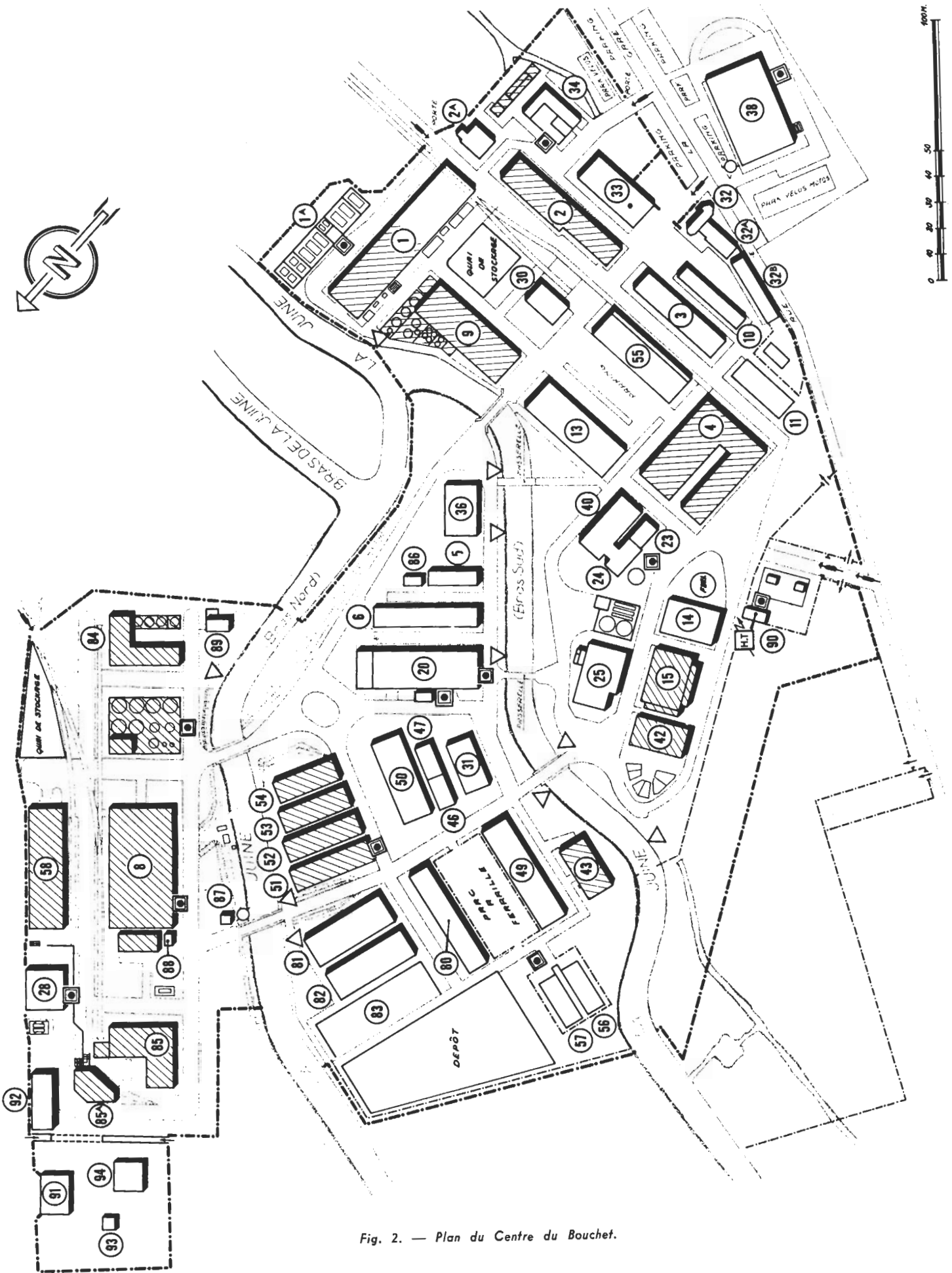


Fig. 2. — Plan du Centre du Bouchet.

Contemporaine du « Fort de Châtillon », l' « Usine » du Bouchet — dont la première tâche fut d'ailleurs de fournir l'oxyde destiné à la ration de pastilles de ZOE — n'a pas, comme le vieux Fort, fait peau neuve au même degré. (C'est peut-être pour cela qu'elle a maintenu une partie de son nom !)

Installée dès 1946 dans une enclave de la Poudrerie du Bouchet *, située à une quarantaine de kilomètres au Sud de Paris, elle en a conservé longtemps le charme vieillot, avec sa rivière nonchalante, son île ombragée et ses petits bâtiments disparates éparpillés dans la verdure.

Ce n'est qu'en 1956... Mais parlons si vous le voulez bien de cette période de développement :

Parallèlement au ravitaillement de ZOE, on entreprit la mise au point de la fabrication de l'Uranium métal sous forme de lingots de pureté nucléaire.

Fin 1950 cette fabrication démarrait à raison d'un lingot de 33 kg par jour. On peut dire que 1952 marque le début de la production industrielle avec 10 tonnes et par la suite cette production doubla pratiquement chaque année. Ceci jusqu'en 1957 où elle atteignit 300 tonnes.

Les premières fabrications prirent place dans les locaux de la Poudrerie, grâce à des stocks de sels d'uranium camouflés pendant la guerre 39-45.

A partir de 1948, après utilisation des minerais très riches provenant des premiers filons de la Crouzille, la production s'effectua pendant plusieurs années avec des minerais titrant en moyenne 4 %, concentrés soit sur tables à secousses, soit par flottation. Ce traitement justifia la construction du premier bâtiment (n° 1 du plan) spécialement conçu à cet effet, dont les installations de conditionnement physique et de traitement chimique furent mises en service en 1953. Etant donné sa valeur et son titre, ce minerai supportait assez bien les frais de transport par S.N.C.F., en containers de 1 mètre cube. Mais les minerais classiques d'uranium rencontrés dans la métropole se prêtent difficilement à ce genre de préconcentration par moyens physiques ou physico-chimiques et, pour assurer le développement des programmes du C.E.A., il apparut plus rentable d'effectuer une concentration bien supérieure, par traitement chimique, à proximité des lieux d'extraction, sur le minerai pauvre lui-même (teneur moyenne 1 pour mille), à l'état brut ou après préconcentration.

C'est en 1956 que fut prise la décision de construire une seconde usine, à Malvesi, près de Narbonne, dans un souci de décentralisation. La production du Bouchet fut limitée à 500 T/an, celle de Malvesi était fixée à

1.000 tonnes avec possibilité d'extension à 2.000 tonnes. (On envisageait alors avec euphorie l'avenir immédiat de l'Energie Atomique).

Cette décision, en déchargeant l'Usine du Bouchet de la responsabilité qu'elle avait depuis le début d'assurer seule le ravitaillement du C.E.A. en lingots et sels d'uranium de pureté nucléaire redonna toute son importance à son rôle d'usine pilote chargée d'améliorer les procédés et de développer des techniques nouvelles.

Nous pûmes alors repenser l'usine en fonction de ces objectifs et remplacer dans toute la mesure du possible les petits bâtiments épars par des unités modernes à l'échelle du nouveau programme de production.

L'usine vit donc se construire successivement :

- en 1957-1958, le bâtiment Administratif et des Laboratoires (n° 13) et l'Atelier « Purification » (n° 9),
- en 1958-1959, l'Atelier Réduction-Fluorure (n° 2),
- en 1960-1961, l'Atelier Magnésiothermie (n° 4 bis).

Entre temps des modifications furent apportées aux autres ateliers, compte tenu des impératifs du programme : Atelier Calciothermie (n° 4), reconversion du 1^{er} Atelier de traitement de Minerais (n° 1) en station de récupération de sous-produits et résidus, etc...

En 1956 également fut érigé l'Atelier de traitement de l'Uranothorianite (n° 8) minerai très riche à la fois en Thorium (50 %) et Uranium (15 à 20 %), provenant de Madagascar. Cette installation, perfectionnée depuis, place la France au premier rang de la production de sels de Thorium dans le monde.

Notre Etablissement a néanmoins conservé l'empreinte de sa configuration primitive quelque peu tourmentée et de son développement par paliers.

Au cours de ces transformations il fallut bien sacrifier quelques arbres mais nous avons conservé le souci constant de respecter le plus possible la Nature et je crois que le Centre est resté en harmonie avec elle.

Pour ma part je me félicite également qu'il soit demeuré à l'échelle humaine, le Chef d'Etablissement pouvant encore connaître individuellement tous ses Agents.

Le Centre du Bouchet, ainsi dénommé depuis le 1.1.1961, est rattaché à la Direction des Productions. Quelques éléments de la Direction des Matériaux et des Combustibles Nucléaires implantés au Centre relèvent naturellement de cette dernière direction de laquelle dépendait Le Bouchet jusqu'à fin 1960.

L'activité du Centre se répartit entre :

- la production d'uranium nucléairement pur à partir de concentrés chimiques,
- la production de nitrate de thorium nucléairement pur à partir de minerais,
- la recherche industrielle pour l'amélioration des procédés et le développement de techniques nouvelles.

Dirigé par un Chef de Centre, il comprend :

- Un Service de Fabrication d'Uranium (S.F.U).
- Une section de Fabrication de Thorium (SF Th).
- Un Groupement Administratif et Financier (G.A.F.).
- Un Groupement Technique (G.T.).
- Des services annexes : groupe de protection contre les radiations, labos de contrôle chimique et d'instruments de mesure, formation locale de sûreté, groupe médical et social.

Les éléments de la Direction des Matériaux et des Combustibles Nucléaires dont on parle plus haut comprennent :

- Un groupe d'études pilotes, rattaché au Service de Chimie des Solides et Combustibles céramiques du Département de Métallurgie.

- Un groupe de laboratoires d'études et de raffinage semi-industriel d'uranium faiblement enrichi, dépendant du service de Chimie et chargé de la marche de la station de traitement d'U enrichi (n° 85 du plan).
- Un petit groupe de la Section d'Etudes Analytiques, dépendant également du Service de Chimie.

Ces éléments du Service de Chimie doivent déménager à Cadarache au cours de l'été.

L'ensemble du centre compte actuellement 450 agents dont une quarantaine pour les services domiciliés.

Mon propos étant la présentation du Centre, je ne m'étendrai pas sur la description des procédés, qui dépasserait le cadre de cet exposé et je renvoie les lecteurs que la question intéresse aux publications spécialisées dont on trouvera une bibliographie sommaire in fine.

Je me contenterai de décrire succinctement nos principales activités, en signalant au passage certains perfectionnements apportés par nos Agents dans les procédés et installations, mettant ainsi en relief notre rôle essentiel d'établissement pilote au sein du C.E.A. Recherche éminemment appliquée, dans le souci constant de diminuer les prix de revient en vue de contribuer efficacement, dans notre domaine, à rendre l'énergie atomique rapidement compétitive.

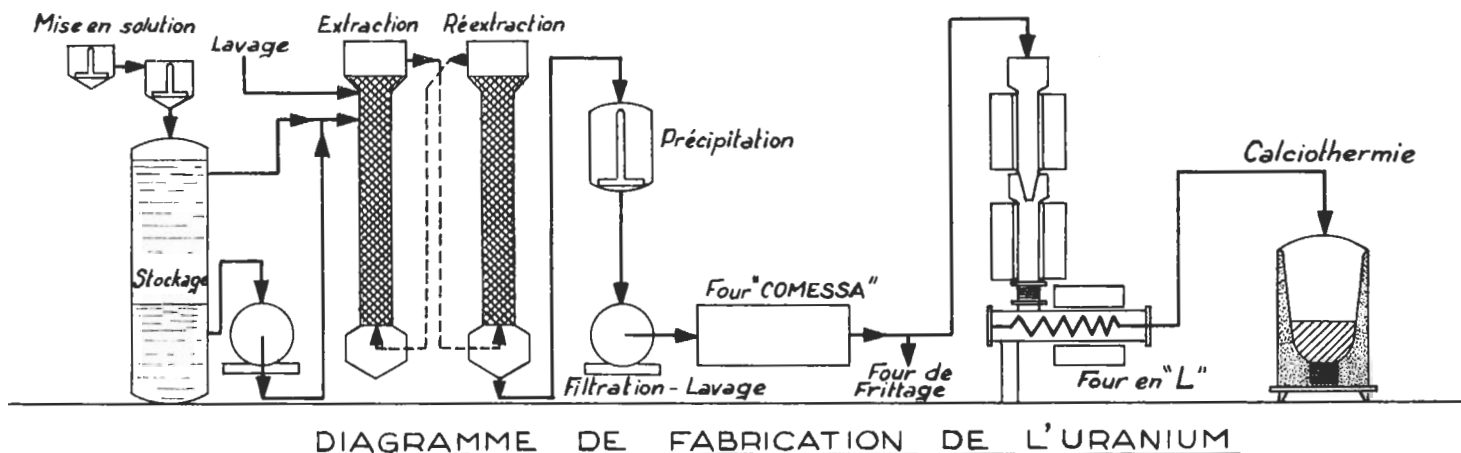


Fig. 3. — Diagramme de fabrication de l'uranium.

FABRICATION DE L'URANIUM

La fabrication de l'Uranium à partir des concentrés uranifères peut se diviser en deux parties :

- la purification, qui s'opère par voie humide,
- l'élaboration du métal, effectuée par voie sèche. Les uranates livrés par les Usines de concentration contiennent de nombreuses impuretés et leur teneur en uranium varie de 50 à 70 % suivant leur origine.

Pour conférer à l'uranium la « pureté nucléaire », la majeure partie des éléments étrangers doit être éliminée. On utilise pour cela la propriété exceptionnelle que possède le nitrate d'uranyle de se dissoudre dans certains solvants organiques, ce qui permet une séparation efficace de presque tous les autres éléments. Après cette opération il faut remettre l'uranium purifié sous forme solide, en vue de l'élaboration du métal.

La purification comprendra donc les 5 phases suivantes :

1. — mise en solution des uranates dans l'acide nitrique ;
2. — extraction par solvant du nitrate d'uranyle brut ;
3. — réextraction par l'eau du solvant chargé de nitrate d'uranyle ;
4. — précipitation de l'uranium purifié ;
5. — préparation du trioxyde UO_3 par calcination.

L'ensemble de ces opérations est effectué dans un atelier dit de « purification » dont la mise en service date de la fin de l'année 1958. Cet atelier est pourvu de nombreux appareils de contrôle et de régulation rendant automatiques la plupart des opérations, dont le « flow-sheet » suivant donne une représentation assez fidèle.



Fig. 4. — Fabrication Uranium : Bâtiment Purification.

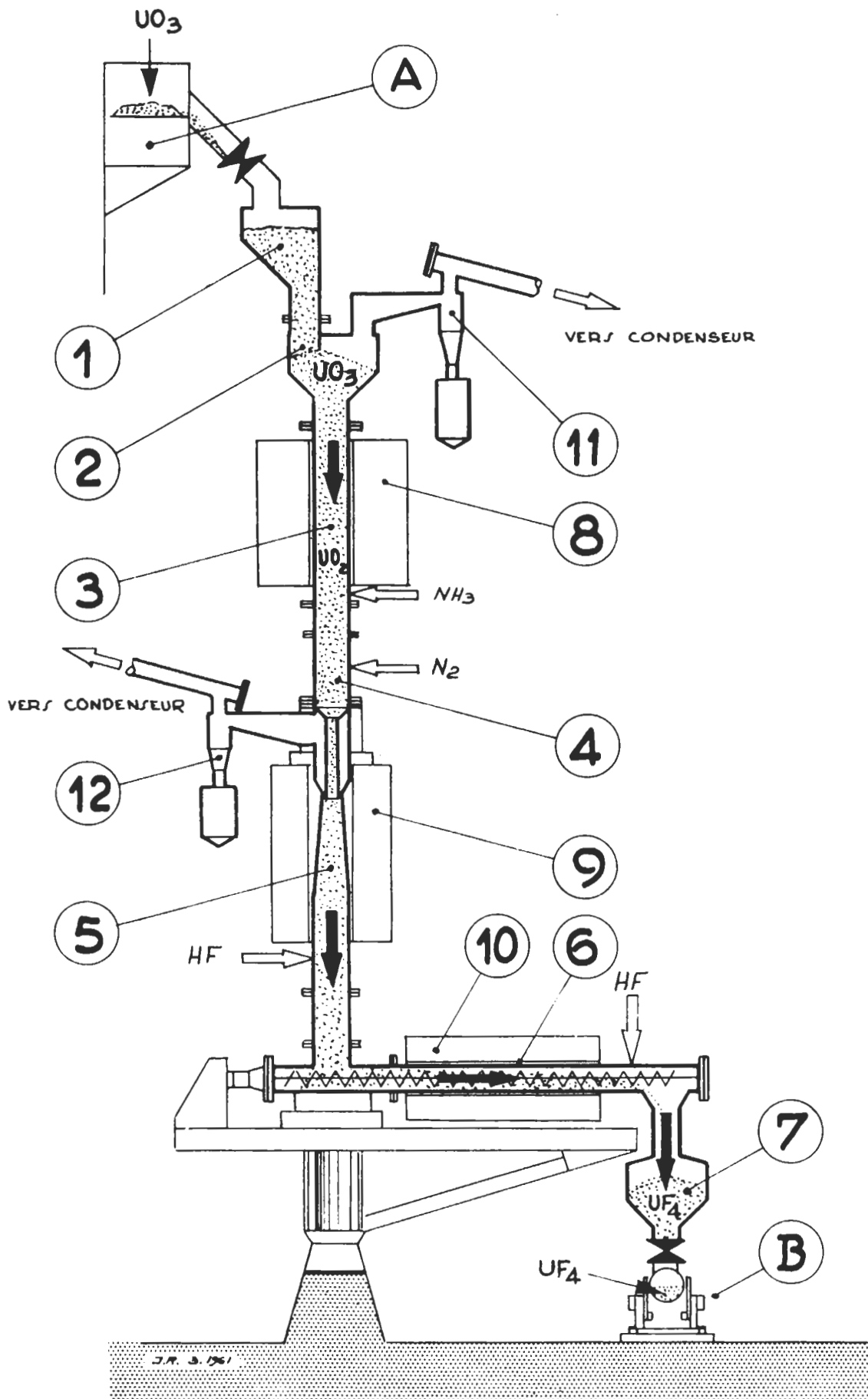


Fig. 5. — Schéma d'un four en cascade.

1. — PURIFICATION

A l'extraction par Solvant, l'éther initialement utilisé a été remplacé par l'hexone puis par le phosphate tributylque plus efficace et moins dangereux, en dilution dans du white spirit.

A la précipitation on utilise de l'ammoniaque de qualité courante. Durant les premières années, cette précipitation s'opérait à l'eau oxygénée pure à 130 volumes, ce qui constituait un stade de purification supplémentaire mais nécessitait un réactif coûteux qu'on a pu supprimer sans nuire à la pureté finale.

L'utilisation d'un four spécial de calcination, pour amener le précipité à l'état de trioxyde pur, a également permis la suppression d'un autre stade, celui du pastillage, le granulé produit par ce four se comportant très bien au passage dans les fours de réduction et de fluoruration.

L'oxyde granulé sortant de l'Atelier Purification est en effet normalement acheminé au bâtiment n° 2 de Réduction-Fluoruration.

Mais on a aussi la possibilité de le transformer sur place, dans des fours spéciaux, en oxyde UO_2 ordinaire ou en bioxyde de qualité spéciale, propre au frittage.

2. — PREPARATION DU FLUORURE

Cette opération, initialement menée en deux stades : UO_2 puis UF_4 dans deux fours différents, comme cela se pratique encore à Malvesi, a été généralisé au Bouchet en un seul four en cascade, représenté sur le schéma (Fig. 5). Des perfectionnements successifs ont abouti à un type de four d'une dizaine de mètres de hauteur pouvant produire en continu 500 tonnes de tétrafluorure par an. L'avantage essentiel de ce four réside en ce que l'oxyde UO_2 n'étant à aucun moment au contact de l'air, la réduction est menée à une température aussi basse que possible, conduisant à un bioxyde extrêmement réactif qui, par réaction avec l'aide fluorhydrique, fournit un fluorure titrant plus de 98 % en UF_4 .

C'est la qualité exigée pour l'opération suivante de réduction en U métal, si l'on veut pour ce faire utiliser du magnésium. Il convient à fortiori à la réduction par calciothermie, l'excès de Ca à utiliser étant plus faible qu'avec du fluorure moins pur.

C'est aussi la qualité exigée pour la transformation du tétrafluorure en hexafluorure.

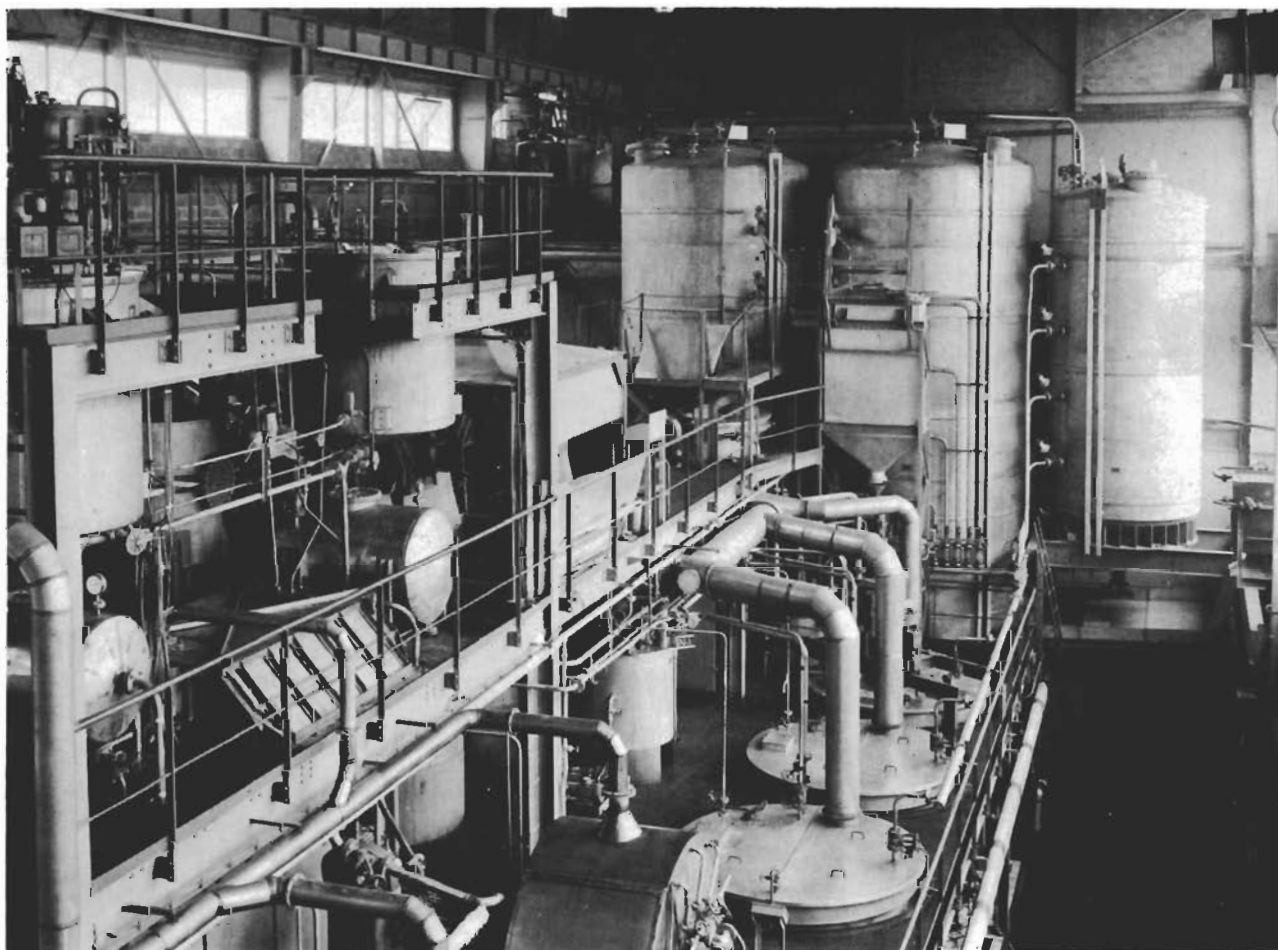
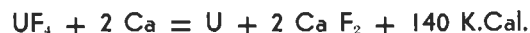


Fig. 6. — Fabrication de l'Uranium : Vue intérieure du Bâtiment principal.

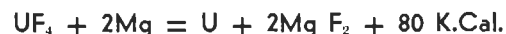
3. — PREPARATION DE L'URANIUM METAL

La majeure partie du métal sortant du Bouchet est encore produite par calciothermie, selon la réaction :



En raison de la grande quantité de chaleur dégagée, suffisante pour fondre les produits de la réaction et séparer l'uranium de sa scorie, cette opération s'effectue à froid dans les ensembles représentés (Fig. 6) à la façon d'une aluminothermie (l'aluminium conviendrait d'ailleurs... s'il ne donnait des alliages).

Une quantité non négligeable de lingots sera obtenue dès cette année au Bouchet par magnésiothermie, selon la réaction :



On voit que la chaleur dégagée est bien moindre, ce qui oblige précisément à utiliser un fluorure très pur et à chauffer jusqu'à 700° le mélange réactionnel. Ce réchauffage s'effectue au moyen d'un four cloche électrique venant coiffer le creuset.

Les avantages du magnésium par contre sur le calcium sont qu'il coûte bien moins cher et que la consommation est de 25 pour cent de l'Uranium produit au lieu de 40 pour le Calcium.

Signalons toutefois que nous devons encore importer le magnésium de pureté nucléaire alors que le C.E.A. a dû promouvoir en son temps une fabrication de Calcium dont il faut amortir les installations.

D'une façon générale, conformément à notre vocation d'usine pilote, c'est au Bouchet que se font les fabrications de lingots spéciaux ou d'un type nouveau, dont l'élaboration nécessite toujours une mise au point plus ou moins laborieuse. Par contre la commercialisation de nos procédés et Brevets est assurée à l'étranger par la S.R.U. (Société de Raffinage d'Uranium), filiale commune du C.E.A., de la Sté Potasse et Engrais Chimiques et de la Compagnie Saint-Gobain, qui gère l'Usine de Maïvesi.

TRAITEMENT DE L'URANOTHORIANITE

Le minerai d'urathorianite provient de Madagascar. Il est pratiquement le seul minerai encore traité au Bouchet. Il présente l'intérêt de contenir en grosses quantités les deux métaux qui sont les combustibles nucléaires naturels : l'uranium et le thorium. On sait, en effet, que le thorium possède la propriété de se transformer en matière fissile (uranium 233) par irradiation dans une pile.

Un atelier spécial pour le traitement de ce minerai a été construit au Bouchet, et, depuis le début de l'année 1957, il produit des sels de thorium nucléaiement purs (nitrate, oxalate) tout en assurant un appoint intéressant à la fabrication de l'uranium.

L'Uranothorianite est un minerai brun foncé, homogène, très dense, et exceptionnellement riche : sa teneur en ThO_2 est environ 60 % et sa teneur en UO_2 varie de 8 à 25 %.

Le but du traitement est à la fois la production de sels de thorium de pureté nucléaire — surtout de nitrate cristallisé — et la fabrication d'uranate de sodium.

On peut diviser le traitement de ce minerai en 5 parties :

1. — Mise en solution du minerai.

2. — Purification simultanée du thorium et de l'uranium.
3. — Séparation du thorium et de l'uranium.
4. — Préparation du nitrate de thorium.
5. — Préparation de l'uranate de sodium, ou mieux, envoi par pipe-line des solutions uranifères à l'Usine de raffinage d'Uranium.

Le minerai broyé finement est attaqué par de l'acide nitrique concentré à l'ébullition.

Après séparation des « stériles » sur filtre rotatif à tambour les solutions de nitrate d'uranyle et de thorium sont purifiées par extraction solvant au phosphate tributylrique.

C'est là que se situent les importants perfectionnements apportés par nos techniciens :

Initialement, après extraction au solvant en colonnes, le mélange purifié des nitrates d'U et de Th était séparé par l'acide oxalique qui, dans certaines conditions précipitait le Th et laissait l'U en solution.

Après filtration le précipité d'oxalate de Th était mis à digérer dans la soude, pour le transformer en thoriane ThO_2 . Nouvelle filtration et reprise par l'acide nitrique, évaporation et concentration pour amener le Th à l'état de nitrate pur cristallisé.

La solution uranifère était également traitée à la soude ou à la chaux et le précipité d'uranate expédié à l'Usine de raffinage, en tête de fabrication, où on le mélangeait avec les concentrés habituels. Ce « flow-sheet » est maintenant extrêmement condensé. Le stade de précipitation oxalique comportant un réactif coûteux est supprimé et tout se passe pratiquement au stade extraction par solvant : aux anciennes colonnes on a adjoint une batterie de mélangeurs décanteurs délivrant une solution de nitrate d'uranyle suffisamment pure pour être acheminée par pipe-line au stade précipitation de l'Usine de raffinage et les colonnes

servent à la purification du nitrate de thorium dont la solution, après évaporation, pourra être injectée dans l'appareil de concentration-cristallisation. En attendant la réception de l'évaporateur, on continue à concentrer sous forme de thoringe avec reprise à l'acide nitrique.

Ces divers perfectionnements nous ont permis d'abaisser le prix de revient à un niveau compétitif tel que nous avons pu récemment emporter un marché important de livraisons de nitrate de thorium aux U.S.A. mêmes.



Fig. 7. — Bâtiment Fluoruration. Vue intérieure.



Fig. 8. — Usine de traitement de l'uranothorianite :
Bâtiment principal et parc de stockage des solutions.

TRAITEMENT DES SOUS-PRODUITS DE L'USINE ET RECUPERATION DES DECHETS PROVENANT DE L'EXTERIEUR

Avant leur rejet, les différents sous-produits de l'Usine subissent un traitement qui a pour double but d'extraire les produits justifiant une récupération et d'éliminer tout ce qui pourrait présenter le moindre inconvénient pour l'hygiène et la sécurité de la région.

Les sous-produits de la fabrication de l'uranium — solutions diverses, insolubles des uranates, scories d'élaboration, etc... — ainsi que les déchets uranifères et récupérations diverses provenant de l'extérieur sont traités dans le premier grand atelier (bâtiment N° 1) construit en vue du traitement des minerais qui a ainsi été reconverti en atelier de récupération et de recherches industrielles ; il abritera également la station de

mélange d'U enrichi (voir plus loin) et certains pilotes à l'échelle industrielle, tels qu'une station de dénitrification-granulation.

Un four rotatif de grillage permet de transformer les déchets d'U métallique (bouts de barreaux, copeaux, sciures, ...) en oxyde noir U_3O_8 venant s'ajouter aux concentrés de fabrication.

Pour l'uranothorianite, dont les déchets contiennent les descendants radio-actifs de l'uranium et du thorium, l'atelier est complété par une station de traitement des effluents. Le radium en particulier y est concentré dans un précipité de sulfate de plomb, que l'on conserve en raison de l'intérêt qu'il peut présenter.

TRAITEMENT DE L'URANIUM FAIBLEMENT ENRICHI

Je cite — bientôt pour mémoire — la petite station rattachée au Service de Chimie de la D.M.C.N., qui depuis 4 ans reprend et purifie les déchets non irradiés d'uranium enrichi en isotope 235 (maximum 3 %) provenant de divers services du C.E.A., en particulier de la pile EL₃, et les transforme en métal pur ou éventuellement en oxyde fritté. L'installation comporte 3 chaînes de traitement autonomes. Après une dernière campagne d'été elle sera transférée sous les cieux plus cléments de Cadarache.

Par contre prendra naissance à la même époque une station de mélange d'UO₃ enrichi (maximum 3 % également) et d'UO₃ naturel ou appauvri et de préparation d'UO₂ fritté enrichi.

Elle est en cours de montage dans l'angle Nord-Est du bâtiment N° 1 et sa première tâche sera de ravitailler EL₁ (nous revenons ainsi à nos premières amours mais des progrès ont été accomplis en matière de « frittabilité » depuis ZOE).

SERVICES DE RECHERCHES DOMICILIES

Au moment de la réorganisation (1.1.1961), le S.L.R.C. (Service des Laboratoires de recherche et de contrôle) de l'Usine, d'une centaine d'Agents, se trouva scindé en deux : le contrôle chimique et le petit groupe de contrôle des Instruments de mesure restant à la Direction des Productions et les éléments de recherche allant à la D.M.C.N. Ceux-ci comprennent :

— Le Groupe d'Etudes pilotes rattaché au Service de Chimie des Solides du Département de Métallurgie.

— La station de traitement d'U enrichi (S.E.R.A.C.) et le petit groupe d'analyses (S.E.A.) faisant partie du Service de Chimie.

Les dénominations mêmes de ces divers éléments domiciliés dispensent d'une plus longue présentation.

Je rappellerai toutefois, pour souligner la diversité de nos activités que c'est du Bouchet que Bertrand Goldschmidt sortit lui-même avec une petite équipe le premier milligramme de Pu produit en France, en 1949.



Fig. 9. — Les laboratoires.

Je ne m'étendrai pas non plus sur les Services administratifs et Généraux du Centre, auxquels on peut rattacher les Laboratoires de contrôle chimique et des instruments de mesure, le groupe de protection contre les radiations, le Service médical et Social et, pour clore la liste, le Service de Sécurité qui nous a accueilli à l'entrée.

Une cantine est à la disposition des Agents.

Les problèmes qu'elle soulève se posent peut-être avec moins d'acuité que dans les autres Centres car une bonne partie du personnel, cadres et maîtrise en particulier, prend ses repas à domicile. Pour le personnel de jour les horaires sont établis en conséquence.

La nature du travail en effet requiert une présence rapide des Agents responsables et le personnel habite en grande majorité dans les villages environnants.

Le C.E.A. s'est rendu acquéreur de quelques maisons mises à la disposition des cadres et spécialistes qu'il n'a pu recruter sur place.

Pour le personnel de fabrication, le service normal est en continu de 3 factions 3 x 9 les cinq jours de semaine (repos samedis, dimanches et fêtes). Quelques rares postes (équipes d'entretien, fours de réduction-fluoruration) sont en continu, « continu », c'est-à-dire 4 factions avec travail 6 jours consécutifs suivis de deux jours de repos.

Chacun se rend à son travail par ses propres moyens. Une prime de transport a été instituée, tenant compte de l'éloignement du domicile et du mode de locomotion.

Il ne faudrait pourtant pas croire qu'en raison de son relatif isolement notre Centre vive replié sur lui-même ou au contraire que la Capitale absorbe toutes les activités extra-professionnelles.

Nous participons activement aux cours du C.N.A.M., en liaison avec le Centre associé de Saclay. A ce titre sont dispensées au Bouchet les trois années du Cours de Chimie Générale, auxquels assistent des élèves de l'extérieur, de la Poudrerie en particulier



Fig. 10. — Vue sur la Cantine.

et les Travaux pratiques de Chimie 2^e année pour l'ensemble des trois Centres de la région parisienne (Saclay, Cen-Far, Le Bouchet) avec également admission d'élèves de l'extérieur.

Des Agents dévoués se dépensent au service des sections de l'A.A.C.C.E.A. et de l'A.S.C.E.A.

Un terrain de sports a été aménagé en bordure du Centre et de la rivière. Il comprend déjà un tennis, 1 volley-ball, plusieurs jeux de boule, une piste et... un coin de pêche et de repos.

On peut s'interroger sur l'avenir de notre Centre et sur ses chances de développement, pessimiste ou optimiste suivant que l'on considère Le Bouchet comme inclus dans la région parisienne, à « déconcentrer »

impitoyablement, ou au contraire comme situé à l'une des premières étapes sur la voie de la décentralisation.

En tous cas, sauf développement en hauteur, son extension ne peut guère se faire qu'aux dépens de son vaste propriétaire et voisin, le Centre d'Etudes du Bouchet peu enclin, semble-t-il, à se laisser de nouveau « grignoter ».

Mon espoir est naturellement que notre Centre continue à prospérer mais si je puis exprimer un vœu pour conclure, c'est que, sans trahir la pensée de Sauvy prise pour épigraphe, il conserve un harmonieux équilibre et, tourné avec confiance vers l'avenir, permette à chacun de réaliser ses aspirations dans un cadre et des conditions de vie qui ont fait l'agrément du passé.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- Conférences de Genève 1955 : Communication 8/P/341 de B. Goldschmidt et Paul Vertes sur la préparation de l'uranium métal pur.
- Conférences de Genève 1958 : Communication 15/P/1252 de J. Decrop, M. Délange, J. Holder, H. Huet, J. Sauteron et P. Vertes sur les améliorations apportées aux procédés de purification des composés d'uranium et à la fabrication de l'uranium métal à l'Usine du Bouchet.
- Conférences de Genève 1958 : Communication 15/P/1251 de MM. C. Braun, Ch. Lorrain, R. Mahut, R. Mariette, J. Muller, J. Prugnard sur la Fabrication du Nitrate de thorium pur à l'Usine du Bouchet.
- Pascal : Nouveau traité de Chimie Minérale tome XV, 1^{er} fascicule (1960). Les récents progrès techniques dans l'Industrie de l'Uranium en France par H. Huet. Rapport C.E.A. N° 1.882 (1961).
- Brochures C.E.A. : l'Usine du Bouchet.
: l'Industrie minière de l'Uranium.



Fig. 11. — Vue générale prise d'hélicoptère.