

Cahiers pour l'histoire du CNRS 5

Auteur(s) : CNRS

Les folios

En passant la souris sur une vignette, le titre de l'image apparaît.

59 Fichier(s)

Les relations du document

Ce document n'a pas de relation indiquée avec un autre document du projet.□

Citer cette page

CNRS, Cahiers pour l'histoire du CNRS 5, 1989

Valérie Burgos, Comité pour l'histoire du CNRS & Projet EMAN (UMR Thalim, CNRS-Sorbonne Nouvelle-ENS)

Consulté le 30/11/2025 sur la plate-forme EMAN :

<https://eman-archives.org/ComiteHistoireCNRS/items/show/181>

Présentation

Date(s)1989

Genreperiodique

Mentions légalesFiche : Comité pour l'histoire du CNRS ; projet EMAN Thalim (CNRS-ENS-Sorbonne nouvelle). Licence Creative Commons Attribution - Partage à l'Identique 3.0 (CC BY-SA 3.0 FR).

Editeur de la ficheValérie Burgos, Comité pour l'histoire du CNRS & Projet EMAN (UMR Thalim, CNRS-Sorbonne Nouvelle-ENS)

Information générales

LangueFrançais

Collation24

Informations éditoriales

N° ISBN2-222-04400-6

N° ISSN1144-5785

Description & Analyse

Nombre de pages109

Notice créée par [Valérie Burgos](#) Notice créée le 05/10/2023 Dernière modification le 17/11/2023

CAHIERS POUR L'HISTOIRE DU **CNRS**

1939
1989




Editions du CNRS

**Rappel du sommaire des numéros déjà parus des
Cahiers pour l'histoire du CNRS**

1989-1

- La longue marche vers le CNRS (1901-1945). *Jean-François Picard, Elisabeth Pradoura*
Les origines de la politique de la recherche en France (1938-1958). *Antoine Prost*
La mise en place d'un institut national au sein du CNRS : l'INAG. *Gérard Darmon*

1989-2

- Quelques commentaires sur les « témoignages oraux » par *Dominique Pestre*
Suivi de quelques entretiens avec *G. Darmon, J.-F. Picard et E. Pradoura* :
— Jean Wyant, la fondation du CNRS et l'information scientifique
— Gabrielle Mineur, secrétaire de Jean Perrin
— Edgar Lederer, la chimie des substances naturelles
— Jean Dresch, la géographie
— Michel Lejeune, la direction des sciences humaines
— Pierre Drach, la naissance de l'océanographie
— Jean-François Denisse, une politique pour l'astronomie

1989-3

- Guide de survie en milieu hostile. *Odile Welfé*
L'histoire d'une politique des inventions, 1887-1918. *Yves Roussel*
Gentée très contrastée de la Société Kaiser-Wilhelm (1911) et du CNRS (1939). *Pierre Radanyi, Monique Bordry*
La mission du CNRS en Allemagne (1945-1950). *Marie-France Ludmann Obier*
Chronique de la recherche ethnologique dans son rapport au Centre National de la Recherche Scientifique 1925-1980. *Gérard Gaillard*
Le Comité national de la recherche scientifique : sociologie et histoire (1950-1967). *Jean-Christophe Bourquin*

1989-4

- Le personnel dirigeant du CNRS (1937-1966). *Christophe Charle*
L'essor de l'économétrie au CNRS. *Martine Bungener, Mario-Eve Joël*
La contribution des « laboratoires propres » du CNRS à la recherche chimique en France de 1939 à 1973. *Micheline Charpentier-Morise*
La non construction du premier calculateur électronique au CNRS. *Girolamo Ramunni*

Couverture : maquette réalisée par « Ateliers Image In », Paris.

**CAHIERS
POUR L'HISTOIRE DU CNRS
1939-1989**

1989-5

ÉDITIONS DU CENTRE NATIONAL
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
15, quai Anatole France — 75700 PARIS

CAHIERS POUR L'HISTOIRE DU CNRS

Comité de Rédaction :

Madame Luce GIARD,
Monsieur Dominique JULIA,
Monsieur Jacques LAUTMAN,
Monsieur Dominique PESTRE,
Monsieur Antoine PROST,
Madame Claire SALOMON-BAYET

Secrétariat de Rédaction :

Jean-François PICARD, Gérard DARMON

Toute correspondance et manuscrits doivent être adressés à Jean-François PICARD, Centre de Recherches Historiques, 54 boulevard Raspail, 75006 Paris.

Ventes au numéro :

A la librairie du CNRS, 295, rue Saint Jacques, 75005 Paris.
tél : (1) 46.34.79.09

Par correspondance : Presses du CNRS, 20-22, rue Saint-Amand, 75015 Paris, tél : (1) 45.33.16.00 — Télex : 200 356 F.

Le numéro : 70 F.

SOMMAIRE

Henri Laugier, the Science of Work and the Workings of Science in France, 1920-1940 par William H. Schneider	7
The Rockefeller Foundation and French Research par Doris T. Zallen.....	35
Histoire du centre d'études de chimie métallurgique par Michel Cornet.....	59

© Centre National de la Recherche Scientifique, Paris 1989
ISBN 2-222-04400-6

William H. Schneider

Department of History Indiana University - Indianapolis

Henri Laugier, the Science of Work and the Workings of Science in France, 1920-1940

No one was more aware of the complicated turn of events involved in the creation of the Centre Nationale de Recherche Scientifique in France than Henri Laugier, one of its principal architects and the first director. During ceremonies in 1948 honoring Jean Perrin, the founding spirit of the CNRS, Laugier noted "*les différentes étapes de cette action constructive répartie sur plusieurs années sont inscrites dans des textes administratifs ou législatifs dont l'exposé même sommaire demanderait de longues heures*". It involved a wide variety of limited, specific acts, including the creation of, *un corps autonome de boursiers de recherches, de chargés de recherches, de maîtres de recherches, de directeurs de recherches... puis se créaient ou se développaient les fonds de publication, de missions, d'aides techniques, puis se créaient l'organisation de la recherche appliquée à la défense et à l'économie nationale*¹. Only after the outbreak of war was the final decree signed into law which established the CNRS on October 19, 1939. Thus, even from a vantage point as close to these events as the ceremonies at which Laugier spoke, he confessed the difficulty of recounting the creation of the CNRS. "*Un jour*", he hoped, "*des historiens des sciences en écriront l'histoire*". He would not be surprised to find that after 50 years it would take a whole "*corps autonome de chargés de recherches*" to describe the history of the organization's first half century.

Surprisingly, there has been little written about Laugier and his role in the organization of science in France. This fact is even more curious because he had such a long and varied career². Perhaps it is the very

1. *Hommage national à Paul Langevin et Jean Perrin* (Orléans: Imprimerie nouvelle, 1939), 21.

2. Aside from short obituary notices in the journals he founded — *Travail humain*, 36 (1973), 193-96 and *Biométrie humaine*, 8 (1973), 1-3 — the best biographical account is in *Biologie et développement. Mélanges... en hommage au Professeur Henri Laugier*, ed. François Perron (Paris: PUF, 1968), 7-13. A compilation of Laugier's non-scientific writings is contained in *Henri Laugier, Du civisme national au civisme international* (Paris: Ophrys, 1972).

range of his activities — researcher and professor of physiology, head of the CNRS, Assistant Secretary-General of the United Nations, patron and connoisseur of modern artists including his close friend Picasso — that has both prevented him from having an enduring impact on a single field of endeavor and made it difficult for biographers to categorize him neatly. In fact, when he died, *Le Monde* titled its obituary article "Henri Laugier (1888-1973): Un éclectique".³

This study is not an attempt to remedy the situation completely but rather to look at the first half of Laugier's career which was devoted to scientific research and culminated in his direction of the CNRS in 1939. There are many reasons to consider this a watershed in Laugier's life, not the least of which was the Second World War and the fall of France in June of 1940 which forced him first to England and then New York and Montreal where he took a post as Professor of Physiology from 1941 to 1943. While in North America, in addition to his academic duties he was a leading spokesman for the Free French movement. Although he temporarily resumed his title as head of the CNRS with the exile government in Algiers, Laugier ceded the position to Frédéric Joliot who had been given the same position by the provisional resistance government in 1944.

Laugier was not director of the CNRS long enough to place a lasting stamp on it (or at least one that would not be profoundly affected by the Vichy and postwar periods), but his background and career until 1940 are worth examining because they reveal much about the general attempt to organize research and especially to bridge the gap between pure and applied science in France during the interwar years. Moreover Laugier's political and organizational role in the CNRS, are discussed elsewhere,⁴ whereas his scientific research in creating the new fields of the physiology of labor, *orientation professionnelle* and biotypology are virtually forgotten.

Finally, to this day there remains a question as to how much of a scientist Laugier actually was. One other purpose of this study is to shed some light on that question. Regardless of the amount of time he spent in the laboratory as opposed to the office, the fact remains that before the creation of the CNRS, Laugier was able to establish an interdisciplinary research program that coordinated work between several important research groups based in the separate fields of physiology, psychiatry and psychology. Laugier established labs, founded journals, and published research results with important applications for industry and government. Needless to say, this was excellent training for the larger tasks that faced him when the CNRS began.

BACKGROUND AND EARLY LIFE

Henri Laugier was born in Mane (Basse-Alpes) in 1888, the son of a professor at the Ecole normale supérieure of Aix en Provence. His father's career took the family to other regions of France as part of the regular circuit followed by instructors in the educational system of the Third Republic. As a result, young Laugier attended schools in Embrun (Hautes Alpes), Montbrison (Loire) and Saint Brieuc (Côtes du Nord) before entering lycée at Grenoble. Despite this moving about, Laugier confessed that in his formative years he led an isolated existence. The future Assistant Secretary-General of the United Nations had not visited another country by the time he finished lycée, and the future patron of the arts had not heard a concert before entering university and had only attended the theater twice. This was typical, however, for the remote Alps region where he spent most of his childhood. Laugier told the story that his father once made a request to take a class of third-year students for an overnight field trip to Chambéry. Although considered "*d'une audace sans égale*", by local authorities, the request was granted. Henri's father showed him the winning essay written after their return by one of the students, which stated, "*nous y avons vu... d'autres pays... d'autres gens, d'autres mœurs*".

During his early education Laugier was, in his own words, "*un très bon élève*" but with the added confession, "*avec tout ce que celle comporte de pèjoratif*". By this he meant that he was always eager to follow the directives of his parents and teachers. One example he liked to give was the decision whether to study mathematics or philosophy his last year in lycée. Despite Henri's own preference for and success in science, his father's advice was, "*Je me rejouis beaucoup, mon fils, de tes succès scientifiques, mais n'oublie pas les résultats de ma vieille expérience de la vie : on n'est pas un homme si l'on n'a pas fait sa philosophie*".

Laugier followed his father's advice, even finishing first in the philosophy class of forty, but he remained unconvinced he made the right choice. After completing his studies at lycée, Laugier rejected parental advice to enter one of the "*grandes écoles*", choosing instead to follow an interest in physiology which had been sparked, ironically, by his philosophy professor's assignment to defend the writings of Claude Bernard in a class debate.⁵

One problem with Laugier's decision was the fact that physiology was only taught in the Ecole de médecine at the University of Grenoble. To his credit he quickly realized that the places to study the subject were Lyon and Paris. With the help of his father's contacts at the Conseil supérieur de l'instruction publique, he transferred to the Faculté de médecine in Paris where Charles Richet held the Chair of Physiology.

3. *Le Monde*, 21 January 1973. The epilogue prompted a complaint from one of his former students, Eugène Schneider in *Bioscience humaine*, 8 (1973), 1.

4. Jean-François Picard and Elisabeth Pradour, "La longue marche vers le CNRS (1901-1945)", *Cahiers pour l'histoire du CNRS*, 1 (1989), 7-40.

5. Perroux, 7.

6. *Du civisme*, 116.

Laugier was even more interested in the work of Louis Lapicque and Albert Dastre at the Sorbonne. Nonetheless, he decided to finish his medical studies, albeit with the minimum of effort. In the words of one biographer, Laugier became a doctor, "sans avoir touché un bistouri dans un service de chirurgie, sans avoir fait de stage dans un service d'enfants, ni de gynécologie, ni de grande spécialité". The only baby he ever delivered was that of the wife of his colonel when he served in the army⁸.

Laugier was equally as selective in how he applied his energies to the study of science. He finished first in general physiology the year he came to Paris, but he was last in botany which he considered a sterile exercise in pure description and classification. Despite the mixed grades, Laugier completed his hospital externship in 1910 and medical degree in 1913. His medical thesis, entitled "Vitesse d'excitabilité et courants induits", was pure physiology, based on work done the year before at the new Institut Marey of Charles Richet. It was his thirtieth scientific publication since a 1908 article in the *Comptes rendus de la Société de biologie* on correlations between the size of eyes and the brain in lower vertebrates⁹. His military medical service had just begun when it was abruptly interrupted by the First World War.

Laugier served on the Western front near Champagne at the beginning of hostilities, but then his regiment was transferred to the Armée de l'Est in the Balkans where combat was more restrained (or non-existent). He returned to Paris after the war to further his studies in physiology, received a scholarship from the Fondation Thiers and completed his doctorat ès-sciences in 1921 writing a thesis on "Electrotonus et excitation"¹⁰. With his second professional degree in hand and the beginnings of a promising research career underway, Laugier was prepared to enter the world of science and politics in Paris between the wars.

THE APPLICATIONS OF PHYSIOLOGY

Laugier's principal research interests after completing his doctorat ès-sciences (besides the measurement of "chronaxie" which was ubiquitous among all of Lapicque's students) were the discovery of a linguo-maxillary reflex and changes induced by chemicals in fermenting milk bacteria¹¹. This work was done in the general physiology lab of Lapicque at the Faculté des sciences. Then in 1923 Laugier became director of a

new Laboratoire de Physiologie Appliquée à la Prophylaxie et à l'Hygiène Mentale created by Edouard Toulouse at the asile Sainte-Anne. It was an important step for Laugier's career in many ways. First, from the standpoint of scientific research, he had only done limited research of an "applied" nature¹². Most of his work had been on muscle stimulation by electric current. As its name implied the lab of Toulouse was obviously more concerned with applications of physiological research, and Laugier soon found himself working on questions of muscle fatigue which had obvious uses in the workplace.

Much more important, the new position marked Laugier's entry into the world of postwar utopian science. The horrors of the Great War had been partly the result of scientific advances, but many saw the only answer to mankind's problems coming from an even more general use of scientific knowledge. One of these was Charles Richet who was an outspoken advocate of the use of new discoveries in biology and inheritance to perfect the human race. The most extensive expression of his eugenic thought was *Sélection humaine*, written before the war but published in 1919¹³. Edouard Toulouse also contributed to this stream of writing such as his *La question sexuelle et la femme* published in 1918. He viewed the problem of insanity (manifested by such behavior as alcoholism, sexual and abnormal perversions) as different forms of degeneration, which he considered the equal of tuberculosis or venereal disease, already recognized as "fléaux sociaux". Psychiatry, according to Toulouse studied the problem in this broader social context, and should more correctly be termed "biocratie"¹⁴.

Laugier participated in many utopian movements in the interwar years, ranging from leadership in educational reform to a fascination and sympathy with several of the ideas for biological regeneration proposed by Toulouse and Richet and the general power of science to make a better world¹⁵. But it was a very specific application of biological science to human problems which became the central focus of his professional career in the next two decades: the psychophysiology of labor and the related fields of *orientation et sélection professionnelle*.

The psychophysiology of labor was an interdisciplinary application of scientific research to very practical problems of human labor. The French scientists who developed the new field included Jean-Marie Lahy and Henri Piéron as well as Toulouse and Laugier. They drew on previously established French research traditions — Lavoisier, Bernard and Marey in physiology; Alfred Binet in psychology — but their most novel contribution was the development of experimental laboratory methods to study human mental and physical abilities with applications

8. Perroux, 9.

9. *Notion sur les titres et travaux de Henri Laugier* (Paris: Imprimerie de la Cour d'appel, 1928), p. 12.

10. (Paris: D. Mawou, 1921).

11. H. Laugier and H. Cardot, "La reflexe linguo-maxillaire", *Comptes rendus de la Société de biologie*, 86 (1922), 529; "Adaptation, transmission des caractères acquis, sélection par concurrence vitale chez le ferment lactique", *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 176 (1923), 1088.

12. A fatigue study of a typist with Richet in 1913.

13. Charles Richet, *Sélection humaine* (Félix Alcan, 1919).

14. Reprint of a talk to Société médico-psychologique, 27 March, 1933, as quoted in *Mélanges pour le cinquantenaire de l'hôpital Henri Rousselle, 1922-1972* (Tours: Laboratoire Sandoz, 1973), p. 11.

15. On the former see Laugier, "La formation du médecin", in *Service de France au Canada* (Edition Bernard Valiquette, 1942), 95-121. His most obvious expression of general faith in science was his long association with the Union rationaliste, as will be seen below.

to the selection and training of the work force. Others in France had made individual starts at this before World War One, such as Armand Isambert, Jules Amar and Henry Le Chatelier, but none left a lasting tradition or students to follow them¹⁶. Lahy, Laugier, Piéron and Toulouse created new institutions or developed close links with existing ones that had an important stake in their research, ranging from schools who trained students, to employers that would eventually hire them. The fruits of their efforts can be seen in many contemporary institutions of vocational guidance, personnel screening and ergonomics labs, along with the intelligence and aptitude exams that have become commonplace today. Drug testing and computer-simulated flight training are but the latest legacies of the work they began in the first part of the century.

Of the four men, Laugier was the junior member both by age and experience. Edouard Toulouse (born 1865), the psychiatrist of the group, functioned as the elder statesman who provided the initial theoretical and institutional base for the others. Lahy (born 1875) was an autodidact who trained himself in both physiology and psychology and was the pioneer of the experimental genius of the group. Piéron (born 1881) was one of the fathers of twentieth century French psychology who succeeded Binet at his Sorbonne psychology lab and became director of the *Année psychologique* in 1912 when he was only 31. He brought further prestige to the group when he was named to a Chair of the Physiology of Sensation at the Collège de France in 1923.

Edouard Toulouse began his medical studies in his native Marseille before coming to Paris in 1889 as a *médecin adjoint des asiles de la Seine*¹⁷. After completing his medical degree, he quickly gained prominence in the developing field of psychiatry with a study of Emile Zola¹⁸. In 1897 he began editing the *Journal de psychiatrie*, and in 1898 Toulouse was named *Médecin-chef* at the asile Villejuif where he established a *Laboratoire de Psychologie Expérimentale* under the *Ecole des Hautes Etudes* in 1900¹⁹.

The life work of Toulouse was mental illness, its causes, effects and treatment. The most distinctive feature of his approach to the problem was the breadth of scope with which he viewed it, a perspective which he successfully imparted to all three of his colleagues. Toulouse saw the

necessity of crossing disciplinary boundaries in order to examine the many influences on mental illness — psychological, physiological, hereditary — hence his invitation to Piéron and Lahy to join the lab under the direction of the Rumanian Nicolas Vaschide. First Piéron and then Lahy succeeded Vaschide as directors of the lab. After the war the laboratory moved from Villejuif to the asile Sainte-Anne where it became part of a greatly expanded *Service départementale de prophylaxie mentale*. Three new labs were added including the Physiology lab which Laugier took charge of in 1923. Piéron had already succeeded Binet at the psychology lab of the Sorbonne in 1912 but stayed in close contact with the Sainte-Anne group²⁰.

Toulouse's answer to mental illness was "*prophylaxie mentale*", a vague term which recognized eugenics as the ultimate means of resolving the problem by eliminating the procreation of mental deficient; but in the meantime he saw the necessity of identifying the mentally ill and treating them, if possible²¹. To his credit, Toulouse's most important goal was the provision of open and free treatment for the mentally ill, with the Hôpital Henri Rousselle being the lasting legacy of his success²². On the other hand, he also supported extensive testing and screening of the population along the lines of the massive American IQ tests of army recruits for the First World War²³. Toulouse saw broad advantages to such testing, not only in identifying those on the lower end of the scale, but also in selecting an elite and determining a proper placement for those in between as well. Never one to be guilty of understatement, Toulouse once proposed, "that entry into every school and factory should be by way of a psycho-physiological laboratory acting as an organ of selection and classification"²⁴.

Shortly before the turn of the century, Toulouse began writing books and columns for newspapers and magazines to popularize his ideas. One article written in May 1905 entitled "*La crise du travail*" was inspired by a series of strikes and demonstrations in Limoges the previous month which Toulouse, true to his principles, considered "*simples signes du malaise dont souffre le monde du travail*". To study the problem scientifically, he proposed a "*Laboratoire du Travail*", which he justified as

20. For the activity of the labs, see Toulouse, "L'Hôpital psychiatrique ouvert et le centre de prophylaxie mentale de la Seine", *Annales médico-psychologiques*, 91 (1933), 492; and the article by Toulouse's successor Genêt-Perrin, "La prophylaxie mentale à l'Hôpital Henri Rousselle", *Bulletin médical*, 34 (1939), 647-52.

21. Toulouse, "L'organisation technique de la prophylaxie mentale", *Annales médico-psychologiques*, 76 (1920), 510-12.

22. Toulouse has left a very complete record of the steps along the way in creating the hospital. One very detailed account written by Toulouse but presented by Laugier to an international congress in Washington is "The Organization of the Psychiatric Hospital and its Role in Social Life", *Proceedings of the First International Congress on Mental Hygiene, Washington, D.C., May 3-10, 1930*, ed. by Frank E. Williams (New York: International Committee for Mental Hygiene, 1932), 293-352. For a later equally detailed version in French, see Toulouse, "L'Hôpital psychiatrique Henri Rousselle", *Prophylaxie mentale*, 11 (1937), 1-59.

23. Toulouse, "Prophylaxie et assistance", *Informateur des aliénistes*, 10 (1920), 323-25, 327-28.

24. Quoted in E. Gauthier, "Vocational Guidance [in France]", *International Labour Review*, 5 (1922), 710.

16. For background, see Georges Ribeill, "Les débuts de l'ergonomie en France à la veille de la Première Guerre mondiale", *Mouvement social*, 113 (1980), 3-36.
17. There are only a few, brief biographical notices on Toulouse, such as Piéron's, "Nécrologie - Dr. Edouard Toulouse", *BINOP*, 2e sér., 3 (1947), 95-96; L. Marchand, "Edouard Toulouse (1865-1947)", *Annales médico-psychologiques*, 105 (1947), 359-60; and thesis by Sage Michel, "La vie et l'œuvre d'Edouard Toulouse", (Medical thesis, Marseille, 1979) is a disappointment, containing little more than a summary of the obituaries. There is also an entry for Toulouse in the *Nouvelle histoire de la psychiatrie*, Jacques Postel and Claude Godel eds. (Toulouse: Privat, 1983), 722-23.
18. *Les rapports de la supériorité intellectuelle avec la neuropathie* (Paris: Société des Études scientifiques, 1896). He did a second study in the series in 1910 on Henri Poincaré.
19. This was only the third psychology lab in the country; the other two were the *Laboratoire de Physiologie des Sensations* of Charles Henry and Alfred Binet's *Laboratoire de psychologie physiologique* at the Sorbonne. Ribeill, 20.

follows. "On a créé à Paris un laboratoire qui analyse les denrées alimentaires et surveille les fraudes. Chacun en a bénéficié.... Plus récemment, on a créé au Conservatoire des Arts et Métiers un laboratoire d'Essais où les produits industriels sont analysés.... Il en résultait par exemple qu'aujourd'hui le médecin peut avoir un thermomètre contrôlé par le Conservatoire et d'une précision certaine. Tout cela est bien. Mais on n'a encore rien fait pour l'étude de la machine humaine, du travailleur²⁵. Anticipating, in effect, an important part of Lahy, Laugier and Piéron's work in the twenties and thirties, Toulouse predicted how the work of the lab would become an integral part of every enterprise. "Dans chaque industrie, il déterminerait la résistance et les aptitudes nécessaires et proposerait une épreuve tendant à sélectionner les travailleurs".

As we shall see, things did not work out exactly as Toulouse predicted. For example, his laboratory would presumably be independent, if not government supported and set standards for all industries and professions. Knowing the standards, it would be the obvious source of information for legislation to monitor working conditions. Moreover, since "un grève est une maladie sociale", the Laboratoire du Travail could be called upon in times of crisis, to "expédier sur place une commission de recherches qui saurait procéder à des études méthodiques, établir des tares et les vices de fonctionnement, signaler les remèdes efficaces²⁶".

The patronat did not allow such powers to escape its control; in practice each enterprise created its own laboratory; but Toulouse's concept of the scientific study of work (as interpreted and implemented by Lahy, Laugier and Piéron) became the basis of the French school of psychotechnique later used by many of these industries. This French approach contrasted with the ideas of the American Frederick Taylor who regarded the worker only from the outside, that is, the activities which could be made more economical and efficient in order to maximize profits. Toulouse, and later Lahy and Laugier, were much more interested in the worker's underlying psychology and physiology²⁷. They shared the same goal of efficiency but not so much for the sake of profit (which it would improve, they never hesitated to tell employers with whom they worked in the 20's and 30's) as for the sake of keeping the worker/machine in its best condition²⁸.

25. *Le journal*, 19 May 1905, p. 1, reprinted in Toulouse, *Leçons de la vie* (Paris: Librairie universelle, 1906), p. 209.

26. p. 212.

27. On Taylorism in France, see Aimé Moutet, "Les origines du système Taylor en France. Le point de vue patronal (1907-1914)", *Mouvement social*, 93 (1975), 15-49; Patrick Friedmann, "Un tournant Taylorien de la société française, 1900-1914", *Annales ECS*, 42 (1987), 103-60. A few French enterprises adopted Taylor's methods beginning in 1907, but it was Louis Renault's trip to the U.S. in 1911 and his subsequent attempt to implement Taylor's ideas that prompted strikes and brought them notoriety. Taylor's book was not translated into French until 1912.

28. Lahy was one of the earliest to criticize Taylor in "La méthode Taylor peut-elle donner une organisation scientifique du travail?", *Grande revue*, 95 (1913), 345-61. His fuller treatment was *Le système Taylor et la physiologie du travail professionnel* (Paris: Masson, 1916). Although there has been a great deal of literature recently on Taylorism in Europe, only a few scholars have recognized this independent French tradition. Among them are Rieff and Anson Habinbach, "The European Science at Work: The Economy of the Body at the End of the Nineteenth Century", in *Work in France*, S. L. Kaplan and C. J. Koop eds. (Ithaca: Cornell University Press, 1987), 475-513.

Toulouse's more practical contribution to the scientific study of work in France was to provide an institutional base for those working in the new field of the psychophysiology of labor for almost four decades. In concrete terms, this gave Piéron and Laugier for a limited time, and Lahy for a longer time, laboratory facilities for their own and their students' research. In addition, they were able to publish the results of their findings in the journals that Toulouse edited until they were better established and had their own journals to edit; and all of this was in a setting that Toulouse consciously created to facilitate interaction between different disciplines. In describing the need for additional laboratories at his new center in 1922, Toulouse stated, "le champ d'études est trop vaste pour pouvoir être exploité par des efforts isolés". Especially in the area of research, he pointed out, "pour aboutir à des découvertes, il faut organiser un travail collectif auquel contribueraient étroitement des savants et des techniciens physiologistes, psychologues, physiciens et chimistes²⁹".

Henri Laugier was the furthest removed from Toulouse of the three collaborators from the standpoint of age (23 years separated them), as well as training and the amount of time he worked with him (beginning twenty years after Piéron and Lahy). But from the standpoint of breadth of vision, organizational ability, skill in showing the usefulness of science to the rest of society, and the ability to pick and work with collaborators, Laugier was the closest to Toulouse. As will be seen, much of Laugier's work in establishing the physiology of labor and the CNRS during the twenties and thirties resembled Toulouse's efforts in the first decades of the century.

Henri Piéron also demonstrated remarkable organizational abilities in creating the new field of psychology in France, but he did so from well-established positions within the Sorbonne and the Collège de France. Piéron was born in the heart of the Parisian Latin Quarter, where he attended school and spent his whole professional life³⁰. His father, like Laugier's, was an educator who taught at the Lycée Saint Louis and eventually became Inspecteur-en-chef of public education³¹. Piéron also had a disagreement with his father over the choice of schools and careers. In this case, the son favored philosophy, whereas according to Piéron, "Mon père, normalien et mathématicien, comptait que je me présenterais à l'Ecole Normale dans la section des sciences et insistait sur les mathématiques³²". One wonders whether this was just a coincidence or if it was an important inspiration for both Piéron's and Laugier's later interest in orientation professionnelle. In a 1953 talk commemorating the 25th anniversary of the creation of the Institut National d'Orientation Professionnelle, Piéron quoted from another of Toulouse's articles for *Le*

29. Toulouse, "Prophylaxie et assistance", 222.

30. Unlike the others, there is a wealth of biographical information on Piéron. The most complete is his autobiographical account in *The History of Psychology in Autobiography* (Worcester: Clark University Press, 1952), 4:257-78. For obituary notices, see the *Revue de psychologie appliquée*, 14 (1964), 213-18 and the *Journal de Psychologie*, 62 (1965), 139-44. Other indications of Piéron's importance are commemorative pieces, one while he was still alive, in *Année psychologique*, 50 (1951), vii-xvi; and another on the hundredth anniversary of his birth, Geneviève Orlon, "Hommage à Henri Piéron", *Bulletin de Psychologie*, 35 (1981), 273-94.

31. *Autobiography*, 258.

Journal at the turn of the century which offered a vision of *orientation professionnelle* sympathetic to both his and Laugier's (not to mention many other French schoolboys') personal experiences. "Un jour viendra", Piéron quoted Toulouse, "où le concours consistera en un examen médico-psychologique dans lequel les aptitudes particulières de chaque individu seront cotées, et aucun père de famille ne poussera son enfant vers un métier ou une profession sans l'avoir fait examiner, comme on fait dès maintenant essayer une machine".³²

Piéron opted instead to study philosophy at the Sorbonne where he eventually passed his *licence* and *agrégation* in 1903. During his studies he followed the courses of Théodule Ribot and Pierre Janet as well as Lapique who encouraged him to follow his interests in the new field of psychology which was then emerging from philosophy. In fact, it was they who suggested the position as *preparateur* for Toulouse's lab in 1900 even though Piéron was only 20. The laboratory experience — especially his participation in the writing of the *Technique de psychologie expérimentale* — was crucial in his decision not just to study psychology but to do so scientifically, which he did by working on a doctorat *ès-sciences* completed in 1912.³³ In the meantime, Toulouse appointed him managing editor of the *Revue scientifique* in 1904, and when Vaschide died suddenly in 1907, Piéron became head of the experimental psychology lab.³⁴

In addition to completing his doctorate in 1912, Piéron was also named successor to Binet as director of the Laboratoire de Psychologie Physiologique at the Sorbonne, and he became editor of *Année psychologique*, a position he held for the rest of his life.³⁵ After the war he was named to a newly created Chaire de psychologie des sensations at the Collège de France; and thereafter, he moved from one position of leadership to another in the growing field of psychology both in France and on the international level.

Piéron's importance to the development of modern psychology should not overshadow his contribution to the study of the psychophysiology of work. The common professional interest he shared with Toulouse, Lahy and Laugier was measurement of intelligence, an interest that began when he first started work with Toulouse in 1901. That work increased greatly after he took charge of Binet's lab. In developing new tests of intellectual ability, Piéron remained true to the approach of his predecessor which was in marked contrast to the German and American obsession

with an intelligence quotient.³⁷ In opposition to the American search for one number which supposedly measured intelligence derived from a comparison between mental age and chronological age, Piéron — as Binet before — insisted on the complex nature of mental ability which could only be revealed by numerous and varied tests of such things as memory, attention, and comprehension.³⁸ Even then, he argued, the results were much more a multifaceted reflection of the individual's abilities than a number to be ranked on a scale. Despite Toulouse's admiration for the broad application of American IQ testing, he was sympathetic to Piéron's skepticism, perhaps because of his training in the clinical method. In their *Technique de psychologie expérimentale*, the co-authors stated, "Le chiffre précise quelque chose; mais il faut connaître ce qu'il est chargé de préciser; le chiffre n'a aucun valeur par lui-même; il illustre, peut-on dire, un phénomène qui prend avec lui une détermination quantitative plus exacte, mais c'est le phénomène qui est le plus important, non son évaluation numérique".³⁹ As we shall see, this same appreciation of individual complexity was also a fundamental part of Lahy's and Laugier's approach to the psychophysiological study of work. To the already multifaceted measurements of intelligence developed by Binet and Piéron, they added other mental and physiological tests in order to develop a profile of each worker or student under study.

Of the three collaborators, Piéron worked most closely with Laugier, beginning with a study of Parisian school children in the early 20s and continuing through their work in establishing the Institut National d'Orientation Professionnelle in 1928. Piéron also participated in Laugier's Société de Biotypologie and Laboratoire de Biométrie which was created in the 30s. Even before Laugier left France in 1940, Piéron had agreed to direct the study of pilots and crew for the Armée de l'Air; and he took complete charge of Laugier's biometrics lab and personnel during the Occupation.⁴⁰

If the main importance of Toulouse and Piéron to psychology and the study of work was to take it out of the academy and into the laboratory, Jean-Marie Lahy took it out of the laboratory and into the workplace. Among his pioneering innovations was one of the first on-site physiological examinations of workers (1908), the creation of the first in-house psychotechnique lab for a company (1923), and the first psychotechnique study of a whole rural community (1935). The list of laboratory instruments he invented for these studies included a portable

37. There is a rapidly growing literature on the history of IQ testing in America. For a bibliographical review, see Jonathan Harwood, "The IQ in History", *Social Studies of Science*, 13 (1983), 465-77. For more on Binet, see Th. Woll, *Alfred Binet* (Chicago: University of Chicago Press, 1973).

38. Reuchlin, *Revue de psychologie appliquée*, 216-17.

39. Quoted from the second edition (1911) in R. Laumonde, "Mesure-t-on les fonctions intellectuelles?" *Revue philosophique*, 104 (1927), 428.

40. For more on the aviation tests, see AN 800284, Liaison 5 "Note sur les travaux effectués au Centre National de la Recherche", p. 33; and Piéron, "Tests de sélection en aviation militaire", *BINOP*, 2e sér., 3 (1947), 33-43; 65-74; 119-17. For a more personal account of the occupation, see Piéron, "Souvenirs des années maudites", *BINOP*, 2e sér., 1 (1943), 1-9 and "Nécrologie — Dagmar Weinberg", *Biotypologie*, 8 (1946), 117-19.

32. *Notice sur ses travaux scientifiques par Henri Piéron* (Paris: A. Davy, 1923), p. 3.

33. Piéron, "La place de l'Institut dans l'histoire de l'orientation professionnelle", *BINOP*, 2e sér., 9 (1953), 7-8. It should be noted that in his autobiographical piece, Piéron minimized the disagreement.

34. On the importance of Toulouse and his lab, see Reuchlin's contribution to the *Oitron Hammege*, 285-86.

35. *Autobiography*, 266.

36. One of his competitors to run the lab was Toulouse who wanted to combine it with his at Villejuif. Fraisse, "Henri Piéron: instaurateur de la psychologie scientifique", *Bulletin de psychologie*, 35 (1981), 284. Ever the attentive student, Piéron was to merge his lab with the Laboratoire de Psychologie des Sensations after Henry's death in 1926. For more on the politics of these decisions see *Autobiography*, 266-67.

device for detecting respiration exchange, automatic recording plotters for reaction times and cardiovascular changes, and devices to test the vision of automobile drivers⁴¹.

Lahy published his first article on blood pressure in collaboration with Vaschide in 1902, but his advancement at Toulouse's experimental psychology lab was dependant upon Piéron's promotions⁴². Hence, for this and another article published in 1904 he listed his position as simply "élève du Laboratoire de psychologie expérimentale de l'Ecole des hautes études". Only in 1907 when Piéron succeeded Vaschide as head of the lab, did Lahy take Piéron's place as an assistant. In 1912 when Piéron left for the Sorbonne lab, Lahy became Chef de Travaux. Once in that position, although the lab underwent name and affiliation changes, Lahy remained there until the Second World War.

Lahy's method of research was meticulous and long term. As a result, he did not rush to publish his results. For example, he began a study of typists in 1905 and a second study of tram drivers in 1908 and did not publish anything about them until 1913 and only then, as he noted, because, "une inquiétude, née dans le public, par suite de l'application en France des méthodes de travail américaines", caused him to publish preliminary findings⁴³. He did similar multi-year studies in the 20s and 30s even after he had much better facilities and assistants.

Other features of the tram driver and typist studies set a pattern for future work. First, as mentioned earlier, Lahy combined psychological and physiological tests which became a basic feature of psychotechnique that distinguished it from Taylorism by its concern with the inner workings of the laborer. Lahy's method, as he later described it with reference to railroad signalmen, was as follows, "Pour étudier les aiguilleurs, nous avons dû apprendre — autant que possible — le métier d'aiguilleurs, non seulement au point de vue de la succession des gestes, mais surtout au point de vue des attitudes mentales que commande ce travail."

41. Lahy, "Modifications des échanges respiratoires sous l'influence du travail musculaire, une technique nouvelle, ses résultats", *Journal de physiologie et de pathologie générale*, 14 (1912), 1129-37; "Sur l'emploi des appareils de mesure des temps de réaction en psychotechnique. Un appareil nouveau: le chronographe imprimeur", *Travail humain*, 3 (1935), 82-128; "Utilisation de la méthode phtzographique pour déterminer les modifications cardio-vasculaires au cours des états émotionnels", *ibid.*, 7 (1939), 27-61; and "Tests de vision pour conducteurs d'automobiles: vision nocturne", *ibid.*, 353-400.

For years there was only a brief obituary on Lahy written after the war by Laugier in *Travail humain*, 9 (1946), 1; and a longer one by a former student Suzanne Pacoud in the same journal, *Travail humain*, 14 (1951), 338-43. Thanks to the work of Ribell, Lahy now receives more attention in histories of applied psychology and physiology. See, for example, Ph. Tescho-Rigon, "50 ans de Travail Humain: histoire d'une revue, évolution d'une discipline", *Travail humain*, 47 (1984), 6-11. The most complete study and list of publications is Marcel Turbiaux, "J. M. Lahy (1872-1943): Essai de bio-bibliographie", *Bulletin de psychologie*, 36 (1982-83), 969-85.

42. Vaschide and Lahy, "La technique de la mesure de la pression sanguine", and "Les données expérimentales et cliniques de la mesure de la pression sanguine", *Archives générale de médecine*, 11 (1902), 602-39; 711-79.

43. Lahy, "La supériorité professionnelle chez les conducteurs de tramways dans ses rapports avec la consommation d'énergie électrique", *Technique moderne*, 7 (1913), 388; "Les conditions psycho-physiologiques de l'aptitude au travail dactylographique", *Journal de physiologie et de pathologie générale*, 15 (1913), 826-34. The complete versions of these studies were published in 1927 and 1924 respectively.

Pour y parvenir, il ne suffit pas d'apprendre le métier comme firent les candidats, mais d'en pénétrer tout le mécanisme psychologique⁴⁴. Lahy's highly empirical approach to the development of tests can also be seen in the typist study, whereby he divided eleven subjects into two groups according to their already established reputations for being good or poor typists. Then following the style of Binet, he submitted them to a wide variety of psychological tests (memory, attention) and physiological tests (ambidexterity, reaction time, resistance to fatigue), and looked for correlations.

One of the most effective ways Lahy was able to convince employers to follow his findings was to show them that they would save money. This proved surprisingly easy to do. In the 1908-13 tram study, for example, Lahy started with a simple assumption (as he had done with typists) about who the best drivers were, namely those who had the fewest accidents and consumed the least electricity. The accident rate was manifest enough, and Lahy was able to show in his preliminary report that overall electricity use varied as much as 11% between drivers. A new driver might use 35% more power in starting a tram than a good, experienced one⁴⁵.

Lahy expanded his study after the war, when the nine electric tram and autobus companies of Paris merged to form the Société de Transport en Commun de la Région Parisienne (STCRP), and the president of the new company asked Lahy and Toulouse to apply and extend Lahy's earlier study to the 4 500 applicants reviewed each year to drive the vehicles owned by the company. The most important new development in this work, besides its magnitude, was the fact that the STCRP agreed to build and equip a laboratory for the studies at a new facility in Paris on rue Hainaut⁴⁶. Lahy then developed the tests and trained the personnel to run them for the company.

When Lahy published his complete study, he had little difficulty persuading the head of the STCRP to write a preface which proudly announced the annual savings of 150 000 fr. per year from reduced dropout of apprentices thanks to Lahy's screening procedures, plus another 1.3 million fr. saved from fewer accidents⁴⁷. A study ten years later showed a drop in accident rates among drivers from 1.53 to 0.27 per year. By 1938 even though the number of buses and cars in Paris had doubled and automobile accidents had risen by 94%, the number of STCRP accidents had actually declined by 31%⁴⁸.

Given this success, Lahy found his services in great demand by such enterprises as the tram systems of Marseille and Liège, the French navy, the Belgian Fabrique nationale d'armes de guerre at Herstal, the Polish

44. Lahy, "Le premier laboratoire psychotechnique ferroviaire français au Chemin de fer du Nord", *Travail humain*, 1 (1933), 419.

45. *Ibid.*, 390.

46. *Ibid.*, 1-2. The new facility succeeded in capturing popular attention. See, Jacques Boyer, "Le laboratoire psychotechnique", *La nature*, 53 (1925), 69-75.

47. Preface by L. Baccquyrisse in Lahy, *Sélection psychophysique des travailleurs. Conducteurs de tramways et d'autobus* (Paris: Dunod, 1927), xi-xii.

48. Baccquyrisse, "La sélection psychotechnique des machinistes et la diminution des accidents", *Travail humain*, 2 (1934), 443-47; Turbiaux, 975.

railways and several department stores in Paris. There was also an impressive list of foreign visitors who came to study Lahy's new techniques, including delegations of students from Russia, Rumania, Spain and Holland⁴⁹. In the 1930s Lahy created another laboratory for the Chemins de fer du Nord, and Laugier did likewise for the Chemins de fer de l'Etat⁵⁰. More will be said on these last developments after a look at how Laugier came to the study of the science of work.

LAUGIER IN THE TWENTIES :

From the Compagnons to the Conservatoire

When Laugier took up his duties at Toulouse's lab in 1923, he did not immediately begin research on the scientific study of work, despite the progress that had been made by his other three colleagues. Shortly before accepting the appointment as the head of the physiology lab at Sainte Anne, Laugier became involved in a movement for educational reform which kept him from devoting his full attention to the physiology of labor until the end of the decade. For the most part this did not cause him to lose much ground. Toulouse was establishing his open psychiatric hospital; Piéron had his journal, chair, labs and Institute of Psychology to keep him busy; and Lahy had his work with the STCRP which, given his method of proceeding, would take him years to complete. Laugier's detour, meanwhile, rewarded him and the new field handsomely through the new contacts he made in an organization called "Les Compagnons de l'Université nouvelle".

The *compagnons* hold a special place in the history of educational reform in France because of the dramatic way they first presented their ideas⁵¹. What more dramatic setting to begin such a movement than the trenches on the front near Compiègne in the summer of 1917. It was there that several soldiers whose university studies had been interrupted by the war — Albert Giard, Hippolyte Luc, Edmond Vermeil and J. M. Carée — found themselves stationed; and to take their minds off the fighting they discussed their past and future schooling⁵². By the end of 1917, having arrived at agreement about what French schools should be like when the war ended, they drew up a "manifesto" which appeared in February 1918, signed only "Les compagnons". Two *Cahiers* published under the pseudonym "Probus" followed shortly thereafter which outlined in more

detail the two basic goals of the reformers, "Il faut que tous soient instruits" and "il faut en outre que les meilleurs soient tirés de la foule"⁵³. The key institution in the reform was the "école unique", which would provide the same basic primary education for all French children, and from which the best would be drawn.

The broad appeal of the ideas plus the mystery surrounding their authors (the name "*compagnons*" was chosen to evoke the Middle Ages) added greatly to the popularity and aura of the group. Then in 1919 they purchased a bankrupt monthly entitled *Solidarité* and began publishing theirs and others' ideas about educational reform, in the process revealing their names. With the mystery gone and the war over, however, the *compagnons* soon began to slip into the obscurity of other would-be reformers at the time. Some of their original leaders finished their studies and took posts in the provinces. Carée, for example went to Lyon where he began an illustrious career as a professor of comparative literature. Membership began to decline and the organization was on the verge of disbanding when in February 1921 Henri Laugier joined and was appointed to the Comité Directeur of the *compagnons*.

Laugier has not left a record explaining specifically what motivated him to join the organization, but there are some obvious reasons why he should have been attracted to its work. He was, like the original *compagnons*, a World War One veteran whose schooling had been interrupted by the war. Moreover, while completing his studies after the war he held a scholarship from the *Fondation Thiers* at the same time as Carée who often gathered the other *compagnons* for discussions and plans⁵⁴. In the end, Laugier's decision to become involved may have been the result of a suggestion from his mentor Louis Lapique. The membership lists of the *compagnons* show occasional interest by a few well-established educators, professors and journalists. For example, in 1920 Jules Fontegne, a professor of *orientation professionnelle* at Strasbourg, joined as did Jean Perrin and Yvon Delbos, a future Minister of Education who was then a writer for the *Depêche de Toulouse*. So it was not unprecedented for Lapique who held the Chair of Physiology at the Sorbonne, to join in June of 1920. It was unusual, however, for him to contribute an article to *Solidarité* in January of 1921 on the staffing of scientific laboratories, which pointed out that the selection of the best laboratory research personnel might be just as important for education as selecting the best students for schooling⁵⁵. The following month Laugier, who was then a *préparateur* for Lapique, presented himself to the steering committee of the *compagnons*.

Regardless of Laugier's inspiration, it did not take him long to make a dramatic impact. In the process he demonstrated a knack for organization and action which would be a trademark of his career for the next 50 years. Two months after joining, Laugier presented a proposal to the yearly general assembly for a "*campagne d'opinion*" to reach the broad

49. Pécoud, 340; Turbiaux, 975.

50. Lahy, "Le premier laboratoire", 409-31; Laugier and D. Weinberg, "Le laboratoire du travail des Chemins de fer de l'Etat", *Ibid.*, 4 (1936), 257-68.

51. On the *compagnons* see John Talbot, *The Politics of Educational Reform in France, 1918-1940* (Princeton: Princeton University Press, 1969), pp. 34-64; and Antoine Prost, *Histoire de l'enseignement en France, 1800-1967* (Paris: Armand Colin, 1968), pp. 405-32.

52. J.M. Carée, "L'histoire des 'compagnons'", *Compagnons de l'université nouvelle* (Paris: Fichback, 1920), 3-15.

53. Albert Giard, "La doctrine des 'compagnons'", *Ibid.*, 17.

54. Charles-Edouard Perrin, "Témoignage d'amitié", *Connaissance de l'étranger. Mélanges offerts à la mémoire de Jean-Marie Carée* (Paris: Marcel Didier, 1964), 40.

55. *Solidarité*, 15 January 1921.

public. Almost everyone, Laugier explained, recognized that the goals of the *compagnons* were laudable, but they needed to reach, "*non seulement les universitaires, mais le grand public et de faire pression sur le gouvernement et le Parlement pour qu'ils entrent enfin la voie des réalisations*". Despite the radical change this would mean for the organization, the idea was accepted and Laugier was given the title "*délégué à la propagande*". In the next few months and into the fall, he made plans for a large public meeting to be held in February 1922 on the subject of "*l'égalité de tous devant l'enseignement*". As main speaker Laugier secured Ferdinand Buisson, a well-known educational reformer and head of the Ligue des droits de l'homme. Even more noteworthy for Laugier's later career were several other political and scientific leaders he persuaded to share the podium and make brief remarks. These included Emil Borel, Yvon Delbos, Edouard Herriot and Paul Painlevé.

Laugier's choice of topic and speakers (not to mention his grasp of the notoriety the *compagnons* could exploit) produced an impressive response from the public, with over a thousand people crowding into the Salle des sociétés savantes for the meeting⁵⁶. The interest continued thereafter as Laugier had hoped. Membership in the *compagnons* immediately increased; Laugier started a "*caisse de propagande*" for contributions from patrons; and he organized a "*soirée dantesque*" later in the spring, aimed at more of a university audience than the usual "*grand bal*". In July 1922 another public meeting was held on the subject of the "Ecole Unique" with a similar mix of educators and political figures as speakers, including Léon Blum⁵⁷. The Comité Directeur was obviously delighted with its new "*commissaire de propagande*". At the general assembly of 1922 the General Secretary of the *compagnons* praised Laugier's actions as being "*directe, intelligente et intense*", as a result of which the organization's morale was "*excellent*" and its financial position was "*satisfactory*".

More than that, Laugier's efforts also showed results at the governmental level. After Herriot's victory in the 1924 elections, he appointed a "Commission de l'école unique" with Buisson at its head and Laugier, now president, representing the *compagnons*⁵⁸. Two others on the commission with whom Laugier would later work were Paul Langevin and Jules Fontegne. The commission presented an exhaustive report and recommendations the following year which, although not implemented, became a standard part of educational reformers' plans between the wars⁵⁹. The work of the commission was also a personal milestone for Laugier who now was part of the highest educational and scientific circles of France. In the fall of 1925, when the Radicals under Painlevé formed a new government and Delbos took the Ministry of Education, he called on Laugier to serve as his "*chef de cabinet*". Although the government

soon fell and Laugier went back to presiding over the *compagnons*, another measure of his new stature was that when he finally stepped down as president in April 1929, he was succeeded by Paul Langevin⁶¹.

The following year Albert Bayet, an educator who had joined the *compagnons* shortly after Laugier, launched the Union Rationaliste, and Laugier was a natural choice for the comité de direction of the group whose goal was to "*définir et répandre dans le grand public, l'esprit et les méthodes de la science*"⁶². The organization quickly grew in size as it became an important center for those interested in scientific reform during the 30's, including Paul Langevin (Vice President), as well as Jean Perrin and Emile Borel (both members of the Comité d'honneur). Laugier's work in educational reform in the 20s, thus, helps explain how he became part of this important circle of French scientific reformers during the 1930s.

Laugier's interest in education was also the means by which he became involved in *orientation professionnelle*. The connection was logical and was recognized by Laugier as early as 1921 in an article he wrote for *Solidarité* entitled, "Sélection : notes éliminatoires et notes décisives". The problem he addressed was the question of how to achieve the second goal of the *compagnons* : "*tirer les meilleurs de la foule*". The point of Laugier's article was that there should be more flexibility in the examination practice which eliminated a candidate for higher education who received a low grade in any subject. Perhaps Laugier was thinking of his own uneven performance in school when he urged that a candidate be admitted if a mark in a particular subject was high enough to be a "*decisive*" indication of ability. As he observed, rather than being well-rounded, "*les grands producteurs, qu'ils soient littérateurs, savants, industriels, hommes d'action, sont souvent des cerveaux extrêmement spécialisés*"⁶³.

This article marked the beginning of Laugier's long interest in questions of school promotion, grading and examinations as measures of ability. The following year he participated in a study with Henri Piéron and his wife on the validity of the examination for the "*certificat d'études primaires*" in which they correlated the examination results with grades for the school year and performance on psychological tests. The findings for 120 Parisian school children were surprising enough to warrant further study. An average of 55% correlation was found between class rank at the end of the year and the results of the exam for the certificate; and only a 20% correlation was found between the exam and the psychological tests. These and other studies — including changes in the psychological tests and studies of consistency of grading by comparing the marks given by different graders for the same exam — were officially named "*docimology*" by Piéron, and in the 20s and 30s became an important part of research in *orientation professionnelle*⁶⁴.

61. *Université nouvelle*, 4 (1929), 52.

62. Albert Bayet, "Notre programme", *Cahiers rationalistes*, 1 (1931), 2.

63. *Solidarité*, 15 June 1921.

64. One version of the results presented at a 1927 conference on psychotechnique was published as "Etude critique de la valeur sélective du certificat d'études et comparaison de cet examen avec une épreuve par tests", *Prophylaxie mentale*, 10 (1935), 11-18.

56. *Ibid.*, 15 April 1921.

57. For an admittedly biased report, see *ibid.*, 15 March 1922.

58. *Ibid.*, 20 July 1922.

59. J.O., *Lois et décrets*, 1924, p.11 031.

60. J.O. Documents parlementaires - *Chambre*, 1925, annexe 1965, pp. 1 798-1 858; and *Poiss.*, p. 407.

Laugier was also *rapporteur* of the subcommission on "orientation-sélection" of the parliamentary Commission pour l'Ecole Unique, to which he invited Piéron to give testimony early in 1925⁶⁵. In the meantime, the movement for *orientation professionnelle* support especially gained in the French provinces after the war by focusing attention on a different aspect of educational reform: the crisis in apprenticeship selection and training. In effect, it was the question of what to do with the school children who did not continue their studies after primary school, a problem that was as crucial for the individual student as it was for the country, given the reconstruction needs and labor shortage after the First World War⁶⁶.

The *orientation professionnelle* movement was broadly based. Several centers opened after the war in Strasbourg, Bordeaux, Lyons and other provincial cities. A commission was created by the Ministry of Education in 1922 and Fontegne was appointed "inspecteur" in 1924, but many still complained that the movement lacked focus and sufficient representation in Paris. In 1928 Fontegne, Piéron and Laugier (the *compagnons* had also established a "commission d'orientation professionnelle") combined their resources to found a center in Paris to be called the Institut National d'Orientation Professionnelle⁶⁷. Its three main goals were to train guidance counselors, conduct research and act as an information center including the publication of a journal. Laugier's participation involved teaching physiology to the classes of 45 students each fall who came to Paris to study for a certificate in counselling. He also continued his research on measurements of school children's ability in conjunction with the institute, and in the process he began collaborating with Dagmar Weinberg, a researcher who was to play a crucial role in Laugier's work during the 30s.

LAUGIER AT CNAM : PHYSIOLOGY AND THE SCIENCE OF WORK

If Laugier's role in founding INOP was an indication of his increased stature by the end of the 1920s, an even more important development in his scientific career was his appointment to the Chair of Physiologie du Travail at the Conservatoire National des Arts et Metiers in 1929. The Conservatoire had tried to support the scientific study of work in the first decades of the twentieth century by creating a Chaire de l'Hygiène Industrielle in 1912, but it was unable to attract individuals of the caliber

of Toulouse, Piéron or Lahy. The chair was held briefly by Henri Pottevin from 1923 to 1928, and another Chaire de l'Organisation Technique du Travail Humain was held from 1920 to 1923 by Jean-Paul Langlois. When Pottevin died in November 1928, the two chairs were combined into a Chaire de Physiologie du Travail, Hygiène Industrielle et Orientation Professionnelle. Laugier was the first to occupy it⁶⁸.

The importance of Laugier's appointment can be seen from the fact that before he went to CNAM, he had to rely on his position at the Sorbonne and Toulouse's hospital to earn his livelihood. Beginning as a *préparateur de physiologie générale* for Lapique at the Faculté des sciences, Laugier was promoted to *Chef de travaux* in 1923 and *Maitre de conférence* in 1929. Given the system of chairs at the Sorbonne, however, he was effectively blocked from further advance until Lapique died or stepped down. Laugier's position as director of Toulouse's Laboratoire de Physiologie Appliquée à la Prophylaxie Mentale at the new Hôpital Henri Rousselle in 1923 might have served his purposes as a research facility (as it did for Lahy), especially after it became part of the Ecole pratique des hautes études in 1927; but the demand for services at the hospital was so great that most of the lab's activity was devoted to routine tests of patients⁶⁹. In fact, one of the reasons Lahy developed psychotechnique labs on-site in the 1920s was the lack of facilities at Sainte-Anne. Many of his more theoretical studies in the thirties were done at the facilities he created for the STCRP or the Chemins de fer du Nord rather than at the Laboratory of Experimental Psychology at Sainte-Anne.

Laugier's appointment at CNAM was, therefore, a very important change in many ways. Beyond the obvious increased status and income which permitted him to leave Toulouse's lab, it finally gave him an independent base from which to launch a program of scientific research. He now had students, a laboratory and the prestige of CNAM to conduct studies not just on his own but for government and industry as well. In the next ten years Laugier showed the same capacity for direct, intelligent, and intense action that he had demonstrated earlier with the *compagnons*. The result left a lasting mark on the new field of the scientific study of work.

Laugier's research while he was at the CNAM can be divided into three areas: physiology of labor, *orientation professionnelle* and biotypology. Although there was much overlapping between these fields, the first two represented work begun with or inspired by Piéron and Lahy, whereas biotypology represented an attempt to create a new field of study. Much of Laugier's work on the physiology of labor was similar to Lahy's in psychotechnique with direct applications in industry. For example, Laugier repaired the equipment at CNAM dating from 1910

65. J.O. Documents parlementaires - Chambre, 1925, annexe 1965, pp. 1 806-08.

66. There are several histories of *orientation professionnelle*. One recent study with a particularly good historical perspective is by Michel Huteau and Jacques Lantry, "Les origines et naissance du mouvement d'orientation", *Orientation scolaire et professionnelle*, 8 (1979), 3-43.

67. In addition to Huteau and Lantry, see Piéron, "La place de l'institut dans l'histoire de l'orientation professionnelle", *RINOP*, 2^e sér., 9 (1933), 7-13.

68. CNAM, Haute école d'applications des connaissances scientifiques. Programme (1930), 131-36. See also Laugier's opening lecture at CNAM, "La physiologie et la science du travail", *Revue générale des sciences pures et appliquées*, 40 (1929), 1266.

69. The number of physiology exams rose from 300 in 1923 to 875 in 1925 and 3,146 in 1927, remaining that high each year thereafter. For tables and charts of services, see Toulouse, "L'Hôpital psychiatrique Henri Rousselle", *Prophylaxie mentale*, 11 (1937), 25.

designed to simulate conditions in a mine, and set students to work on the effects of variations in temperature and pressure. He and his students also conducted studies on the conditions of dye workers, the selection of welders, and the work of railroad switchmen. The latter studies were done at the laboratory Laugier designed for the Chemins de fer de l'Etat which opened at the Gare Saint Lazare in May of 1933.⁷⁰

The similarity of Laugier's work to Lahy's should not mask a disagreement between them, at least in emphasis, about the nature of their research. Laugier was generally less concerned about direct applications of his findings to the specific task of selection as demanded by industry, and more interested in discovering basic information with more general applicability. This difference rose most clearly to the surface with the establishment of the railroad laboratories each created in the 30s. The month after Laugier's lab opened at the Gare Saint Lazare, Lahy published an article in the first issue of the *Travail humain*, the new journal they co-edited, entitled, "Le premier laboratoire psychotechnique ferroviaire français aux Chemins de fer du Nord".⁷¹ Barely disguising his reference to Laugier's new enterprise, Lahy pointed out that large and expensive facilities did not help show the applications of science to industry when they required "de gros frais pour un rendement, qui parfois, était plus apparent que réel". In contrast, Lahy's approach was to use scientific laboratory methods, but always and above all keeping in mind "le rendement de laboratoire en fonction des besoins de l'entreprise dans laquelle il est intégré". The result, as could be seen from Lahy's tram study in 1908 through his work for the Chemins de fer du Nord, was a procedure that started with an examination of the specific job for which the industry wished to select candidates, followed by an analysis of requirements for the work (both physiological and psychological), and the design of tests and devices to measure the skills and aptitude of workers.

As was his style, Laugier avoided a confrontation and chose not to publish an immediate reply. In fact, it was not until three years later that he responded to the remarks of his co-editor. In an article for *Travail Humain* about the shift of his railroad laboratory to new quarters at Viroflay, Laugier stated, "Ce laboratoire n'a pas été conçu comme un simple organisme d'application devant utiliser les nombreuses données acquises au cours d'un passé récent par les psychotechniciens en vue de la sélection du personnel; il doit être en outre un véritable organe de recherche ayant pour but de faire progresser activement les méthodes et les techniques relatives

70. W. Liberson and P. Marqués, "Recherches sur le travail à température élevée effectuées dans une mine artificielle", *Travail humain*, 2 (1934), 39-69; Bonnardel and Laugier, "Aptitudes requises pour le personnel de la fabrication dans les usines de matières colorantes", *MINOP*, 3 (1931), 155-60; H. Laugier, D. Kowarski and D. Weinberg, "Un essai de sélection psychophysiologique d'ouvriers soudeurs", *Travail humain*, 5 (1937), 182-211. On the railroad lab see Laugier and Weinberg, "Etude du métier d'aiguilleur des chemins de fer", *Travail humain*, 7 (1939), 128-46; Laugier and Weinberg, "Le laboratoire du travail des Chemins de fer de l'Etat français", *Travail humain*, 4 (1936), 257. The Director of the Ministry of Armament in 1939 and Laugier would later collaborate after Dautry became Minister of Armament in 1939 and Laugier headed the CNRS.

71. *Travail humain*, 1 (1933), 409-31.

72. *Ibid.*, 410-11.

à l'utilisation rationnelle de la main-d'œuvre dans une grande entreprise".⁷² This meant that in theory Laugier's goal was to develop a general method of testing potential employees who could then be matched to the wide variety of positions in the enterprise. Thus, in addition to being inclined towards different sides of the balance between pure and applied research, Lahy and Laugier also disagreed on the fundamental question of whether the worker was selected for the work or the work was selected for the worker.

In practice, the two approaches were not incompatible. Laugier and his students could and did use the findings of Lahy for specific tests and jobs; and as mentioned above, Laugier's railroad lab did a number of studies designed to screen workers for specific jobs such as welding and train switching. In fact, the main reason for the move to Viroflay was that there was not enough room at the old facilities for the increased testing the company required.⁷³ On his part, Lahy pointed with pride to changes in typewriter design based on the findings of his studies that showed limitations in what typists could do using existing machines.⁷⁴ Not only was the suitability of the work being studied for the worker, but the machine as well: the modern science of ergonomics.

Above all, the founding of *Travail humain* was a conscious effort to define the common ground between Lahy and Laugier. In fact, the "Avant-propos" read much like a joint communiqué from a peace conference. It defined the field of coverage very broadly as including, "physiologie du travail, la psychotechnique, l'orientation et la sélection scolaires et professionnelles, le contrôle biologique de l'éducation physique et des sports". If the scope was broad, however, the approach to these subjects would be very carefully watched. "Cette revue ne saurait devenir une revue de physiologie ou de psychologie pures; elle publiera seulement des travaux de cet ordre à partir de l'instant où ces recherches entraîneront ou laisseront prévoir des applications prochaines. Du côté pratique, sa limite se trouvera au point où ces questions d'organisation scientifique du travail deviennent purement économiques, administratives ou techniques, et où les problèmes de biologie humaine cessent d'y jouer un rôle".⁷⁵

This difference in emphasis reveals the importance of Laugier's continuing interest in general questions of physiology after his appointment at CNAM. It was partly a carryover of his previous research as well as the result of his teaching responsibilities at the Faculté des sciences

73. Laugier and Weinberg, "Le laboratoire du travail", 257.

74. *Ibid.*, 265-68. In 1935 the number of candidates screened was 1,315; in the first half of 1936 it was 2,238.

75. See article by J.-H. Ettioup, "Etude psychotechnique de la commande des machines à écrire par le moteur humain", *Travail humain*, 2, (1934), 186-201.

76. *Travail humain*, 1 (1933), 1-2. An analysis of the contents of articles up to 1940 by Restoe-Rison, 10, shows that the balance was maintained remarkably well. It is telling, however, that the journal was published by CNAM, another indication of Laugier's success in garnering the resources to support scientific work.

and CNAM. Included was additional work on muscle fatigue, but also new research on blood pressure and kidney functions.⁷⁷

Laugier's effort to determine the general aptitude of workers was consistent with his interest in *orientation professionnelle*, his second major area of research while at CNAM. These studies grew out of his earlier interest in educational reform and focused on correlating school grades, competitive exams and psychophysiological tests. The subjects varied from Parisian primary school children to baccalaureat candidates and apprentice school graduates. One pioneering study looked at 4800 students at the Faculté des sciences to compare differences in science grades between male and female students.⁷⁸ Laugier also conducted *orientation professionnelle* studies of a more "applied" nature, which were commissioned by outside agencies, such as one for INOP on the professional goals of school children and apprentices, and the design of a mobile laboratory for the Ministry of Justice to test delinquents at youth detention centers. The largest of these projects was financed by the Carnegie Foundation as part of an international study comparing access to higher education in several countries. Laugier and Weinberg based the French study on the grading of baccalaureat exams at several Parisian lycées.⁷⁹

Laugier initially collaborated with Piéron in this work, then with Dagmar Weinberg who became an increasingly important researcher in her own right, and whose career also demonstrates Laugier's ability to attract top talent. Weinberg was born in Russia in 1897, then lived in Germany before coming to France after the First World War. She worked briefly with Laby at Toulouse's lab, then with Piéron before joining Laugier at CNAM. Her first work was compiling extensive bibliographies for the research labs and journals because of her knowledge of several foreign languages; but her mathematical ability and facility with statistics proved to be far more valuable in the highly quantitative fields of psychotechnique and biometrics. Laugier made her Chef de travaux and eventually Directeur-adjoint of the Biometrics Lab at Viroflay.⁸⁰ Al-

77. S. Belloz, J. Chausson, J. Cotyret, H. Laugier, and Th. Ranson, "Recherches sur la fonction rénale", *Travail humain*, 6 (1938), 437-48. See also A. Fessard, H. Laugier and S. Naud, "Sur un indice de ténacité au cours du travail statique", *Travail humain*, 1 (1933), 32-48; and A.-B. and A. Fessard, D. Kowarsky and H. Laugier, "Action d'exercice physique sur la pression artérielle chez l'enfant: évolution avec l'âge", *Travail humain*, 2 (1934), 157-85.

78. Laugier and Weinberg, "Etude comparée des notes d'examen des étudiants et des étudiants en sciences", *Travail humain*, 3 (1935), 62-81. For an example of other work, see article by Laugier, Piéron and Piéron; and Laugier and Weinberg, "Contribution à l'étude du progrès de l'apprentissage et de l'efficacité du travail dans les activités alternantes", *Travail humain*, 2 (1934), 448.

79. P. Grawitz, H. Laugier and D. Weinberg, "Une enquête sur les goûts des écoliers et leurs débuts professionnels", *Biotypologie*, 3 (1935), 8-26; Laugier and Weinberg, "Etude physiologique", *Travail humain*, 4 (1936), 269-79; Laugier and Weinberg, *Recherches sur la biocratie et l'indépendance des aptitudes intellectuelles d'après les notes des examens écrits* (Paris: Chaminade, 1938). For more background on the Carnegie work, see *Conference on Examinations under the Auspices of the Carnegie Foundation*, Dinard, France (September 16-19, 1938), Paul Monroe, ed. (New York: Columbia University, 1939).

80. Brief obituaries can be found in *BINOP*, 2 ser., 3 (1947), 32 and *Biotypologie*, 8 (1946), 116-19.

though Weinberg's career shows the faults in a system which delayed or limited the career advancement of a woman, the fact that she was recruited by Laugier is another indication both of his ability to command the resources to support her work as well as his knack for recognizing talent and allowing it to flourish.

The final area of research that Laugier pursued from his new base at CNAM was biotypology. It was, in effect, a new idea, inspired, if not originated, by Toulouse but implemented by Laugier. Its goal, as described in the 1932 founding statutes of the Société de biotypologie, was, "l'étude scientifique des types humains par la recherche des corrélations entre les diverses caractéristiques morphologiques, physiologiques, psychologiques, pathologiques, psychiatriques et l'application de ces données dans les diverses branches de l'activité humaine: eugénique, pathologie, psychiatrie, pédagogie, orientation et sélection professionnelle, organisation rationnelle du travail humain, prophylaxie criminelle".⁸¹ The broad scope was reminiscent of Toulouse's "biocratie" and his call for a single mandatory psychophysiological test before entry into school or factory. And with good reason. Toulouse was Vice President of the society along with Piéron, according to whom Toulouse was also the founding inspiration, albeit with so many other projects that he needed to find collaborators. In this case, according to Piéron, the society was "née et a vécu réellement grâce à son Secrétaire général Henri Laugier".⁸² The eugenic purposes mentioned in the founding goals were in keeping with some of Toulouse's long standing interests. His earliest writings sought to determine and correct human problems scientifically through medicine and biology. His Ligue de Prophylaxie Mentale, whose board Laugier joined in 1925 and remained on well after the Second World War, assigned all sorts of effects such as alcoholism, criminality, and sexual perversion, to biological (and usually hereditary) causes. In calling for his open psychiatric hospital, Toulouse had admitted that eugenics was the only long-range solution to problems of mental illness.

In 1931 Toulouse created a new organization with more explicit eugenic goals, the Association d'Etudes Sexologiques (with Laugier as a Vice President, Laby as treasurer and Piéron a founding member). Its goal was to look more specifically at how to correct the many problems of the human race that were the result of the fact that, "La procréation des enfants a été livrée à une véritable anarchie sentimentale. Et l'homme qui a été de bonne heure assez avisé pour chercher le meilleur rendement des animaux domestiques, dont il a perfectionné les races, et qu'il a eu l'idée de châtrer pour les rendre plus dociles, paraît se désintéresser de ses propres rejetons. Si bien que les enfants naissent au hasard des unions; beaucoup sont porteurs de tare qui nécessitent des secours et des soins ruineux, hors de proportion avec les maigres résultats obtenus. La syphilis, la folie et toutes les dispositions morbides se donnent libre carrière".⁸³

81. "Statuts de la Société de biotypologie", *Biotypologie*, 1 (1932/33), 40.

82. "Vingt ans de biotypologie", *Biotypologie*, 13 (1952), 1. The President of the society, Charles Achard of the Faculté de médecine was only a figurehead.

83. Toulouse, "Le problème sexologique", *Bulletin de l'Association d'études sexologiques*, 1 (1932), 2-3.

Toulouse's new Société de biotypologie fit into this scheme by systematically examining and classifying human beings, a prerequisite to better mating and procreation in the future. It was not the first attempt to classify human types scientifically, nor was it even the first to do so with eugenic goals in mind. Most notably the founder of eugenics, Francis Galton, endowed a Chair of Biometrics at University College London in 1906 for a similar purpose. The first holder of the chair, Karl Pearson created a school of biometrics whose work was another inspiration for the French founders of the Société de biotypologie.⁸⁴

Like their English counterparts, the French biotypologists followed a similar general path from questionable scientific beginnings to legitimate statistical and human biological research. The first step along these lines was the development of a standard biotypological form which was to be used to record information about individuals in all studies in order to build a common base from which to make broad comparisons. The task of drawing up such a form was a joint effort between Toulouse's hospital labs and Laugier's CNAM lab, with Dagmar Weinberg acting as coordinator.⁸⁵ The form — following the general methods developed over the years by Lahy, Piéron and Laugier — was divided into five parts: anthropometry, physiology, general medicine, psychology and psychiatry. The original questionnaire solicited information about such things as hereditary antecedents, ethnic and morphological classification, but because the answers could not be quantified, they did not figure in subsequent studies. The general method was to construct a biotypological profile of each individual.

Piéron did not exaggerate about Laugier's importance to the society. He not only functioned as Secretary-general but his lab at CNAM conducted many of the studies which were published in a new journal, *Biotypologie*. Several of them had a very practical bent. For example, one of the first was the compilation of new growth charts for French children which had not been changed since 1910. Almost 7,000 Paris school children of ages 5 to 13 were examined and the results published in 1935. Another study was conducted for the Ligue nationale contre le péril vénérien to determine the biotypological profile of a group of children whose mothers had been treated for syphilis. By the end of the 30s Weinberg was comparing the biotypological profiles of children according to the standard of living of their parents.⁸⁶ The point here is not to give a detailed analysis of the work of the society but to indicate again Laugier's abilities as an organizer of science to mobilize the resources,

draw people together from a variety of disciplines, establish a scientific society and journal, conduct research, and publish results. The work continued at Viroflay under the name of the Laboratoire de Biometrie after Laugier resigned his chair at CNAM in 1937 to take his new positions as Chair of Physiology at the Sorbonne and chef du Service centrale de la recherche scientifique, created in January 1937.⁸⁷

Laugier's appointment at the Sorbonne was largely honorary. Two years earlier he had been made Professor without chair, so the promotion was not unexpected. His new responsibilities in government — in 1938 he even served for a while in Delbos's Ministry of Foreign Affairs — prevented him from functioning in the new university position before the war. He did, however, keep an interest in research by means of the biometrics laboratory. Begun in 1933 at an apprentice school of the railroads at La Garenne-la-folie, Laugier's work with railroad personnel moved to the facility at the Gare Saint Lazare later that year and in May of 1936 to the much larger building at Viroflay. Two separate developments helped Laugier transform the onsite industrial lab into a government supported biometrics lab. First was the nationalization of the French railroads which meant that the lab was no longer privately owned. This had begun in 1908 when the Chemins de fer de l'Etat was created, and was completed in August 1937, i.e. shortly before Laugier left CNAM, with the establishment of the SNCF.⁸⁸ More important, as was noted above, Laugier had designed the lab all along as a more general research facility than the laboratories of Lahy. This was most obviously reflected in the name Laugier chose: "Laboratoire du travail" rather than "Laboratoire de psychotechnique". The result was that it did not require a great change in mission or personnel to make the Viroflay facility into a more general research lab of biometrics. The first credits from the Caisse nationale had already been obtained in 1936, and on June 15, 1937 Perrin's Conseil de la caisse officially established it as the Laboratoire de Biometrie of the government. Over 500,000 francs went to the lab between 1936 and 1940.⁸⁹

The work of the biometrics lab continued much as it had before Laugier assumed his new positions. Laugier remained director, but Dagmar Weinberg effectively ran the facility. Freed from dependence on the railroad, the lab could undertake studies without direct applications, such as the study of correlations between biotypology, family background and performance in school. Then an important change occurred after the Munich Crisis when war began to loom on the horizon, and plans were made to use the biometrics lab for war mobilization. A June 19, 1939 meeting of the Conseil Supérieur de la Recherche Scientifique set the following tasks for the Laboratoire de Biometrie in the coming fiscal year, "les méthodes de sélection des pilotes d'avions, des pointeurs de tir, des télémetristes; l'étude des conditions de travail en atmosphère close (fortifi-

84. Eugène Schneider, "Henri Laugier (1888-1973)", *Biométrie humaine*, 8 (1973), 5; Donald A. MacKenzie, *Statistics in Britain, 1865-1930* (Edinburgh: Edinburgh University Press, 1991), pp. 102-18.

85. Laugier, Toulouse and Weinberg, "Biotypologie et classification scolaire", *Prophylaxie mentale*, 9 (1934), 125-27.

86. A. B. and A. Fessard, J. Laufer, and H. Laugier, "Nouvelles tables de croissance des enfants parisiens. Poids, Taille", *Biotypologie*, 3 (1935), 106-45; Toulouse, M. Badonnel, Ligues tristes, and Weinberg, "Enquête sur un groupe d'enfants issus de mères syphilitiques", *Biotypologie*, 4 (1936), 7-39; P. Delaporte and D. Weinberg, "De quelques aspects physiques et mentaux des enfants et de leur valeur scolaire en relation avec le niveau de vie des familles. Analyse statistique et factorielle", *Biotypologie*, 7 (1939), 161-91.

87. Picard and Pradoura, 26-28.

88. Lucien Vilain, *L'évolution des matières motrices et roulantes des Chemins de fer de l'Etat* (Paris: Editions Vincent Fréat, 1967), 19-23.

89. C. Jacob, "Rapport à Monsieur le Ministre de l'Instruction Publique sur le CNRS", (July-December 1940), p. 43. Archives du CNRS in process of classification; Picard and Pradoura, 28.

cations, coupoles de tir, etc...) For this work the Council established a credit of 200,000 francs⁹⁰. In giving up one patron and set of responsibilities, the lab had acquired a new one in the form of the French government which now had its own applications for the lab. The effect was to transform it into a psychotechnique lab in the style of Lahy. Instead of serving industry, the biometrics lab would serve government needs. A subsequent report by the CNRS after the outbreak of war spelled out the laboratory's work in greater detail, especially the training of pilots. In addition, the report went on, "les méthodes de sélection établies par le laboratoire de Viroflay sont actuellement appliquées aux Etablissements Hispano-Suiza, et aux Forges de Chatillon-Comentry, où un laboratoire a été créé. Un chargé de missions du centre organise des laboratoires semblables à Bordeaux et à Sochaux"⁹¹.

After the armistice and departure of Laugier from France, the Laboratoire de Biometrie and its personnel moved to the recently completed INOP building on rue Gay-Lussac where Piéron directed its work. Despite the trying wartime conditions 483,000 francs went to the lab from 1941 through 1943, which supported work done in such areas as the physiological growth of school children (dramatically arrested during the first few years of war), screening of applicants for various technical schools (géomètres, guides, TSF, Chasseurs bottins, Vins et spiritueux) and the selection and training of personnel for Air France⁹². The Air France work was particularly reminiscent of the prewar studies by Lahy and Laugier, with negotiations and design of tests over a period from July 1943 through July 1944.

The Biometrics lab also managed to survive the reorganization of the CNRS in the postwar years. This was largely thanks to the residual influence of Laugier who, although no longer head of the CNRS, nonetheless resumed titular direction of the lab. It was placed under an umbrella organization called the Centre d'Etudes Scientifiques de l'Homme, headed by L. C. Soula of the Faculté de médecine de Toulouse, who also assumed the Presidency of the Société de biotypologie after the war. The lab only conducted limited work in the late 40s, however, with its main source of subjects for study shifting to army personnel rather than school children. When Laugier returned to France in 1951 from his service at the United Nations, he took up his duties at the Sorbonne and began to make the work of the biometrics lab blossom again almost as in the days before the war. A variety of studies were begun, but most significant to the continuing existence of the lab was Laugier's ability once again to attract researchers, especially Eugène Schneider, a former student in the 30s who directed an anthropology lab at the Ecole pratique des hautes études. When Laugier retired from the Sorbonne in 1956 he continued to work in the lab until the end of the decade. Then with the

90. AN 800284, liasse 5, "Rapport sur l'activité du Centre national de la Recherche Scientifique Appliquée", p. 21.
91. AN 800284, liasse 5, "Note sur les travaux effectués au Centre national de la Recherche Scientifique", p. 32.
92. AN 800284, liasse 203 "Laboratoire de Biometrie Humaine" (presumably by Piéron), dated 1945.

retirement of Soula in 1961, the Centre d'Etudes Scientifiques de l'Homme was divided into a Laboratoire de Physiologie du Travail and the Laboratoire de Biometrie under Schneider⁹³.

CONCLUSION

This study has shown that Henri Laugier's career in the twenties and thirties prepared him well for his work in the CNRS. Over and above his general ability to produce results, one can point to three specific features of his scientific research that coincided with the new directions to be taken by the recently created French agency for scientific research. First, his experience included important work outside the usual elite university research centers. Although Laugier eventually held a chair at the Sorbonne — signifying his arrival at the traditional pinnacle of prestige — his major lab work had been at CNAM and INOP. Hence, Laugier could see the value of institutions operating outside the usual *grandes écoles*/university circles. With a foot in both camps Laugier could also present himself as an arbiter in disputes between traditional institutions and new research labs created and supported by the CNRS.

Secondly, Laugier had worked largely in a new area of research that crossed disciplinary boundaries. The combination of research in physiology, psychology, statistics, and psychiatry represented another break from the traditional research pattern in narrow fields. Interdisciplinary organized research would be another innovation fostered by the new CNRS. Finally, Laugier's work had made him particularly sensitive to the need for "applied" science. While still maintaining his support for "basic" research (as in his dealings with Lahy), Laugier had a great deal of experience in applying the research results of physiology and psychology to the practical needs of private companies, schools and government agencies.

As substantial as Laugier's scientific work was by the time of his new appointments in 1937, there are still questions remaining as to why he was picked to head the Service nationale and subsequently the CNRS. To be sure, there were eyebrows raised because of his lack of scientific stature compared to other French scientists of the day, but there was no open dispute about the appointment at the time or question about Laugier's efficacy while he held the post. The criticisms seem mostly to have been indirect, stressing the fact that his main qualifications were his political skills rather than his scientific accomplishments⁹⁴. In private, and as time

93. "Dixième du CNRS. Procès verbaux, 29 June 1961", p. 10. On the work of the lab, see CNRS, *Rapport d'Activité* for the Centre d'études scientifiques de l'homme, 1950-1960.

94. See, for example, interview with Gabriel Minet in *Cahiers pour l'Histoire du CNRS*, 2 (1989), 37, who reflects this view although the otherwise adored Laugier. This is also corroborated in unpublished interviews by Picard with Néel (4 June 1986) and Cremieux-Brilhac (26 June 1986).

went on, a distortion of the truth arose which implied that Laugier had few scientific credentials, taught no students and did little scientific research⁹⁵.

The reasons for these sentiments may stem from general resentment and suspicion among "universitaires" about the new CNRS, or the low esteem in which biological sciences (let alone physiology or medicine) are held by physicists, chemists and others in the "hard" sciences. Whatever the origin, they can be dismissed as unfounded or false. Laugier most certainly taught courses in conjunction with the Chaire de Physiologie du Travail at CNAM, as well as at INOP. He also taught students at the Sorbonne before he succeeded Lapicque there in 1937⁹⁶. And as this study has shown, he definitely conducted research.

The question of the worth of his scientific work is a little more difficult to assess. Laugier himself was not insensitive to some of the rumors, and late in life told an audience that his work in physiology involved, "des travaux qui furent, je le crois, honorable, très honorable, sans plus; qui n'étaient pas de ces travaux qui aboutissent à des découvertes ouvrant des voies imprévues à des avenir incertains et qui conduisent au Prix Nobel. Ils ne furent même pas de ces travaux qui assurent la grande renommée nationale, académique ou autre. Ils furent seulement des travaux de première seconde classe, poursuivis avec des collaborateurs éminents dont certains ont dépassé aujourd'hui leur maître"⁹⁷.

Neither the criticisms nor Laugier's disarming comments took into account his remarkable accomplishments as an organizer of science — a skill different from research and politics but combining the abilities of both. This is, perhaps, his greatest legacy. For he was correct that his specific studies in physiology, docimology, biotypology or psychotechnique are little remembered today. But the journal *Travail humain* continues to publish, as does *Biométrie humaine* (successor to *Biotypologie*); and the Institut National d'Etudes du Travail et d'Orientation Professionnelle continues to function. One could similarly argue that Jean Perrin's greatest legacy to contemporary science was the CNRS rather than his work in physics which was of the "première ordre" and then some. That Laugier knew this is evident at the time of his self-deprecating remarks cited above. For he made them in order to establish his credentials for the real purpose of his speech: a blistering attack on what he called the "mediocre" level of state support for science in France. Even at age 80 and long after leaving the laboratory, Laugier continued his work of science.

95. Unpublished interview by Picard with Jean Wyss (March 1986).

96. For the testimony of a former student, see *Biologie et développement, mélanges en hommage au Professeur Henri Laugier* (Paris: PUF, 1968).

97. Henri Laugier, *Du civisme national au civisme international* (Paris: Ed. Ophrys, 1972), 116.

Doris T. Zallen

(Humanities Center, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, U.S.A.)

The Rockefeller Foundation and French Research

La Fondation Rockefeller et la recherche française

At the end of World War II, as the CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) was endeavoring to reestablish itself to meet the very pressing needs of the French scientific community, it received help from an unexpected source — the Rockefeller Foundation. This Foundation, one of a cluster of philanthropic organizations established by the American industrialist John D. Rockefeller, had been forced to discontinue a large portion of its support for public health, medical, and scientific activities because of the hostilities. When the war ended and the Rockefeller Foundation confronted the task of renewing its support for science in the war-deprived and war-ravaged countries, it sought to determine what to do and how best to act. Clearly, even its own substantial financial capacity was dwarfed by the enormity of such an undertaking. The way in which the Rockefeller Foundation assisted France constitutes a special chapter in Foundation history. The rationale behind the response, its effect on the CNRS, and its immediate and long-term influence on French science are the subjects of this article¹.

1. This work was facilitated by a research grant from the Rockefeller Archive Center. The invaluable help of archivist Thomas E. Rounsburn is gratefully acknowledged. I am indebted to Richard Burian, Ann LaBerge, Muriel Lederman, Joy Harvey, and Marjorie Grene for their useful discussions and helpful comments during the preparation of the manuscript, and to Michelle Shepherd for typing the article in final form.

went on, a distortion of the truth arose which implied that Laugier had few scientific credentials, taught no students and did little scientific research⁹⁵.

The reasons for these sentiments may stem from general resentment and suspicion among "universitaires" about the new CNRS, or the low esteem in which biological sciences (let alone physiology or medicine) are held by physicists, chemists and others in the "hard" sciences. Whatever the origin, they can be dismissed as unfounded or false. Laugier most certainly taught courses in conjunction with the Chaire de Physiologie du Travail at CNAM, as well as at INOP. He also taught students at the Sorbonne before he succeeded Lapicque there in 1937⁹⁶. And as this study has shown, he definitely conducted research.

The question of the worth of his scientific work is a little more difficult to assess. Laugier himself was not insensitive to some of the rumors, and late in life told an audience that his work in physiology involved, "*des travaux qui furent, je le crois, honorable, très honorable, sans plus; qui n'étaient pas de ces travaux qui aboutissent à des découvertes ouvrant des voies imprévues à des avenir incertains et qui conduisent au Prix Nobel. Ils ne furent même pas de ces travaux qui assurent la grande renommée nationale, académique ou autre. Ils furent seulement des travaux de première seconde classe, poursuivis avec des collaborateurs éminents dont certains ont dépassé aujourd'hui leur maître*"⁹⁷.

Neither the criticisms nor Laugier's disarming comments took into account his remarkable accomplishments as an organizer of science — a skill different from research and politics but combining the abilities of both. This is, perhaps, his greatest legacy. For he was correct that his specific studies in physiology, docimology, biotypology or psychotechnique are little remembered today. But the journal *Travail humain* continues to publish, as does *Biométrie humaine* (successor to *Biotypologie*); and the Institut National d'Etudes du Travail et d'Orientation Professionnelle continues to function. One could similarly argue that Jean Perrin's greatest legacy to contemporary science was the CNRS rather than his work in physics which was of the "première ordre" and then some. That Laugier knew this is evident at the time of his self-deprecating remarks cited above. For he made them in order to establish his credentials for the real purpose of his speech: a blistering attack on what he called the "mediocre" level of state support for science in France. Even at age 80 and long after leaving the laboratory, Laugier continued his work of science.

95. Unpublished interview by Picard with Jean Wyart (March 1986).

96. For the testimony of a former student, see *Biologie et développement, mélanges... en hommage au Professeur Henri Laugier* (Paris: PUF, 1968).

97. Henri Laugier, *Du civisme national au civisme international* (Paris: Ed. Ophrys, 1972), 116.

Doris T. Zallen

(Humanities Center, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, U.S.A.)

The Rockefeller Foundation and French Research

La Fondation Rockefeller et la recherche française

At the end of World War II, as the CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) was endeavoring to reestablish itself to meet the very pressing needs of the French scientific community, it received help from an unexpected source — the Rockefeller Foundation. This Foundation, one of a cluster of philanthropic organizations established by the American industrialist John D. Rockefeller, had been forced to discontinue a large portion of its support for public health, medical, and scientific activities because of the hostilities. When the war ended and the Rockefeller Foundation confronted the task of renewing its support for science in the war-deprived and war-ravaged countries, it sought to determine what to do and how best to act. Clearly, even its own substantial financial capacity was dwarfed by the enormity of such an undertaking. The way in which the Rockefeller Foundation assisted France constitutes a special chapter in Foundation history. The rationale behind the response, its effect on the CNRS, and its immediate and long-term influence on French science are the subjects of this article¹.

1. This work was facilitated by a research grant from the Rockefeller Archive Center. The invaluable help of archivists Thomas E. Rosenbaum is gratefully acknowledged. I am indebted to Richard Burian, Ann LaBerge, Muriel Lederman, Joy Harvey, and Marilyn Grene for their useful discussions and helpful comments during the preparation of the manuscript, and to Michelle Shepherd for typing the article in final form.

ROCKEFELLER FOUNDATION ACTIVITIES IN FRANCE PRIOR TO WORLD WAR II

The Rockefeller Foundation, incorporated in 1913, had as its stated goal « to promote the well-being of mankind throughout the world »². The Foundation's earliest activities focused on furthering public health programs and medical education. It joined the already existing Rockefeller Institute for Medical Research (set up in 1901) and the General Education Board (1903) and was followed by the Laura Spelman Rockefeller Memorial (1918) and the International Education Board (1923). These organizations had slightly different, though somewhat overlapping, charters.

The Rockefeller family and the Rockefeller Foundation had special ties to France since the early twentieth century. The Rockefeller Institute for Medical Research was modeled, in part, after the Pasteur Institute in Paris. John D. Rockefeller's great regard for the work of Louis Pasteur led him to provide personally all the funds necessary to restore the Pasteur birthplace in Dôle, France as a gift to the French nation in 1912³. One of the largest and most ambitious of the Foundation's efforts in its early years was the anti-tuberculosis campaign conducted in France from 1917-1925⁴. The Commission for the Prevention of Tuberculosis in France (also known as the Mission Rockefeller) was organized by the International Health Board, an agency of the Foundation, and was sent to France to work with French public health agencies in countering the rise in tuberculosis brought on by the war and by the failure of the French health network to deal adequately with the crisis. More than two million dollars were spent in this effort. During the 1920s the Foundation also gave major grants to French medical and scientific institutions. These included funds for the construction of medical schools in Strasbourg and Lyon⁵, for medical research at the Pasteur Institute in Paris, and for the marine biological stations at Roscoff and Banyuls. The Rockefeller Foundation selected Paris as the site for its European headquarters, using the former administrative offices of the anti-tuberculosis commission before moving to a permanent location at 20 Rue de la Baume.

In 1928, a reorganization took place involving several of the Rockefeller philanthropies to correct problems of duplication of function

and to simplify the managerial structure. The Rockefeller Foundation was given specific responsibility for the support of fundamental research activities. Five divisions were created within the Foundation — Natural Sciences, Medical Sciences, Social Sciences, Humanities, and International Health — each of which had its own director and staff who reported to the Foundation president and to a Board of Trustees. The guiding philosophy for all the divisions was to give funds to investigators who had already established their reputations and who were located in research environments that encouraged and supported their efforts.

In the early 1930s the Natural Sciences division, which supported work in the basic scientific disciplines, further refined and limited its mission by electing to emphasize programs in the area of experimental biology, especially those in which the tools of physics, chemistry, and mathematics were applied to the solution of important biological questions. Under its director, Warren Weaver, the Natural Sciences division proceeded over the next several decades to seek out and support projects in experimental biology or in the development of the physical and chemical tools that would be especially useful in biological research programs. In addition to larger grants given for such projects, the Foundation also maintained two other types of programs: grants-in-aid to provide small amounts of support to researchers for particular purposes, such as the purchase of vital pieces of apparatus or salaries for research assistants, and fellowships to assist promising young researchers by allowing them to travel to and study in leading laboratories around the world before returning to faculty or research positions in their home countries.

Following the reorganization of 1928, there continued to be support from all of the Foundation's divisions for French research activities. The Natural Sciences division had direct charge of programs in physics, chemistry, mathematics, and biology. It was the obvious locus within the Foundation to meet the challenge of responding to the crisis in scientific research created by World War II.

THE ROCKEFELLER FOUNDATION AND LOUIS RAPKINE

Most decisions made by the Rockefeller Foundation on the nature and degree of its support for scientific activities were based on evaluations by its officers of scientists and research programs in the U.S. and Europe. They obtained information during on-site visits to a network of laboratories and from informal interviews conducted with leading scientists in the course of those visits or at the Foundation's offices in New York and Paris. At the end of World War II when the Foundation faced the task of redeveloping its scientific programs in countries devastated by the war, one of the most influential voices on French science was that of Louis Rapkine.

2. Several sources give a description of the origin and activities of the Rockefeller Foundation: Raymond D. Fossick, *The Story of the Rockefeller Foundation* (New York, Harper & Brothers, 1932); Warren Weaver, *Scene of Change: A Lifetime in American Science* (New York, Charles Scribner's Sons, 1970).

3. Correspondence concerning the purchase of Pasteur's birthplace, 1911, Rockefeller University archives, RG 210.3, Business Manager/Subject Files, Pasteur Institute, Rockefeller Archive Center.

4. Linda Bryder, "The Rockefeller Foundation's Involvement in Tuberculosis", *Rockefeller Archive Center Newsletter* (Summer 1987), pp. 5-6. Also described in Fossick, *The Story of the Rockefeller Foundation*, pp. 53ff and in Catherine Lewerth, *History-Source Material* (unpublished history of the Rockefeller Foundation), volume 8, Rockefeller Archive Center.

5. Fossick, *The Story of the Rockefeller Foundation*, p. 112.

Rapkiné, a cell physiologist, naturalized French citizen and ardent francophile, had settled in France while in his twenties. He had come from French-speaking Canada (to which his family had emigrated from Russia by way of France) in order to complete his university studies in an environment that provided an opportunity for biological research. In 1924, he arrived in Paris at the age of 20 as a research student to study with Maurice Caullery in the Laboratoire d'Evolution des Êtres Organisés at the Sorbonne⁶. At first, Rapkiné found life in Paris very hard. All he had to live on were his meager earnings as a part-time employee in a shoe store. This period of poverty ended nearly two years later when he was awarded a fellowship from the International Education Board — one which he initially regarded as a form of charity and refused to consider until he was finally persuaded to apply by Augustus Trowbridge, the Board's representative in Europe, and by his mentors⁷. This support enabled him to escape the semi-starvation he had endured so that he could concentrate fully on his research. The fellowship marked the start of a relationship with the Rockefeller organizations that was to continue for more than two decades — until nearly the end of Rapkiné's life in 1948. Rapkiné was a man of strong emotions and deep feelings. His expressions of gratitude for the award and for the opportunity to study biological systems that it had provided him were still in evidence years later when he told Warren Weaver:

If you want to know what a fellowship can mean just compare these two eighteen-month periods in my life. It is of course true that I owe the most to my parents, but it is equally true that I owe the next most to that Rockefeller Board which gave me training almost in spite of my proud foolish self⁸.

Rapkiné developed a unique connection with the Rockefeller Foundation during World War II. Prior to the outbreak of hostilities, Rapkiné, working through the Comité Français d'Accueil des Savants Etrangers, had been active in organizing efforts to assist refugee scholars who had come to France from countries such as Germany and Austria. After the German invasion of France, Rapkiné gave up his scientific work as Maître de Recherches at the Institut de Biologie in Paris in order to devote his full attention to helping scientists whose lives were threatened by growing Nazi persecution. His work on behalf of French refugee scholars through the French Scholars Fund which he organized and as

6. Application, Louis Rapkiné, October 17, 1925. International Education Board archives, Series 1, Box 57, Folder 940. Louis Rapkiné 1925-27. Rockefeller Archive Center. Although the application gives Rapkiné's birthdate as July 14, 1903, the correct date of birth appears to be July 14, 1904. The earlier date may have been used by Rapkiné so that he would appear older and thus be a more suitable candidate for a fellowship.

7. Brintley to Caullery, November 9, 1925 and Brintley to Wurmser, December 6, 1926. International Education Board archives, RG 940, Series 1, Box 57. Louis Rapkiné 1925-27. The fellowship was awarded for a period of twelve months starting November 25, 1925 and was extended for six more months on December 1, 1926.

8. Document: "The Life and Death of a Fellow", p. 25. Rockefeller Foundation archives, RG 2, (General Correspondence), 1949; Markup 500 Rapkiné, Box 462, Folder 3101. Rockefeller Archive Center. This document was prepared for private circulation to the Foundation staff following the death of Louis Rapkiné and was later shared with Mrs. Rapkiné.

head of the Scientific Bureau of the Free French Movement brought him to the U.S. where he garnered funds to assist more than thirty scientists and their families, obtained immigration visas for them, and found them suitable positions⁹. During this period Rapkiné kept in close touch with Foundation officers since some of the funds to support this activity came from the Foundation, and his efforts to save French scientists often dovetailed with the Foundation's own attempts to aid refugee scholars. He and Warren Weaver frequently discussed the future activities of the Foundation once the war was over. This long-term relationship of mutual trust and respect between Rapkiné and Foundation officers made Rapkiné an important link to French science when the Rockefeller Foundation was seeking to reestablish its scientific presence and its programs in France in the post-war period.

THE SPECIAL POST-WAR PROGRAM FOR FRANCE

A key series of meetings, out of which came the policy especially developed for post-war France, took place in New York during the autumn of 1945. These meetings were initiated by Rapkiné in two letters, both dated August 4, 1945, one written to Warren Weaver and the other to Harry M. (Dusty) Miller, Assistant Director of the Natural Sciences division. In the letter to Miller, Rapkiné raised the possibility that before he returned to his scientific work in a new post created for him at the Institut Pasteur, he travel to New York and inform the Foundation of the state of French science:

I don't know, my dear Dusty, what the Rockefeller Foundation's plans are with respect to France. In all simplicity and in all loyalty, I consider myself at your entire disposal for anything in which I can be of help... About a fortnight ago I saw Dr. O'Brien [Assistant Director, Medical Sciences division of the Foundation] in Paris, who vaguely suggested that it may not be a bad idea that...I should make a trip to New York, in order to give you as thorough an account of things in the French scientific world as I could. Laugier [pre-war director of the CNRS] thought likewise, and when I asked Joliot [current director of the CNRS], he also encouraged me to make this effort... Mind you, I think the R.F. could do now in France a great job. The R.F. enjoys, as I have always said, a unique reputation, and its task would be a successful one. I think I can be of help in describing the situation and making suggestions...

9. Compte-Rendu de la Réunion à la Mémoire de Louis Rapkiné, December 13, 1948, allocation de F. Perrin, p. 16. Rockefeller Foundation archives, RG 2, (General Correspondence), 1949; 500 Rapkiné, Box 462, Folder 3101.

10. Rapkiné to Miller, August 4, 1945. Rockefeller Foundation archives, Rg 1.1, Series 500, Box 11, Folder 126. Rockefeller Archive Center. Rapkiné and others used the abbreviation R.F. or R.F. to refer to the Rockefeller Foundation.

In the letter to Weaver, Rapkine asserted even more strongly that Rockefeller Foundation help would be essential in the recovery of French science:

— I do not want to hide from you the fact that you are awaited by dozens of colleagues, in Britain and France, practically like the Messiah... Forgive this simple and crude way of putting forth this statement. Mind you, I am not talking about those poor individuals who think of the R.F. as a sort of gigantic Holy Cow from which as much milk as is desired can be obtained. I have in mind those colleagues who think of the R.F. as a unique Institution which has an important role to play in the development and advancement of Science and which, now, more than ever in the past, is expected to assume certain responsibilities which it never had to assume in the past (or at least on a very small and localised scale)... This is a delicate task indeed. Extraordinary times should be met with by extraordinary means: delicate situations must be met with delicate solutions. There is wisdom and warmth a-plenty in the R.F.¹¹

After considering Rapkine's request, Weaver, in a hand-written note to Dusty Miller, gave five reasons why a visit from Rapkine should be encouraged. Weaver cited Rapkine's intimate knowledge of French scientists and their programs:

- 1) He is certainly extraordinarily (perhaps uniquely) well informed about French scientists and the state — physical and human — of science in France.
- 2) Although we realize (and can therefore cope with and discount when necessary) his extreme emotional commitment [sic] to France and the French, he also has, by virtue of his Canadian origin and his absolutely fluent and colloquial English, a certain objectivity and understandability that no Frenchman could ever have.
- 3) I think he has the confidence [sic] and trust of a great many important French (and English) scientists and administrators of science.

He went on to point out the advantages such a trip would have for the Foundation:

- 4) I am convinced that he has a passionate and really unselfish desire to serve the RF — to repay some of a debt which he counts very large. I have no fear that he is trying to manipulate himself into some position of prestige or authority. He says himself — emphatically and simply — that he only wants to get back into the laboratory.
- 5) For this trip he is asking for nothing from us.¹²

Rapkine was informed by cable sent on August 21, by letter dated August 23, and by a still more official letter on August 30 meant to be shared with French officials that his visit would be most welcome.

11. Rapkine to Weaver, August 4, 1945. Rockefeller Foundation archives. RG 1.1. Series 300. Box 11. Folder 126.

12. Weaver to Miller, August 17, 1945. Rockefeller Foundation archives. RG 1.1. Series 300. Box 11. Folder 126.

Though the French government paid the travel costs, the Foundation contributed a small grant to cover any extra expenses¹³. Rapkine's visit to New York extended from late October to early December 1945 and during this time a number of meetings with Weaver and Miller were held.

Weaver outlined the first tentative proposals which began to emerge from those discussions to Raymond Fosdick, Foundation President, in a memorandum entitled "N.S. [Natural Sciences division] Aid to France — Post-War Transition Period (1-3 years)"¹⁴. Weaver first described the CNRS to Fosdick. The CNRS "has assumed a position of real national leadership in France", he wrote. He characterized the CNRS as encompassing the widest spectrum of political opinion, making real efforts to be representative of scientific work throughout France and to develop science in the provinces as strongly as in Paris, and as being run by the scientists themselves — many of whom were former Rockefeller Foundation fellows. Thus he assured Fosdick that an administrative apparatus was already in place with which the Foundation could work comfortably. Weaver went on to identify the problems facing the French scientific community brought on by the long period of hardship associated with World War II. He pointed out three areas of need:

1. Restoration of contacts, both within and without France.
2. Furnishing of critical items of equipment (apparatus, chemicals, literature).
3. Training of scientific personnel.

Since there was already an active fellowship program in place in the Natural Sciences division providing training opportunities for promising scientists, Weaver directed his attention to ways that the Foundation could address items 1 and 2. He put forth two different proposals. To overcome the effects of the intellectual isolation of French science induced by the war, Weaver suggested a grant of \$ 100,000 to help the CNRS bring leading foreign scientists (American and non-French Europeans) to a series of special conferences in France. These conferences would be targeted to address particular problems such as protein structure, enzymatic systems in cellular physiology, or statistics of quality control (Weaver's examples). The conferences, by bringing world experts together with French scientists in that field, would help identify "the most fruitful lines along which the work can now proceed". Weaver's description of these conferences indicates that they were to be small and informal ("the attendance of mature contributors restricted to say 15; with provision, however, for additional listening and observing audience of young men"), and were to include two to five non-French researchers. They were to be held at various locations throughout France, and last long enough (of the order of a week) so that real work could be accomplished. Rather than merely providing information, then, these

13. Allocation #4, NS 4313, October 24, 1945. Rockefeller Foundation archives. RG 1.1. Series 300. Box 11. Folder 126.

14. Weaver to Fosdick, November 19, 1945. "N.S. Aid to France — Post-War Transition Period (1-3 Years)". Rockefeller Foundation archives. Arch 2. Series 300D. Box R1050. National Center of Scientific Research-Equipment, 1945 (unprocessed material). Rockefeller Archive Center.

conferences were envisioned as a means of re-establishing and energizing scientific programs in France by offering French scientists the opportunity to orient their work so as to both draw on their particular strengths and fit their work in with recent developments internationally.

Weaver addressed the problem of equipment in his other proposal. He suggested that a grant of at least \$100,000 be made to the CNRS so that "those special items of research apparatus, chemicals, and literature which must be purchased outside France" could be obtained. The CNRS' own funds for this purpose would probably only be used inside France to help the French scientific industry recover, he argued. The Foundation funds could be held as dollar credits in New York to allow purchase of critical equipment from non-French sources especially the U.S., but also possibly England, Sweden, and Switzerland.

Both Weaver and Rapkine were so skilled at the art of presenting their ideas so that others would come to think of the ideas as their own that it will probably never be possible to determine to what degree each contributed to the fashioning of these proposals. Weaver, in a confidential memorandum written in May 1949, several months after Rapkine's untimely death from lung cancer, stated that Rapkine had suggested the equipment grant and that he (Weaver) was responsible for suggesting the series of conferences¹⁵.

Certainly equipment concerns were uppermost in Rapkine's thoughts when he visited Weaver at the end of 1945. During the course of his stay he took time to purchase apparatus and reagents in the U.S. that were urgently needed at the Pasteur Institute but which were not available in France. He stressed to Foundation officials that the French equipment industry had been devastated by the war and that the process of retooling for production would not only take a long time but would, of necessity, be reflected in very much higher costs for equipment than equivalent items purchased elsewhere¹⁶. Rapkine, returning to scientific work for the first time in many years and facing the very real problems associated with setting up a laboratory, doubtless was able to communicate to Weaver the great needs for equipment in his and other French laboratories. It seems reasonable to conclude that Rapkine was indeed the driving force behind the idea for equipment support given through the CNRS.

It also appears likely that, as he himself stated, Weaver was largely responsible for putting forth the plan to conduct CNRS conferences. Providing assistance for conferences was a favored type of activity for the Foundation, and one in which it had much experience, having sponsored the annual Cold Spring Harbor symposia for many years and supported a number of international conferences, large and small, on many scientific topics. But it is possible that Rapkine may have had considerable influence here as well. Rapkine was highly impressed by the

approach to solving wartime scientific problems that he saw used in England. He promoted this form of cooperative work toward a common research goal in his own organization of groups of scientists under the banner of the Free French and by his efforts, right after the war, to update French scientists by bringing them to England to meet with their scientific counterparts there. He had felt that this was a mechanism that could be used productively to attack problems of general importance such as in cancer research. The idea of bringing researchers together to explore a topic of common interest would have been quite natural and desirable to him.

Whatever their actual origin, the proposals at this stage were still only tentative suggestions and Weaver awaited the reaction of President Fosdick and the other division heads. These reactions were important because the proposals Weaver was advancing were unusual and, in several respects, contrary to the traditional policies of the Natural Sciences division and the Foundation. Instead of keeping the decision-making about distribution of funds within the Foundation, Weaver was proposing that a very large sum of money be given to another organization, the CNRS, which would assume this authority. And, though for more than a decade Weaver's division had focused its support on those research programs which applied the tools of chemistry, physics, and mathematics to biological questions, the funds for both proposals were unrestricted and could be made available to all branches of the natural sciences regardless of the type and goals of the research. Weaver clearly felt that his departure from standard practice was warranted, however:

They have the advantage of serving all French science during a period when it would be very difficult for us to pick and choose ourselves... Of all the continental countries, French science represents the strongest combination of appeal (hardest hit and most worth rebuilding)... This [equipment] help is critically needed, and needed now... [As to the conferences] I am myself convinced that nothing would do us much to stimulate, rejuvenate, and reorient French science¹⁷.

The response from his fellow officers at the Foundation was positive but cautious. Alan Gregg, Director of the Medical Sciences division, had just returned from a fact-finding trip to Europe. His concerns related to the instability of the French monetary system and, since physicist Frédéric Joliot was in the process of leaving the CNRS directorship to do atomic bomb research, uncertainty about the leadership of CNRS¹⁸. John Marshall, Associate Director of the Humanities division, brought up another issue — the French willingness to accept this type of support:

[B]oth your proposals strike me as reasonable and in general appropriate, if the French want the RF to do this kind of thing in France. I'm still a bit inclined to expect that, to regain the prestige they feel they have lost, they may prefer to do such things from their own resources. But it is by no means unlikely that they will not be able to, particularly because of lack of foreign exchange. If so, both proposals

15. Weaver to Barnard, May 26, 1949. Rockefeller Foundation archives, Arch 2, Series 500D, Box R1049, National Center of Scientific Research-Conferences, 1949 (unprocessed material), Rockefeller Archive Center.

16. Rapkine to Gillette, November 21, 1945. Rockefeller Foundation archives, RG 2, (General Correspondence), 1945; Makeup 500 Pasteur Institute-Trefouet, Box 307, Folder 2086.

17. Gregg to Weaver, December 3, 1945. Rockefeller Foundation archives, Arch 2, Series 500D, Box R1050, National Center of Scientific Research-Equipment, 1945 (unprocessed material).

belong to what I believe to be an important and urgent category of RF opportunity in Europe. My only hesitation, then, concerns our moving in only when it is certain that RF aid is wanted¹⁸.

Assurances on this latter point were not long in coming. Louis Rapkine took the suggested proposals back to France when he returned in December 1945 and discussed them with the officers of the CNRS, Director Joliot and Deputy Director Georges Teissier, and with Pierre Auger, Director of Higher Education. According to Rapkine, both proposals were warmly received¹⁹. "The reaction [to the conference idea] is absolutely unanimous", he wrote; "they find it a most essential and most important thing to do". The officers of the CNRS thought the need for equipment was even more critical:

I need not tell you how the item on equipment is regarded by C.N.R.S. officers. It simply would be a godsend, and certainly not a luxurious godsend.

Rapkine concluded his comments to Weaver with a strong plea that the equipment needs be addressed promptly. He argued that it was essential to move ahead quickly because of the time required to determine the distribution of funds in France, to identify and order the proper pieces of equipment, and to await their delivery.

Upon receipt of Rapkine's report, Weaver immediately addressed the concerns expressed by Gregg and Marshall²⁰. The instability of the franc was not a problem since most of the grant money involved would be in the form of foreign credits and would not even be spent in France. Nor was the change of leadership of the CNRS a barrier:

Joliot is stepping down and... the succession is not yet announced. But it hardly seems to me that we ought to hold up for this. French science will, after all, go on.

Weaver also referred to the clear signals of CNRS interest in both proposals that Rapkine had just transmitted:

A letter just received from Louis Rapkine indicates, with considerable warmth, that the authorities with whom he has informally discussed the two schemes approve of this enthusiastically and are quite prepared to adopt them as their own schemes, so-to-speak.

There was now no reason to delay. Weaver informed Rapkine, by cable, to have the CNRS proceed with a formal request.

Within a few weeks, the Foundation received the official letter, signed by Joliot (identified as the former director of the CNRS) and by

18. Marshall to Weaver, December 14, 1945. Rockefeller Foundation archives, Arch. 2, Series 500D, Box R1049, National Center of Scientific Research-Conferences, 1945-46 (unprocessed material).

19. Rapkine to Weaver, February 1, 1946. Rockefeller Foundation archives, Arch. 2, Series 500D, Box R1050, National Center of Scientific Research-Equipment, January-June 1946 (unprocessed material).

20. Weaver to Gregg, Marshall, and Fosdick, February 8, 1946. Rockefeller Foundation archives, Arch. 2, Series 500D, Box R1050, National Center of Scientific Research-Equipment, January-June 1946 (unprocessed material).

Teissier (the new director)²¹. In most respects, the request was identical to the suggestions outlined by Weaver in his memorandum to Fosdick some months earlier. Joliot and Teissier stressed the need to be brought up-to-date in terms of scientific ideas and materiel and the critical interrelationship of the requests:

Each of these projects is important, but one could say that taken separately they are insufficient, but taken together they supplement each other admirably.

The only major difference between Weaver's proposals and those outlined in the French letter was in the section on laboratory equipment. In supporting their request for such funds, Joliot and Teissier described the serious situation in French laboratories — the lack of equipment, the outmoded and poorly-functioning apparatus — and then indicated that any equipment funds provided by the Rockefeller Foundation would be used to improve the conditions in some, but not all, laboratories:

As we see it, what we shall try to do is to make a careful choice of the most energetic among the men at the head of laboratories who, in our opinion, can draw around them a circle of disciples and to equip their laboratories with good modern apparatus. We are thinking too not only of laboratories in Paris but also good ones in France outside of Paris.

About thirty-five laboratories encompassing the physical and biological sciences, selected by committees of the CNRS, would have access to these funds. These included the marine biological stations at Roscoff and Banyuls and the new Institute of Genetics to be established at Gif by the CNRS. The total requested in the letter, \$210,000, was well in excess of what Weaver had originally intended but was quite close to the figure Rapkine had estimated during his meetings with Weaver²².

The two CNRS proposals were on the agenda when the Rockefeller Foundation Trustees met on April 3, 1946. The first was for an award of \$250,000 (or \$40,000 more than requested) for the CNRS to use over a three-year period to purchase special equipment for approximately thirty-five natural science research laboratories²³; and the second proposal was for \$100,000 to subsidize the attendance of non-French

21. Joliot-Curie and Teissier to Weaver, February 28, 1946. Rockefeller Foundation archives, Arch. 2, Series 500D, Box R1050, National Center of Scientific Research-Equipment, January-June 1946 (unprocessed material).

22. Warren Weaver officer's diary, December 6, 1945 entry. Rockefeller Foundation archives, RG 12.1. Rockefeller Archive Center. Rapkine estimated that \$199,000 in equipment money would be needed. Potential recipients included forty-two investigators and the biological stations at Roscoff and Banyuls.

23. Minutes of the Trustees meeting, April 3, 1946, excerpt. Rockefeller Foundation archives, Arch. 2, Series 500D, Box R1049, National Center of Scientific Research-Equipment, 1950-53 (unprocessed material). Rockefeller Foundation grant 46048, as presented to the Trustees, stated that "the sum of Two hundred fifty thousand dollars (\$250,000), or as much thereof as may be necessary, be... appropriated for allocation by officers of the CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE to approximately thirty-five of the leading natural science research laboratories of France for items of special equipment, available for the period ending June 30, 1948..."

scientists at special conferences, ten a year for three years, to be arranged by the CNRS²⁴. In support of these requests the Natural Sciences division officers presented the Trustees with documentation that repeated many of the same arguments and justifications that Weaver had used with Foundation President Fosdick and the other division heads. In addition, the officers held out the hope that this support would not only restore French science but would even bring it to a much better position than it had occupied before the war. The key factor in this transformation, according to the materials provided the Trustees, was the CNRS itself:

With an organization of over thirty "Sections", covering all the fields of pure and applied science; with a Directorate which, spreading over all shades of political opinion, is recognized as representing the leadership of French science; with an excellent plan for developing research in the provincial universities as well as in Paris; with the backing of the French Government; and with a large proportion of its leadership youngish men who... have knowledge of and sympathy for science in other countries, the CNRS has a chance to do an outstanding job.

The Trustees approved both proposals. The first Rockefeller Foundation support for the CNRS had successfully been arranged. Now it was necessary to breathe life into these programs.

PUTTING THE PROGRAMS INTO ACTION

A flurry of correspondence between the Foundation and the CNRS followed the announcement of the awards. Weaver cabled Rapkine that very day; Rapkine, Joliot, and Teissier immediately cabled back their deepest appreciation. Official letters of award and of thanks were also exchanged. Weaver in another, more personal, letter to Teissier pointed out how unusual it was that the Trustees would consent to awarding more than the CNRS had requested for the equipment fund (\$250,000 rather than \$210,000) but that the higher amount was certainly justified²⁵. Weaver also stressed to Teissier that all decisions regarding the disbursement of funds for equipment or the planning of conferences were to remain in the hands of the CNRS. He wrote: "[W]e are quite content to leave all matters of choice to you".

24. Minutes of the Trustees meeting, April 3, 1946, excerpt, Arch 2, Series 300D, Box R1050, National Center of Scientific Research-Equipment, 1950-53 (unprocessed material). Rockefeller Foundation grant 46049, as presented to the Trustees, stated that "the sum of One hundred thousand dollars (\$100,000), or as much thereof as may be necessary, be appropriated... for expenses of attendance of non-French scientists at a series of small informal conferences, available for the period ending June 30, 1949".

25. Weaver to Teissier, April 9, 1946, Rockefeller Foundation archives, Arch 2, Series 300D, Box R1050, National Center of Scientific Research-Equipment, January-June 1946 (unprocessed material).

The Equipment Grant

Despite their declared willingness to distance themselves from the decision-making process, Foundation officials soon became aware of a few potential problems. Gerard R. Pomerat, newly appointed to Weaver's staff, reported during his first trip to Europe shortly after the grants were announced that some prominent French scientists were concerned: "They frankly fear French love of paper work and the political angle". He wrote back to New York in May 1946²⁶. There was also the difficulty of whether to provide funds to those whose work was not in the area of "natural sciences" but in "medical sciences". Dusty Miller, visiting Europe with Pomerat, had received from Rapkine (who participated at the meetings of the Directorate though he was not a member) a preliminary list of potential recipients prepared by the CNRS which included the names of investigators associated with medical faculties or working on subjects, such as neurophysiology, which fell more properly within the jurisdiction of the Medical Sciences division of the Foundation. Were they entitled to support under the terms of this grant²⁷? Weaver's response to Miller's query was to enlarge the definition of natural sciences to include "preclinical medical subjects without worrying over divisional programs here" but that "support to institutes outside universities be restricted to permanent institutions with facilities for training personnel as well as for research"²⁸. Robert S. Morison of the Medical Sciences division endorsed the decision, offering to provide additional funding from the Medical Sciences budget should the inclusion of such medical researchers "seriously dilute the original objective of the fund"²⁹.

Less than a week later, Pomerat was able to forward the news to Weaver that the CNRS Directorate had made good progress:

Our grant is apparently to be divided into four main sections — each to receive more or less a fourth of the total allocation. Within each section approximately 8 men, schools or laboratories will be chosen to receive a ninth of the funds [designated as one unit] of the section. In some instances groups of men with common research interests will be formed. Insofar as possible duplication in the purchase of expensive equipment will be avoided by this method and by an arrangement of loans between laboratories³⁰.

26. Gerard R. Pomerat officer's diary, May 11, 1946 entry, Rockefeller Foundation archives, RG 12.1.

27. Miller to Weaver, cable, May 14, 1946, Rockefeller Foundation archives, Arch 2, Series 300D, Box R1050, National Center of Scientific Research-Equipment, January-June 1946 (unprocessed material).

28. Weaver to Miller, cable, May 16, 1946, Rockefeller Foundation archives, Arch 2, Series 300D, Box R1050, National Center of Scientific Research-Equipment, January-June 1946 (unprocessed material).

29. Robert S. Morison, Diary Excerpt, May 15 and May 16, 1946, Rockefeller Foundation archives, Arch 2, Series 300D, Box R1050, National Center of Scientific Research-Equipment, January-June 1946 (unprocessed material). Discussions in New York with Robert A. Lambert, Associate Director of the Medical Sciences division, were followed by a cable from Morison to Miller, May 16, 1946.

30. Gerard R. Pomerat officer's diary, May 19, 1946 entry, Rockefeller Foundation archives, RG 12.1.

The problem of how to treat the medical sciences was handled by limiting funds for such researchers to a total of about one unit, or about \$6,000:

This would prevent difficulties with men who have been working hard on the committee, would be a small gesture toward our friends there, and yet would not be sufficient to bring down a whole array of demands from other men with M.S. [Medical Sciences division] interests.

Overall, both Miller and Pomerat were pleased with the decisions being made by the CNRS Directorate. Pomerat wrote enthusiastically:

They have attempted to be just and impartial, they have weighed the general and collateral problems carefully, they have shown themselves willing to arbitrate and to concede whenever it seemed essential or politically desirable, and they have responded almost entirely to every little suggestion which we made... We feel that the CNRS has done well a most difficult job and we have confidence that they will have strength enough to abide by their decisions and to withstand the criticism which will undoubtedly follow announcement of awards.

Rapkin's evaluation of the process of decision-making was more restrained:

It is a good list, I think, and the best laboratories, as a whole, will be in a position to get some useful equipment and get a decent start... I frankly say that the distribution of the grants to various laboratories was not always perfect. In one or two cases, the grants were made by the CNRS after taking into consideration certain motives which were not based solely on purely scientific grounds. For instance, one case comes to my mind, is that of a biologist who as a member of the Directoire, could not be eliminated easily from the list of beneficiaries. At any rate his case should have been much more discussed, and it would have been, were he not present at all the meetings. At any rate... one or two doubtful cases out of thirty-seven is not too bad, for a human undertaking.³¹

Teissier's official notification to Weaver of how the equipment fund was to be divided arrived about a month later in June 1946.³² A summary of the Directorate's decision can be found in Table 1. Most of the scientists named were each to receive one unit of funding, (\$6,000). In a few cases, in which a group of investigators was involved or where needs seemed to justify greater support (such as the Roscoff marine biological station headed by Teissier and the new Institut de Génétique headed by Boris Ephrussi), larger sums were assigned. As Teissier himself pointed out to Weaver, the CNRS remained sensitive to the priorities of the Natural Sciences division in distributing the funds. That is, the researchers chosen were already well-established and a strong preference was shown for work in the biological sciences. In all, the Directorate

31. Rapkin to Weaver, December 8, 1946, excerpt, Rockefeller Foundation archives, Arch. 2, Series 500D, Box R1050 National Center of Scientific Research-Equipment, July-December 1946 (unprocessed material).

32. Teissier to Weaver, June 27, 1946, Rockefeller Foundation archives, Arch. 2, Series 500D, Box R1050 National Center of Scientific Research-Equipment, January-June 1946 (unprocessed material).

Table 1

DISTRIBUTION OF FUNDS PROVIDED BY THE EQUIPMENT GRANT*

Section I: Physics, Astrophysics, Geophysics, Mineralogy

Joliot, M^{me} Joliot-Curie, F. Perrin, Cabannes (Mathieu, Freymann, Lecomte, and Lucas), Auger (Maze and Fréon), Coton (Rosenblum and Jacquinet), Wyart (Laval, Guinier, and Coulomb), Neel (Esclapart), Kastler (Rocard and Arnulf), Rogozinski*

Section II: Chemistry and Physico-Chemistry

Lafitte, Prettre, Letort, Kirmann, Audubert, Sadron, Bauer (Magat and M^{me} Cauchois), Trefouel, Champetier

Section III: Animal and Plant Biology

Teissier, Ephrussi, Grassé, Courrier, Wolff, Benoit, Lacassagne, Mangenot (Gautheret)

Section IV: Physiology, Biophysics, Biochemistry, Microbiology

Wurmser, Lwoff (Monod), Aubel, Fromaget, Roche, Rapkin, Fessard, Schaeffer (Monnier), Cahn, Terroine (Jacquot and Chevillard), Grahaf

* Scientists indicated as part of the same group and sharing the same unit of funding awarded are shown in parentheses.

** Name added later, on December 23, 1946 for the amount of \$1,000.

named thirty-seven individuals or groups. Nearly three-quarters of these had been identified by Rapkin when he sketched out a list of potential recipients for Weaver at their meetings in New York half-a-year before.

The Rockefeller Foundation remained centrally involved in the disbursement of the funds over the next three years. Difficulties associated with working through the complicated bureaucratic apparatus of the CNRS and of facilitating the use of foreign credits required that the Foundation's purchasing and accounting offices in New York work closely with the CNRS office in New York (which was the direct descendant of Rapkin's wartime French Scholars' fund office) in ordering equipment, making payments, and solving other problems. Problems included the extremely slow pace of shipment of items ordered from the U.S. and the need to insure equipment shipments which suddenly arose when scientific equipment shipped on the SS Ocean Liberty was destroyed when the ship exploded and sank in July 1947 before arriving in Brest, France.

Warren Weaver had expected that the funds from this special grant would be used to purchase major items of scientific equipment such as centrifuges, spectrophotometers, and Warburg respirometers. Grant funds were often used for these purposes. However, just as often, the French used the special fund to buy more modest but equally crucial pieces of equipment. The rebuilding of French scientific laboratories also depended on pH meters, hemocytometers, biochemicals, syringes, pipettes, dry cell batteries, and stopcock grease.

At the end of the third year of the equipment grant, a balance of \$28,000 remained. The French asked for and got a one-year extension

to use the rest of the money³³. No further funds were forthcoming. When Teissier carefully explored the possibility of a second long-term equipment grant, Pomerat told him, "No, the emergency period is over now and we will want to operate as much as possible as we used to do before the war"³⁴.

The Conference Grant

Unlike the equipment grant, the grant providing funds to conduct conferences was to go on, in various forms, for ten years — and, even after all that time, when the conference grant finally ended, it closed with some reluctance on the part of Foundation officials. In contrast with the agonizing slowness with which the equipment purchases proceeded at first, several conferences or colloquia were quickly organized. Emile F. Terroine, chair of the CNRS committee charged with overseeing international activities (Commission des Relations avec L'Etranger), assumed responsibility for organizing and coordinating the conferences. He encouraged subsections within each scientific discipline to plan several meetings in their particular areas. The first meeting on "Optical Images", drawing on the presence of many foreign experts already present in Paris for an international congress on optics, was held in October 1946; the second, entitled "High Polymers", occurred in Strasbourg, in November of that same year.

A guiding principle, endorsed by Terroine's group, was that the conferences should identify and promote scientific areas already strongly developed in France. As Rapkine reported to Pomerat:

[T]he first two symposia... were on subjects which could be developed here in France, because there are the men to do it. On the other hand, we examined the possibility of holding a conference on 'Photosynthesis', a subject which is professed tremendously in the U.S.A., and we decided not to hold it, because there's but one man in France who could guide younger men in this field — Prof. Wurmser — but who is now pursuing other lines of research, and does not feel that he could in the present circumstances undertake the task of guiding work on photosynthesis along modern lines. I think it's the wiser way: Rather concentrate on what could well be done, than spread out very thinly, on subjects which cannot be undertaken because of lack of man, lack of teachers, as well as pupils³⁵.

Those who wanted to work in lines of research not strongly developed in France could, Rapkine suggested, be sent to leading schools or laboratories in other countries for appropriate education.

33. Action of the Officers, February 15, 1949. Rockefeller Foundation archives, Arch 2, Series 500D, Box R1049, National Center of Scientific Research-Equipment, 1950-52, 1953 (unprocessed material).

34. Gerard R. Pomerat, officer's diary, May 13, 1949 entry. Rockefeller Foundation archives, RG 12.1.

35. Rapkine to Pomerat, December 22, 1946, excerpt. Rockefeller Foundation archives, Arch 2, Series 500D, Box R1049, National Center of Scientific Research-Conferences, 1945-46 (unprocessed material).

Under the terms of the original grant, ten conferences were to take place each year for three years. This pace proved to be too ambitious. By the end of the third year of the grant, only twenty conferences had been conducted. The actual costs for each conference turned out to be less than anticipated³⁶. The savings were the result of shorter stays by the foreign experts (ten days instead of the several-week period Weaver had anticipated), a practice of extending many more invitations to scientists from nearby European countries than from overseas, and a policy of taking advantage of the presence in Europe of American scientists who were attending other meetings. Thus, although two-thirds of the conferences had occurred by the end of the third year, about half of the money remained unspent. A series of extensions, unusually generous even by Foundation standards, were authorized to give the CNRS an additional three years to spend the \$100,000 allotment under the grant³⁷. During this period, eighteen more conferences were organized. By the time the original grant ended on June 30, 1952, a total of thirty-eight conferences had been held. Table 2 contains a list of the conference topics arranged chronologically by scientific discipline. For those which were interdisciplinary in nature, only the major discipline involved is shown.

The CNRS conferences covered a wide variety of scientific topics from abstract mathematics to applied biology. Yet, in most respects, they all conformed to the general format that Weaver had laid out in his original proposal. That is, they were focused on specific problems and were geared toward enhancing the research programs of French scientists. The conferences typically attracted leading scientists so that the lists of invited speakers came to represent a "Who's Who" in world science at that time³⁸. The goal of having "at least one-third [of the meetings]... held in the provincial universities" was achieved. The meetings were sufficiently long that, according to many of the attendees whose comments were forwarded to the Foundation over the years, they were able to accomplish much toward advancing French scientific programs.

There were some deviations from the Weaver plan. The small size and intimate tone was sometimes replaced by a convention atmosphere.

36. Weaver's original calculations of the costs associated with paying expenses of non-French participants had been about \$3300 per conference. See note 14.

37. Minutes of the Rockefeller Foundation, excerpt, February 24, 1950, describing officers' action extending the grant 46049 to June 30, 1951. Rockefeller Foundation archives, Arch 2, Series 500D, Box R1049, National Center of Scientific Research-Conferences, 1950; Rhind to Dupouy, June 28, 1951, reporting Executive Committee action extending grant 46049 to June 30, 1952. Rockefeller Foundation archives, Arch 3, Series 500D, Box R1049, National Center of Scientific Research-Conferences, 1951-53; Minutes of the Rockefeller Foundation, excerpt, June 22, 1951, Trustees' action extending the grant to June 30, 1952. Rockefeller Foundation archives, Arch 2, Series 500D, Box R1049, National Center of Scientific Research-Conferences, 1952 (all unprocessed material).

38. Gerard R. Pomerat, officer's diary, February 16, 1948 entry. Rockefeller Foundation archives, RG 12.1. On one occasion, an invited speaker, Martin Kamen of Washington University in St. Louis, was not able to attend the meeting on "Isotopic Exchange and Molecular Structure" (April 1948) because the State Department refused to issue him a passport. A reluctance to jeopardize future passport requests by other scientists caused the Foundation to take no action on Kamen's behalf.

Table 2
SUMMARY OF CONFERENCE TOPICS
(June 1946 – June 1952)

Biology :		
Paleontology	April	1947
Endocrinology of arthropods	June	1947
Biological particles with genetic continuity	June	1948
Electrophysiology	April	1949
Morphogenesis	July	1949
Ecology of animal populations	February	1950
Structure and physiology of animal societies	March	1950
Mechanism of narcosis	April	1950
Sexual differentiation in vertebrates	June	1950
Physiological mechanisms of lactation	August	1950
Plant evolution	May	1950
Chemistry (including biochemistry) :		
High polymers	November	1946
Biology of lipids	January	1948
Isotopic exchange and molecular structure	April	1948
Chemical bonds	April	1948
Kinetics of combustion in gases	April	1948
Vitamins and antivitamins	September	1948
Polarization of matter	April	1949
Adsorption kinetics	September	1949
Mechanism of carbon combustion	September	1949
Molecular rearrangements in organic chemistry	April	1950
Electrolytic phenomena	May	1952
Mathematics (including theoretical physics) :		
Harmonic analysis	June	1947
Algebraic topology	June	1947
Calculation methods in fluid mechanics	April	1948
Probability and statistical mechanics	June	1948
Algebra and the theory of numbers	September	1949
Fundamental particles and nuclei	April	1950
Calculating machines and human thought	June	1951
Theory of risk in econometrics	May	1952
Physics (experimental) :		
Optical images	October	1946
Raman effect	April	1948
Reactions of the solid state	October	1948
Thin films	April	1949
Ferromagnetism	July	1950
Astronomy and Earth Sciences :		
Solar phenomena and geophysics	September	1947
Fundamental constants of astronomy	March	1950
Wind action, surface hydrology and evaporation phenomena in arid regions	March	1951

One striking, but not unique, example of this was described in a confidential report prepared for the Trustees :

[T]he conference on 'Fundamental Particles' held at Paris in April of 1950 was attended by no less than six Nobel prizemen from outside France : Niels Bohr of Copenhagen, P.S.M. Blackett of Manchester, Erwin Schrodinger of Dublin University, Enrico Fermi of the University of Chicago, and H. Yukawa and I.I. Rabi of Columbia University. You may be sure that the sessions at which these masters spoke could not be held down to the ideal of 'under fifteen conferees'. Every physicist in France who could crowd into the conference room was there."

Some topics were only tangentially related to the natural sciences — the conference on "Theory of Risk in Econometrics" being a case in point. The CNRS decided to expand on the conference plan by subsidizing the production of brief reports and full publications from each of the conferences in order to inform a larger scientific audience of the conference discussions.

On balance, the Rockefeller Foundation was sufficiently satisfied with what the conferences accomplished that it approved another grant of \$40,000 to support twelve more conferences over three years following the guidelines outlined in the original grant³⁹. Gaston Dupouy, Teissier's successor as Director of the CNRS, negotiated the second grant. Dupouy had hoped to enlarge the effort by including a number of conferences on "sciences humaines" topics along with those in natural sciences. Edward F. D'Arms, Associate Director of the Foundation's Humanities division, was opposed. He believed that the topics proposed by Dupouy ("Aspects of the Holy Grail in French and other literature of the Middle Ages" and "Pagan and Christian Sacrifices from the beginning of the Christian Era") did not fit with Humanities division priorities⁴⁰. Such conferences never received Foundation support. Ultimately, the CNRS went ahead with them on its own.

The natural sciences conferences supported under the terms of the second conference award are shown, by discipline, in Table 3. The second grant, originally intended to run until June 1955, was extended for one

39. "Advancing the Sciences Through Discussion", Trustees Confidential Monthly Report (i.e., Trustees Confidential Bulletin), February 1952, Rockefeller Foundation archives, Arch 2, Series 500D, Box R1049, National Center of Scientific Research-Conferences, 1956 (unprocessed material).

40. Minutes of the Trustees Meeting, excerpt, April 2, 1952, Rockefeller Foundation archives, Arch 2, Series 500D, Box R1049, National Center of Scientific Research-Conferences, 1956 (unprocessed material). Rockefeller Foundation grant 32038, as presented to the Trustees for their action, stated that "the sum of Forty thousand dollars" (\$40,000), or as much thereof as may be necessary, be appropriated to the [CNRS] for expenses of attendance of non-French scientists to a series of small, informal conferences to be organized over a three-year period beginning July 1, 1952.

41. Edward F. D'Arms to Dupouy, February 18, 1952, Rockefeller Foundation archives, RG 2, (General Correspondence), 1952; Markup 500 National Center for Scientific Research Humanities Conferences, Box 44, Folder 273.

Table 3
SUMMARY OF CONFERENCE TOPICS
Second Grant
(July 1952 – June 1956)

Biology :			
Present problems of paleontology	April	1953	
Comparative microphysiology of nerve cells	July	1955	
Chemistry (including biochemistry) :			
Hydroxycarbonylation	June	1954	
Oxygenated heterocyclic compounds	September	1955	
Mathematics (including theoretical physics) :			
Differential geometry	May	1953	
Dynamic models in econometrics	May	1955	
Factorial analysis and its applications	July	1955	
Reasoning in mathematics and science	September	1955	
Physics (experimental) :			
Studies of water molecules with electromagnetic waves	June	1953	
Role of the electronic shell in radioactive phenomena	June	1954	
Recent techniques in electronic and corpuscular microscopy	April	1955	
Electrical and magnetic properties of thin metallic layers	April	1955	
Luminescence in organic crystals	May	1956	
Astronomy and Earth Sciences :			
Problems of stellar classification	June	1953	
Exchange of compounds during the development of acid and basic granular rocks	September	1955	
Other :			
Physiopathology of potassium*	June	1954	
Ecological divisions of the world**	June	1954	

* identified as primarily a medical sciences topic.

** identified as a geography topic within the « sciences humaines » category.

year⁴². As this grant was coming to a close, Pomerat began to consider the possibility of yet a third grant of this type :

The conferences have been good and they have done a lot for France—but the [Natural Sciences division] has already recommended some—

42. Miller to Dapigny, June 9, 1955. Rockefeller Foundation archives, Arch 2, Series 500D, Box R1049, National Center of Scientific Research-Conferences, 1954-55 (unprocessed material).

thing like \$ 150,000 toward these meetings and it may well be that the time will soon come when we ought to reevaluate this project⁴³.

Finally, Pomerat and the other Division officers decided that :

If a new request came in... the RF would prefer to wait a year or two before considering further support and that, then, it might be willing to take up the possibility of helping some specific, more biological meetings⁴⁴.

The program established to help overcome the French scientific isolation caused by World War II had supported fifty-five conferences when it ended on June 30, 1956.

THE INFLUENCE OF THE GRANTS ON FRENCH SCIENCE

Throughout the years of the equipment and conference grants the Rockefeller Foundation continually heard positive comments about their usefulness from the scientists involved. Weaver noted the reaction to the equipment grant in his diary in April 1948 :

It is with great satisfaction, in going through the various laboratories, to have frequently pointed out to us some quite essential piece of apparatus about which the man says 'We simply could not work without that — it came to us as part of our share of the equipment furnished by you through the C.N.R.S. grant'⁴⁵.

The Conference grants were equally well received from the very first. Max Herzberger, an American scientist from the Eastman Kodak Company invited to the conference on optical images, spoke about it to Pomerat :

[Herzberger] describes this conference as having been very successful, one of the best he has attended, and one in which real progress in the field was accomplished⁴⁶.

Paul Doty, an American polymer chemist, wrote to the Foundation about the high polymers meeting in Strasbourg :

Without reservation I must tell you that it was a remarkably useful conference both for the French and for those of us who came from other countries. I feel that this meeting will influence the research

43. Gerard R. Pomerat officer's diary, June 16, 1954 entry. Rockefeller Foundation archives, RG 12.1.

44. Gerard R. Pomerat officer's diary, March 30, 1955 entry. Rockefeller Foundation archives, RG 12.1.

45. Warren Weaver officer's diary, April 15, 1948 entry. Rockefeller Foundation archives, RG 12.1.

46. Gerard R. Pomerat officer's diary, November 20, 1946 entry. Rockefeller Foundation archives, RG 12.1.

programs of the majority of the participants and this is all that one can really ask.⁴⁷

Much later Pomerat was to conclude:

There is little question but what the CNRS colloquia have been most successful, have been uniformly well conceived and well conducted, and have played a very fine role in broadening the international outlook of French scientists.⁴⁸

The only difficulty from the point of view of the Foundation was that topics chosen by the various organizers more strongly emphasized the physical sciences and mathematics than topics in experimental biology, which was the main focus of the Natural Sciences division. As time went on and the Natural Sciences division began to shift its emphasis to agricultural science, the conferences planned by the French scientists began to diverge more and more from the overall Foundation program.

Despite the problems which arose over the years with regard to the administration of both types of grants and occasional disagreements, it is clear that, in both cases, the Foundation was quite pleased with the way its funds had been spent and believed that its overall goals of restoring and reinvigorating French science had been met.

It should be borne in mind that the Rockefeller Foundation was not the only source of support for French science at that time. The CNRS had its own budget from national French sources and there were, in addition, other private foundations and international research agencies that contributed funds for the support of French science. Still, the amount of money made available by the Rockefeller grants, equivalent to more than two million dollars today, was a very large sum and should have had considerable effect. What, then, was the real impact of the awards on French scientific activity?

The grants appear to have influenced French science in three ways. First, by targeting most of its support to well-established investigators who were already leading figures in French science, the Rockefeller grants assisted in the restoration of the French scientific community to a condition similar to that which existed before the war. These scientists, with their access to both types of funds (nearly all the equipment fund recipients were active participants in at least one conference and more than half of them were also conference organizers), were provided powerful tools to use in rebuilding their laboratories and advancing their research programs. Areas of particular strength remained strong; areas not well developed were largely ignored. Lines of work which prior to the war had a unique character in French laboratories, such as research on the role of cytoplasm and non-nuclear genetic elements in develop-

47. Doty to Chadwell, December 6, 1946. Rockefeller Foundation archives, Arch 2, Series 500D, Box R1049, National Center of Scientific Research-Conferences, 1945-1946 (unprocessed material).

48. Gerard R. Pomerat, officer's diary, June 6, 1951 entry. Rockefeller Foundation archives, RG 12.1.

ment⁴⁹, were reinstituted. In sum, no new seeds were planted by these grants, but the existing flora were watered and nourished.

Secondly, although these grants did not change the cast of characters in French science, they may have influenced the way these individuals interacted. The need to make maximum use of equipment funds and the obvious advantages of sharing scarce items of equipment prompted collaborative arrangements. This situation, coupled with the research links forged between different scientists at conferences, encouraged group efforts and teamwork to a degree which might not have been possible otherwise. Rapkine and others who had witnessed the benefits of teamwork during their wartime exposure to American and British science programs were eager to have this mode of organization replace what they saw as the French tendency for isolated, unintegrated research efforts. The Rockefeller grants appear to have fostered efforts at scientific teamwork that, in some cases, may have produced new interdisciplinary approaches to addressing scientific questions and hastened the removal of institutional barriers to inter-laboratory cooperation. The significant breakthroughs in understanding gene regulation that occurred in France in the early 1960s may well be traced to these new patterns of scientific activity.

Finally, the conference grant was especially helpful in giving work going on in the provincial universities greater visibility within France and of giving all French science greater visibility internationally. This outcome was reported to the Foundation Trustees as follows:

...the colloquia seem to have played an important role in overcoming the traditional French reluctance to visit abroad (particularly in the United States) or to seek really strong international rapport. As a small somewhat unexpected corollary to this, it seems that a good many of the visiting scientists have been helped to discover the fine scientific work, and especially scientific thinking, being done in some of the French laboratories.⁵⁰

The various types of publications produced at all the conferences and disseminated to the larger scientific community also helped introduce French science to new audiences.

Even when the post-war grants to the CNRS ended, Foundation interest in the CNRS continued. The Foundation awarded new, though more modest, grants to the CNRS or directly to scientific laboratories in France in the years that followed⁵¹. A number of French organizations

49. Colloques Internationaux du Centre National de la Recherche Scientifique, VIII, *Unités Biologiques Doctes de Continuité Génétique* (Paris, CNRS, 1949); R.M. Burian, J. Gayen, and D.T. Zallen, "The Singular Fate of Genetics in the History of French Biology, 1900-1940", *Journal of the History of Biology* 21: 357-402 (1988); R.M. Burian, "French Contributions to the Research Tools of Molecular Genetics, 1945-1960", forthcoming in C. Benichou and J.L. Fischer (eds.), *Histoire de la Génétique* (Paris, Vrin, 1989).

50. "Advancing the Sciences Through Discussion", Trustees Confidential Monthly Report, February 1952, p. 30. See reference 39.

51. R.M. Burian and J. Gayen, "Genetics After World War II: The Laboratories at Gif and the Institut Pasteur", *Cahiers pour l'Histoire du CNRS* 1979/1989, forthcoming.

would receive funds for projects from the other RF Divisions⁵². As more funds for scientific work were becoming available from other sources, however, the influence of the Foundation on French scientific work diminished. Never again would the Rockefeller Foundation play such a key role in French science as it did in the years following World War II.



52. These include, but are not limited to, grants from the Medicine and Public Health division (formerly the Medical Sciences and International Health divisions) to the Pasteur Institute to purchase equipment for virus research and to the Association pour la Santé Mentale de l'Enfance in Paris for development of child mental health programs; from the Social Sciences division to the Institut de Science Économique Appliquée for social accounting research; and from the Humanities division to the Bibliothèque Nationale for cataloguing activities.

Michel Cornet
C.E.C.M.-CNRS.

Histoire du centre d'études de chimie métallurgique

*Patrons patrons puisque tout patte
Je me reconnaitrai souvent*

Guillaume Agellinais

Dans le hall qui unit les deux ailes du Laboratoire, le Professeur Chaudron venait, selon son habitude, de prendre par le bras un tout jeune chercheur très intimidé. Tous deux entamèrent en parlant une promenade à pas lents le long du grand couloir qui partait à gauche et à droite. Le petit homme rond, aux cheveux blancs ondulés, petite moustache blanche sur une bouche bien dessinée, mobile, tenait fermement le jeune chercheur par le coude. Le Patron avait échangé la veste du costume bleu marine avec gilet pour la blouse blanche, immaculée, qui flottait au gré de ses mouvements. Il interrogeait avec simplicité et bonhomie, le jeune chercheur qui n'en montrait pas moins quelques signes évidents de panique. Car, dans ce Laboratoire qui n'avait pas été créé par lui, le Patron, après vingt-cinq ans d'une carrière riche et brillante, avait établi une nouvelle métallurgie : d'une discipline dont l'enseignement se résumait, avant lui, à l'exposé de procédés de préparation et de techniques d'utilisation, Georges Chaudron avait fait une science construite autour des métaux et des alliages purs. Il symbolisait cette science en plein essor, reconnue comme telle par le CNRS grâce à lui. Mais Georges Chaudron ne s'était jamais enfermé dans l'étude des métaux : l'ensemble de ses recherches préfigurait déjà une future science des matériaux.

LA FONDATION (1937-1939)

Les organismes fondateurs

Dans la première moitié du xx^e siècle, de nombreuses initiatives commencent à structurer la recherche scientifique française. Ce mouvement a été largement entraîné par quelques personnalités scientifiques de premier plan : Jean Perrin, qui obtint le prix Nobel de physique en 1926

pour la découverte de l'électron, Frédéric et Irène Joliot-Curie, à qui le prix Nobel de chimie fut décerné en 1935 pour la découverte de la radioactivité artificielle. Les Curie avaient inauguré cette série de Prix Nobel pour la France. Pierre et Marie Curie avaient partagé avec H. Becquerel le Prix de Physique en 1903 et Marie Curie était devenue, avec le Prix de Chimie obtenu en 1911, la seule scientifique dans le monde qui ait reçu deux Prix Nobel.

En 1935, deux organismes permettent de gérer une partie de la recherche : la « Caisse des Recherches Scientifiques » créée en 1901, destinée à l'équipement des Laboratoires, et la « Caisse Nationale de la Recherche Scientifique », créée en 1930, qui distribue des bourses aux chercheurs. Jean Perrin (1870-1942) unit ces deux caisses en une « Caisse Nationale de la Recherche Scientifique » placée sous les auspices d'un « Conseil Supérieur de la Recherche Scientifique » constitué en 1933, qu'il préside.

L'année 1936 voit l'avènement du Front Populaire, la création par Léon Blum (1872-1950) d'un « Sous-Secrétariat à la Recherche Scientifique » qui est d'abord confié à Irène Joliot-Curie (1897-1956), puis à Jean Perrin. Ce Sous-Secrétariat disparaît au printemps 1937 mais auparavant, le 31 décembre 1936, est créé un « Service Central de la Recherche Scientifique », au sein du Ministère de l'Éducation Nationale dont Jean Zay* assume la responsabilité. Un physiologiste, Henri Laugier (1888-1973), est nommé à la tête de cet organisme clé de l'évolution vers le CNRS.

Grâce aux fonds du Ministère, la Caisse Nationale de la Recherche Scientifique décide de créer plusieurs Laboratoires. En 1936, ce sont l'Observatoire de Haute Provence et l'Institut d'Astrophysique de Paris, ainsi que le Laboratoire de Synthèse Atomique dont la direction sera confiée à Frédéric Joliot (1900-1958); en 1937, l'Institut de Biométrie Humaine. La CNRS fonde également en 1937 le Palais de la Découverte.

Chimiste célèbre par ses travaux sur les Terres Rares, Georges Urbain est alors Professeur à la Faculté des Sciences de Paris et Directeur de l'Institut de Chimie, aujourd'hui devenue l'École Nationale Supérieure de Chimie de Paris à la suite de la création des Écoles Nationales Supérieures d'Ingénieurs en 1948. Georges Urbain souhaite créer un établissement de chimie, plus proche de la Faculté que ne l'est alors la Maison de la Chimie, fondation internationale créée à l'occasion du centenaire de la naissance du chimiste Marcelin Berthelot, en 1929. Dans le climat politique de l'époque, Georges Urbain qui est, comme Jean Perrin, un homme de gauche, se trouve bien accueilli dans son projet par la CNRS.

* Jean Zay, député radical-socialiste d'Orléans, né en 1904 dans cette même ville, assassiné le 21 juin 1944 par des militaires, a été Ministre de l'Éducation Nationale de tous les cabinets du Front Populaire : premier ministre Léon Blum (juin 1936-juin 1937), premier ministre Camille Chautemps (juin 1937-janvier 1938), deuxième ministre Camille Chautemps (janvier-mars 1938), deuxième ministre Léon Blum (mars-avril 1938), ministère Edouard Daladier (avril 1938-mars 1940).

Après délibération, le 7 novembre 1936, du Conseil d'Administration de la CNRS, un arrêté est pris le 1er mars 1937 portant création d'un « Laboratoire des Gros Traitements Chimiques »*. Georges Urbain devient le Directeur du nouvel établissement pour une période de trois ans à compter du 1^{er} juin 1937, par décision de l'Administrateur de la Caisse Nationale de la Recherche Scientifique en date du 15 juin 1937. Ce Laboratoire doit permettre à Georges Urbain de mettre au point la préparation et la purification de certains métaux des Terres Rares à l'échelle quasi-industrielle.

Georges Urbain

Né à Paris le 12 avril 1872, Georges Urbain fut un élève brillant, sorti premier de l'École de Physique et Chimie Industrielles en 1894. Il entreprend ses premières recherches sur les Terres Rares en 1895 dans le Laboratoire de Chimie Organique de Charles Friedel (1832-1899), à la Faculté des Sciences de Paris. Il soutient sa thèse en 1899. Ses découvertes en chimie des Terres Rares, à laquelle il continue de s'intéresser tout au long d'une carrière très active et diversifiée, fondent sa réputation.

Les Terres Rares étaient alors très mal connues. Les méthodes chimiques de séparation insuffisantes, les méthodes de caractérisation spectroscopique sensibles, mais encore très imparfaitement maîtrisées, faisaient de la séparation des Terres Rares, en particulier des terres yttriques (Europium, Gadolinium, Terbium, Dysprosium, Holmium, Erbium, Thulium, Ytterbium, Lutécium, auxquels il convient d'ajouter l'Yttrium), un problème inextricable. « L'opinion dominante... était que le groupe des Terres Rares était aux autres éléments ce que la voie lactée est aux étoiles ».

Pour séparer les divers éléments, de propriétés chimiques très voisines, qui composent le sous-groupe assez artificiel des terres yttriques* voir page 93, G. Urbain étudie le fractionnement, sous les aspects à la fois technique et logique. Il propose de nouveaux procédés de séparation et surtout la méthode de l'élément séparateur : par exemple, dans un mélange de deux sels isomorphes est introduit un sel étranger

* L'établissement de recherche portera le titre exact de « Laboratoire Central des Traitements Chimiques » et il sera construit sur la commune de Vitry-sur-Seine, à sa limite avec celle de Thiais. Toutes les autres appellations dont il est question dans cette étude, pour la période allant jusqu'au 31 décembre 1952, sont données par les archives et elles ont été reproduites sans correction.

** « C'est par une distinction inexacte, basée sur la solubilité des sulfates doubles potassiques, que l'on avait divisé la famille des Terres Rares « en groupes cérapes et yttriques ». Toutefois, cette séparation a trouvé une base assez solide en s'appuyant sur diverses observations, en particulier de G. Urbain (séparation par le liasme, courbes des moments magnétiques ioniques, formation de chlorures, solubilités, propriétés optiques) mais la structure électronique, les potentiels d'ionisation ou la forme cristalline des sesquioxides rendent « peu rationnelle la division en sous-groupes ». (Cf. F. Bournon, Traité de Chimie Minérale, T. VIII, p. 794). Actuellement, les Terres Rares sont classées en quatre sous-groupes, en particulier sur la base des méthodes de préparation (Cf. A. Percheron et J.C. Achard, Monographies sur les Métaux de haute pureté, T. I (1972), p. 104-156).

à la série, qui marquera, après fractionnement, une scission nette entre les deux sels à séparer. Le Samarium et l'Europium sont ainsi séparés rigoureusement en utilisant le Bismuth, de même que le Gadolinium du Terbium et de l'Europium.

Parallèlement, pour caractériser les Terres Rares, G. Urbain a été conduit à améliorer des procédés tels que les spectres d'arc ou la détermination des poids atomiques. A la suite de Lecoq de Boisbaudran (1838-1912), il étudie les lois de la phosphorescence des solides et il identifie ainsi le Gadolinium. Il est le premier à explorer les propriétés magnétiques des Terres Rares pour en tirer une méthode très sensible d'analyse. Il prouve ainsi la présence du Holmium, en mesurant la susceptibilité magnétique à l'aide d'une balance de Curie et Chéneveau.

Après avoir isolé, caractérisé, de nombreux éléments, après avoir découvert le Lutécium puis le Célium, que d'autres appelleront ensuite Hafnium, et l'avoir séparé du Zirconium, G. Urbain abandonne totalement ses recherches et se consacre à des travaux pour la Défense Nationale, pendant la guerre qui vient d'éclater le 3 août 1914.

La guerre terminée, G. Urbain, qui trouvait le principal intérêt de la recherche scientifique non dans la découverte des faits nouveaux, mais dans les théories générales qu'ils peuvent suggérer, étudie les problèmes de thermodynamique chimique. Dès 1915, il a effectué une synthèse des connaissances sur les complexes minéraux, qui forment un pont entre ces deux disciplines que sont la Chimie Organique et la Chimie Minérale. Son « Introduction à la Chimie des Complexes », écrite avec A. Sénéchal, le conduit à proposer une unification des théories des liaisons chimiques particulières aux deux disciplines. Cette « théorie coordinative » se révèle extrêmement féconde. G. Urbain généralise également la théorie de l'homéométrie, qui s'applique à ces corps de propriétés physico-chimiques très voisines, mais de compositions chimiques différentes.

« Chimiste éminent, sculpteur, peintre et musicien de talent, professeur et écrivain admirable », G. Urbain a dominé la Chimie de son époque. Le charme de cet homme grand, élégant, au regard bleu, résidait dans son intelligence très vive, toujours en action, dans sa voix chaude, bien qu'un peu assourdie, dans sa parole aisée, élocutoire et simple. En 1908, il est Professeur de Chimie Minérale à la Sorbonne. Élu Membre de l'Académie des Sciences en 1921, il devient Professeur de Chimie Générale en 1928 et prend, cette même année, la Direction de l'Institut de Chimie de Paris. Il est, de plus, co-directeur pour la Chimie de l'Institut Rockefeller de Physico-chimie biologique, rue Pierre et Marie Curie, à Paris, où il côtoie quotidiennement J. Perrin, Directeur de la Physique et A. Mayer, Directeur de la Biologie.

De santé fragile, G. Urbain est emporté subitement, le 5 novembre 1938. Il vient seulement de prendre la direction du Laboratoire des Traitements Chimiques de Thiais*, en cours d'organisation.

* Voir note* p. 61.

La réorientation : nomination de Georges Chaudron

En cette fin de 1938, la mort de G. Urbain pose un sérieux problème de direction pour ce Laboratoire naissant. C'est Henri Laugier qui doit le régler. Mais les structures de la recherche scientifique sont en cours de refonte. Les événements internationaux annonciateurs de la guerre ont poussé les responsables scientifiques à favoriser une recherche finalisée, coordonnée, centralisée.

Après l'annexion de l'Autriche par l'Allemagne (12 mars 1938), le cabinet Daladier remplace le gouvernement de Front Populaire (10 avril). Le « Centre National de la Recherche Scientifique Appliquée » est créé par décret le 24 mai. Henri Longchambon (1896-1969) est son Président. Le CNRSA est organisé par un autre décret, du 10 septembre 1938 : il comporte un « Haut Comité de Coordination » dont le Président est Jean Perrin, le Secrétaire Général Henri Laugier, et un « Conseil Supérieur ».

Le sort des Laboratoires fondés par la Caisse Nationale de la Recherche Scientifique n'est pas réglé par la création du CNRSA : statuts des Laboratoires, nomination du personnel... doivent être précisés par des décrets en cours de rédaction au début de 1939. Après la déclaration de guerre (3 septembre 1939), la fusion des organismes de recherche scientifique au sein du « Centre National de la Recherche Scientifique » fait entrer les Laboratoires créés par la Caisse Nationale de la Recherche Scientifique dans le nouvel et unique organisme (article 3 du décret du 19 octobre 1939).

C'est donc d'abord officiellement que Henri Laugier, au début de 1939, cherche un nouveau directeur pour le Laboratoire Central des Traitements Chimiques. Une commission, toujours officieuse, est réunie. Elle comporte certains des membres de la Section de Chimie du Conseil Supérieur de la Recherche Scientifique. Ce Conseil n'a d'ailleurs aucun pouvoir réel, son mandat ayant expiré à la fin de 1938. Le Conseil suivant ne sera nommé que le 22 juin 1939.

La destination première du Laboratoire, la purification industrielle des Terres Rares, ne semble pas avoir pesé dans la décision qui fut prise rapidement. Pourtant, l'un des élèves de Georges Urbain, Félix Trombe, travaille depuis 1928 sur l'isolement des métaux du groupe des Terres Rares et sur l'étude de leurs propriétés, dans le laboratoire mis à sa disposition à l'Institut de Chimie de Paris. Félix Trombe doit venir dans le nouveau laboratoire créé pour son patron. A la mort de Georges Urbain, le Professeur L. Hackspill est appelé à la direction de l'Institut de Chimie de Paris. Il donne tout son appui aux recherches sur les Terres Rares et les hautes températures et il maintient Félix Trombe, avec des moyens accrus, à la direction de son laboratoire. Celui-ci, après la guerre, sera doublé en Laboratoire des Hautes Températures, restant à l'Institut de Chimie, et Laboratoire des Terres Rares, transporté dans les locaux du CNRS à Bellevue. On sait que Félix Trombe fondera également, en 1948, le Laboratoire de Recherche Solaire de Montlouis, dans les Pyrénées.

Henri Laugier et la commission qu'il a nommée doivent donc choisir. Deux candidats se sont manifestés, les Professeurs Gault et Chaudron.

Ce dernier est encouragé à se présenter par le Professeur Lebeau (1858-1969), spécialiste du fluor et des hautes températures. Le choix se porte sur Georges Chaudron, dont les qualités sont soulignées par Henri Laugier, qui a effectué une visite dans le laboratoire lillois du candidat. La charge attribuée à G. Chaudron en ce début de l'année 1939 deviendra une nomination officielle lorsque le statut du Laboratoire Central des Traitements Chimiques sera fixé.

Le Professeur Gault devra attendre la fin de la seconde guerre mondiale pour obtenir la création et la direction du Laboratoire qu'il projette. Le 1er septembre 1945, il obtient l'accord de Frédéric Joliot, Directeur du CNRS. Le 8 décembre, une commission approuve cette création et adopte les modalités. Le 27 janvier 1946, le Professeur Gault est nommé Directeur de ce Laboratoire qui prendra le nom de Centre d'Étude et de Recherche de Chimie Organique Appliquée (CERCOA).

Georges Chaudron

Le nouveau Directeur du « Laboratoire Central des Traitements Chimiques » apporte avec lui une solide et brillante réputation de métallurgiste et de chimiste. Il naquit le 29 avril 1891 à Fontenay-sous-Bois. Après de remarquables études au Lycée de Versailles, il obtient son baccalauréat en 1909. Depuis plusieurs années déjà, il était passionné de chimie et pratiquait par l'expérience cette science chez ses parents, dans un hangar mis à sa disposition. Tout naturellement, il s'inscrit à la Faculté des Sciences de Paris pour y préparer sa licence. Le premier cours qu'il reçoit d'Henry Le Chatelier (1850-1936) lui laissera toujours un souvenir vif : enthousiasmé, il forme très vite le voeu d'entrer, au terme de sa licence, dans le laboratoire de ce maître exceptionnel.

Avant de poursuivre la biographie de G. Chaudron, il n'est pas inutile de préciser les traits importants de la personnalité et de l'oeuvre de H. Le Chatelier. Il faut souligner d'abord le souci constant de H. Le Chatelier de mettre la science au service de l'homme. Cette préoccupation s'est traduite par un contact étroit du chercheur et du professeur avec l'industrie. H. Le Chatelier fut avant tout un chimiste illustre, resté célèbre par la loi du déplacement des équilibres chimiques qu'il découvrit en 1884 et qui porte son nom. Avec Floris Osmond, il introduisit la conception des solutions solides. H. Le Chatelier connaissait bien les théories chimiques et physiques de son époque : il traduisit, par exemple, l'ouvrage ardu de l'astronome G.W. Gibbs qui avait établi par la thermodynamique la loi des phases. La loi de Gibbs-Duhem (loi des phases ou règle de la variance) fut un outil précieux pour l'interprétation des diagrammes d'équilibre.

Cette aisance de H. Le Chatelier vis-à-vis des théories de son époque ne l'empêchait pas de se méfier de certaines, qui lui paraissaient trop révolutionnaires, craignant qu'elles ébranlent les lois fondamentales. Il préférait avancer méthodiquement dans la connaissance, chaque recherche nouvelle s'appuyant logiquement sur les résultats de la précédente, ajoutant à chaque fois « quelque maillon de plus à une chaîne déjà solide

afin de préciser des observations ou des lois déjà entrevues ». Cette disposition le poussait à s'appuyer très fortement sur l'expérience. Il découvrit de nombreuses méthodes expérimentales nouvelles, qui lui permirent des avancées considérables dans ses recherches. Le couple platine et platine à dix pour cent de rhodium qu'il a inventé lui a ouvert la voie de toutes les études sur les alliages, sur les diagrammes d'équilibre, grâce à l'analyse thermique. Il développa la microscopie métallographique, la dilatométrie : il utilisa les variations de résistance électrique du fer et de l'acier pour en suivre les changements d'état avec la température.

Grand théoricien et expérimentateur, H. Le Chatelier faisait aussi preuve d'une intuition très sûre. Les grands théoriciens de la thermodynamique de son époque, Willard Gibbs, Pierre Duhem, Max Planck, ont beaucoup travaillé pour rendre rigoureuse la théorie du déplacement de l'équilibre que Le Chatelier avait énoncée d'une façon un peu qualitative, en s'appuyant sur son expérience et sur son intuition. Mais la règle générale de Le Chatelier a gardé toute sa valeur pratique. Alors que les connaissances de la thermodynamique chimique s'appliquaient essentiellement aux solutions liquides, H. Le Chatelier a su les transposer à l'étude des métaux et alliages. Plus généralement, il a substitué une chimie logique à la chimie descriptive et il a contribué à la fusion de cette chimie moderne avec la physique.

Enfin, l'exemple de l'homme lui-même a probablement influencé G. Chaudron. Tous les élèves de H. Le Chatelier ont souligné, Louis de Broglie en premier, combien le rayonnement du Professeur, du Chef d'une école scientifique, les avait impressionnés et quel vif souvenir ils gardaient de la clarté et de l'autorité de son enseignement. Cet homme craint aimait accueillir chez lui ses élèves pour les présenter aux collègues étrangers qui lui rendaient visite. Il appréciait l'assiduité au travail de ses élèves, les longues discussions qu'il soutenait avec eux, mais il n'aimait pas les amateurs ni les flâneurs.

Au fil des pages suivantes, nous rappelant ce bref portrait de H. Le Chatelier, nous comprendrons mieux la personnalité et l'oeuvre de G. Chaudron. En effet, en 1914, H. Le Chatelier accueille G. Chaudron à la Sorbonne et lui propose d'étudier la réaction de la vapeur d'eau sur le fer. Georges Chaudron publie rapidement sa première note aux Comptes Rendus de l'Académie des Sciences sur « Les réactions réversibles de l'eau sur le fer et l'oxyde ferreux » (C.R. 159, p. 237, séance du 20 juillet 1914).

Mobilisé en août 1914, Georges Chaudron ne retrouve le laboratoire de H. Le Chatelier qu'en 1919. Il reprend alors ses recherches sur les réactions réversibles entre les oxydes de fer, de tungstène, de molybdène et les gaz réducteurs, hydrogène et dioxyde de carbone. Les résultats obtenus révèlent les qualités maîtresses de leur auteur : expérimentation habile, observation minutieuse, souci constant du perfectionnement des méthodes et des appareils, précision des techniques.

Le diagramme d'équilibre des oxydes de fer paraît aux Comptes Rendus de l'Académie des Sciences le 10 janvier 1921 et rend Georges Chaudron célèbre. Il présente sa thèse en juin 1921 et devient aussitôt sous-directeur du Laboratoire de Chimie Minérale du Collège de France.

Ce laboratoire est dirigé par Camille Matignon (1867-1934), dont les travaux sont nombreux en thermochimie, sur les métaux rares, les catalyseurs...

Georges Chaudron quitte rapidement le Collège de France : le laboratoire très vétuste dans lequel il travaillait tombait en ruine. G. Chaudron s'établit à l'Ecole des Mines de Paris à la demande de son Directeur, M. Cheneau. C'est en effet comme chef de travaux de Métallurgie à l'Ecole des Mines que G. Chaudron fait ses premières recherches sur les réfractaires à haute température, grâce à la construction, avec M. Garvin, du premier four sous vide à haute température (2000°C) utilisant un résistor en graphite. C'est aussi à l'Ecole des Mines que G. Chaudron devient l'ami de P. Jolibois qu'il a connu, comme A. Portevin et E. Dupuis, dans le laboratoire de H. Le Chatelier. P. Jolibois l'initie à la recherche en électrochimie. En 1928, G. Chaudron succède au Professeur Paul Pascal (1880-1968) à la chaire de Chimie Industrielle de Lille. Il est nommé Professeur titulaire en 1930 et Directeur de l'Institut de Chimie Appliquée (ICL) de la même Faculté de Lille. Son enseignement de la chimie s'appuie beaucoup sur la thermodynamique et la cinétique chimique. L'enseignement de métallurgie est également novateur puisqu'il utilise essentiellement des documents rassemblés au cours de visites d'ateliers métallurgiques. Il assure ainsi aux ingénieurs de l'ICL la meilleure formation possible, parfaitement adaptée à la fois aux développements scientifiques et aux besoins des activités industrielles de la région du Nord.

G. Chaudron donne un enseignement s'appuyant davantage sur les résultats expérimentaux que sur des théories, remettant en question beaucoup de problèmes apparemment résolus, incitant ainsi son auditoire à se lancer dans la recherche. En formant les ingénieurs par la recherche, G. Chaudron est donc un précurseur dans l'enseignement de la métallurgie. Ainsi, entre sa nomination à la Direction de l'Institut de Chimie de Lille en 1928 et celle à Paris en 1938, G. Chaudron recrute, parmi les meilleurs diplômés de l'Institut de Chimie de Lille, ses principaux chercheurs qui développent les premiers thèmes de recherche.

En 1939, le Professeur G. Chaudron est nommé Maître de Conférence en Chimie à la Faculté des Sciences de Paris, au P.C.B. (Physique, Chimie, Biologie), et Directeur du Laboratoire Central des Traitements Chimiques. Ultérieurement, la Chaire d'Analyse et de Mesures Chimiques lui échoit après un mouvement de Professeurs dû au départ de Madame Ramart-Lucas, écartée par le Gouvernement de Vichy pour des raisons probablement politiques. Pendant cette période, Georges Chaudron dirige donc deux laboratoires, l'un à la Faculté des Sciences (12, rue Cuvier), l'autre étant le Laboratoire Central des Traitements Chimiques. Au retour de Madame Ramart-Lucas, à la Libération, Georges Chaudron reprend son enseignement au PCB avant d'être nommé titulaire de la Chaire de Chimie Appliquée en 1948, en remplacement du Professeur Gault. Mais il n'a, dans la Faculté, ni locaux, ni matériel, ni assistant : les travaux pratiques ont lieu au Laboratoire Central des Traitements Chimiques. Les chercheurs présents à cette époque, P. Labcombe faisant office de chef de travaux, J. Talbot, R. Collongues, Ph. Albert, d'assistants, encadrent bénévolement les élèves, à la demande

de Georges Chaudron. Les cours ont lieu le samedi pour ne pas gêner les recherches et pour bénéficier du matériel libéré par le personnel du Laboratoire.

La nomination du Professeur Chaudron à la Direction du Laboratoire Central des Traitements Chimiques en fait le véritable fondateur. La carrière de Georges Chaudron est ensuite jalonnée par des charges importantes et les plus grands honneurs. En 1950, il devient Directeur de l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Paris. Il est membre du Comité Scientifique du Commissariat à l'Energie Atomique à partir de 1951. Cette même année, il est Président de la Commission de Chimie Minérale du Centre National de la Recherche Scientifique. Il est élu membre de la Section de Chimie de l'Académie des Sciences en 1954 : il est Président de l'Académie en 1971. Le 9 décembre 1969, il obtient la Médaille d'Or du CNRS des mains d'Olivier Guichard, Ministre de l'Education Nationale. A partir de 1962, Georges Chaudron devient Directeur honoraire de l'ENSCP, Conseiller Scientifique du CNRS, Président du Comité de Direction du Laboratoire de Vitry, devenu Centre d'Etudes de Chimie Métallurgique le 1er janvier 1953.

Quatre jours seulement avant sa mort, survenue à Paris le 14 mars 1976, Georges Chaudron continuait de s'intéresser de très près à la vie scientifique de son Laboratoire. Il a consacré la majeure partie de sa vie et de son énergie à son activité de recherche et d'enseignement. Quelques phrases de son disciple et successeur au CECM, le Professeur André Michel, témoignent de l'atmosphère de travail que Georges Chaudron et son épouse, chimiste elle-même, Ingénieur de l'Institut de Chimie de Paris, parvenaient à faire régner parmi les chercheurs du Laboratoire : « Aux côtés de ce grand maître de la chimie, Madame Chaudron tient une place très importante et les élèves de G. Chaudron lui doivent un lourd tribut de reconnaissance. Combien de repas n'ont-ils pas partagés, repas au cours desquels la conversation était accaparée par de longues discussions sur les problèmes du jour que ce soit à Lille au 10, rue Jean Bart ou à Paris, rue Bonaparte. Combien de dimanches, combien de soirées, consacrés à la laborieuse rédaction de thèses. Les mois de vacances eux-mêmes n'étaient pas épargnés qui voyaient se succéder sur la côte normande des chercheurs et leurs manuscrits vingt fois remaniés ».

Derrière cette carrière brillante, exceptionnelle, quel homme découvrons-nous ?

Il n'est pas indifférent de se souvenir que Georges Chaudron fut un catholique fervent, de sensibilité plutôt conservatrice, à l'inverse de Georges Urbain. Il fut membre du Conseil de l'Union Catholique des Scientifiques Français, en 1948, mais ses relations avec cette organisation se limitèrent à des contacts. Georges Chaudron devint membre de l'Académie Pontificale des Sciences en 1970, sous le pontificat de Paul VI (1897-1963-1978). Cette assemblée regroupe des académiciens de tous pays.

Les différences d'opinions politiques n'avaient guère de poids dans l'amitié que Georges Chaudron pouvait porter à ceux qu'il admirait. Envers Albert Chatelet, libre penseur, lui aussi très tolérant, ancien Recteur de Lille, puis Doyen de la Faculté des Sciences de Paris, il

témoignait une profonde vénération. A. Chatelet ainsi que le Doyen A. Maige avaient beaucoup aidé, financièrement, les activités scientifiques de Georges Chaudron pendant la période illoise. A. Chatelet fut ensuite membre du Comité de Direction du Laboratoire. Georges Chaudron avait en lui une confiance totale et il acceptait sans hésitation les élèves qu'il lui recommandait.

Georges Chaudron était un bon vivant. Son solide appétit en témoignait. Pendant la période où le Laboratoire possédait sa propre cantine (1954-1965), installée avec des moyens réduits dans la partie la plus haute du bâtiment, le Patron y venait déjeuner avec ses collaborateurs. Sa présence était loin d'y créer une atmosphère compassée et personne, au moment du repas, ne parlait du travail en cours. Il appréciait la musique d'Offenbach et se tenait au courant de la vie politique. Sa passion s'exprimait surtout dans une connaissance approfondie de l'histoire des sciences et des hommes qui l'avaient faite.

Ses élèves gardent le souvenir d'un homme dont l'autorité pouvait paraître abrupte. Paul Lacombe, du quitter Vitry en 1951 : G. Chaudron, mal informé par exception, avait cru être trahi par l'un de ses élèves dont la notoriété, de plus, commençait à lui faire ombrage. D'autres, comme René Faivre, se retrouvèrent dans la même situation. Mais Georges Chaudron connaissait la valeur de ses élèves. Paul Lacombe, après avoir dirigé le laboratoire des travaux pratiques de métallurgie à l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Paris, reçut de Georges Chaudron les appuis nécessaires pour professer à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris et développer ses propres recherches en devenant Directeur du Centre de Recherches Métallurgiques de l'Ecole des Mines de Paris puis Professeur à l'Université de Paris XI, à Orsay, en 1960. Il succéda à son Maître à la Présidence du CEFRACOR (Centre Français de la Corrosion); il fut élu à l'Académie des Sciences en 1981. De même, René Faivre devint Professeur à l'Ecole des Mines et de la Métallurgie à Nancy, grâce à l'appui de G. Chaudron.

L'autorité de G. Chaudron s'exerçait également au jour le jour de la préparation d'une thèse. Il proposait successivement au jeune chercheur une suite de sujets de recherche, semblant ne pas avoir une idée très précise du travail qu'il souhaitait. Cette manière de procéder incitait des connaissances solides et variées au jeune chercheur et provoquait des échanges fructueux. Puis le sujet se précisait en fonction de l'occasion qui se présentait, de la personnalité du chercheur que le Patron avait eu le temps de juger. Selon M. Wintenberger, « le Patron ne prenait une décision que lorsqu'il sentait que les choses se présentaient bien ». Ce recours à l'intuition, G. Chaudron le pratiquait aussi devant un résultat nouveau : ses élèves ne publiaient que les résultats qu'il « sentait » bien.

La grande indépendance d'esprit de G. Chaudron pouvait prendre l'aspect de l'autorité devant des personnes ayant un caractère trop affirmé ou trop rigide. La mésintelligence qui s'est établie entre Georges Chaudron et quelques uns de ses élèves trouve là son explication. La personnalité de la plupart de ses élèves fait apparaître un autre trait significatif du caractère de Georges Chaudron qui a réussi, en conduisant ses chercheurs

dans des études s'appuyant d'abord sur l'expérience, à leur permettre de s'élever socialement (voir l'annexe 1). Georges Chaudron s'imposait à eux par sa valeur, que chacun reconnaît toujours volontiers aujourd'hui, en ne faisant appel qu'à une autorité exceptionnellement à l'autorité qu'il pouvait dégager.

G. Chaudron respectait profondément la personnalité de ses élèves et leurs manières de comprendre la vie, même si celles-ci lui étaient étrangères. Lorsque ses élèves étaient attaqués, il les défendait vigoureusement. En témoigne la querelle qui l'opposa un moment au Professeur Paul Bastien à propos de l'acier qu'Eugène Herzog, l'un des plus anciens élèves de Georges Chaudron, avait mis au point aux Acieries de Pompey pour résister à l'action de l'hydrogène sulfuré contenu dans le gaz de Lacq. Le soutien de Georges Chaudron était parfaitement désintéressé, uniquement motivé par la confiance qu'il portait à son ancien élève. Eugène Herzog était un métallurgiste d'une très grande compétence, aux méthodes parfois peu orthodoxes, mais d'un jugement sûr. Son acier a parfaitement tenu dans les conditions imposées. Malheureusement, les Acieries de Pompey, mal préparées à produire tous les tubes nécessaires alors à l'exploitation du gaz de Lacq, se sont vu ravir les bénéfices des travaux de E. Herzog par les aciéries du Creusot. E. Herzog a cependant obtenu la Légion d'Honneur, grâce à Georges Chaudron.

Dans un texte plein de sensibilité et d'humour, J. Montuelle décrit les rapports que Georges Chaudron établissait avec ses élèves : « Vous avez une façon merveilleuse de donner confiance au timide et de calmer, en même temps, l'impulsif. D'infiltrer un esprit de solidarité et de travail en équipe à ceux que tente l'isolement et de rendre évident, en même temps, que cet esprit se pratique en prenant, bien sûr, mais par dessus tout en donnant; vous savez comment rendre plus précise une pensée approximative tout en libérant de ses scrupules excessifs celui pour lequel la perfection est un frein; vous savez donner à l'esprit théorique le goût des résultats concrets et forcer l'esprit pratique à l'interprétation de ses observations; vous savez hâter la publication de résultats prêts à l'utilisation et retarder la communication de ceux auxquels la précipitation serait dommageable; vous savez reconnaître les formes les plus variées du talent mais aussi châtier la stupidité à quelque occasion que ce soit. Vous savez donner un avis sans imposer votre point de vue, mais vous savez également écouter d'un esprit alerte les suggestions les plus innocentes. Vous savez être patient et indulgent pour les bonnes idées, impatient et sévère lorsqu'il le faut ».

Georges Chaudron poussait ses élèves à la rigueur scientifique qu'il témoignait lui-même. Que d'articles remis de multiples fois sur le « métier » parce qu'une micrographie n'était pas assez démonstrative, la rédaction encore traversée d'imprécision. Devant un texte qu'il lisait en général par la fin, examinant les conclusions après avoir loupé entre les figures, Georges Chaudron savait déjà si la réflexion avait assez mûri, alors que son auteur, de retour à sa table, devait travailler encore des heures avant de comprendre ce qui avait bien pu arrêter le Patron. Incisif tout au long d'une soutenance de thèse, tentant de déstabiliser le cours d'un exposé trop bien rodé, Georges Chaudron retrouvait, les félicitations d'usage prononcées, le candidat, ses parents émus parfois, pour leur parler simplement et leur dire les mots secrètement espérés.

Le souvenir du « Patron » est resté vivace, ainsi que l'esprit de travail qu'il savait communiquer à son entourage. Qu'ils soient devenus Industriels ou Universitaires, un grand nombre à des postes importants, les anciens élèves de Georges Chaudron reconnaissent tous la solidité de leur formation, qu'ils ont acquise en construisant la notoriété du Laboratoire.

LES DÉBUTS DIFFICILES (1939-1945)

Les dures conditions des années de guerre

Lorsque le Professeur G. Chaudron prend la direction du Laboratoire de Vitry, les moyens matériels et surtout humains mis à sa disposition sont très réduits. Les bâtiments sont en cours de construction. Le gros oeuvre de l'aile sud-ouest et du hall est terminé au début de 1940. L'aile nord-est, prévue en quatre travées, n'en comporte qu'une seule à l'origine. Cette travée ne sera terminée que dans le courant de 1941 et l'ensemble de l'aile nord-est ne sera achevé qu'en 1960, pour la somme de 150 000 F débouquée par le CNRS sur les deux années 1959 et 1960. Une dalle située à l'arrière du bâtiment principal, au sud-est, devait recevoir six hangars pour abriter tout le gros matériel nécessaire à la purification industrielle des éléments des Terres Rares, par Georges Urbain et ses élèves. Seuls deux de ces hangars sont construits, dans lesquels seront installés ultérieurement les luminaires, les fours pour les hautes températures, les postes de fusion des métaux et de dosage des gaz, etc.

Le personnel présent au Laboratoire est peu nombreux. G. Urbain a eu le temps d'installer Adrien Karl, qui devient sous-directeur en 1939. A. Karl, ingénieur de l'Institut de Chimie de Paris, a cinquante trois ans. C'est un spécialiste des Terres Rares, mais aussi des éléments radioactifs et de la phosphorescence. Il a commencé sa carrière universitaire en 1920, comme Chef de Travaux à l'Ecole de Chimie de la Faculté des Sciences de Marseille. A la création du Laboratoire Central des Traitements Chimiques, G. Urbain fait appel à son ancien élève pour le seconder. A. Karl est nommé au LCTC le 1^{er} juin 1937, chargé de l'administration générale du Laboratoire avec le titre d'Ingénieur en Chef, rémunéré par la Caisse Nationale de la Recherche Scientifique. C'est lui qui s'occupe de la construction du Laboratoire. A la fin du mois d'août 1939, il se met en quête de matériel et de mobilier pour le Laboratoire. « Et voilà A. Karl qui parcourt jour et nuit les routes pour aller chercher le matériel commandé », souligne le Professeur G. Chaudron. En octobre, malade, épuisé, A. Karl doit s'arrêter. Il meurt au Laboratoire le 1^{er} janvier 1940 : « Je vous dis adieu, cher Monsieur Karl, vous avez bien fait votre devoir, plus que votre devoir ».

D'autres personnes avaient également été engagées par G. Urbain : Mademoiselle Adeline Cacan entre le 1^{er} décembre 1937 comme secrétaire ; Nicolas Léontovitch, un russe immigré en 1920, venu de Marseille

sur la recommandation de A. Karl, entre le 1^{er} juillet 1938 comme aide-technique en chimie ; Mademoiselle France Ellis arrive le 1^{er} mai 1938 et se trouve employée comme aide-chimiste. Seul Walter-Lévy, engagé comme régisseur-économiste le 1^{er} novembre 1938, ne sera pas repris par le Professeur Chaudron et partira le 30 septembre 1939, avant d'être déporté pendant la guerre. Toutes ces personnes sont rétribuées par la Caisse Nationale de la Recherche Scientifique.

Quatre chercheurs seulement de l'équipe créée à Lille par le Professeur G. Chaudron suivent leur Patron à Paris vers le milieu de 1939, quelques mois avant la déclaration de guerre à l'Allemagne en septembre : Léon Moreau qui a soutenu sa thèse en février 1938 à Lille sur le dégazage des métaux, Jacques Bénard dont la thèse sur le protoxyde de fer est soutenue en mai 1939 à Paris. Les deux autres élèves, R. Faivre et P. Lacombe ne soutiendront leur thèse qu'au retour de leur captivité. André Michel reste à Lille comme Professeur à la Faculté des Sciences. Hélas, l'équipe sur laquelle pouvait compter G. Chaudron pour lancer le LCTC se trouve en effet dès son origine amputée de ses principaux éléments : J. Bénard, R. Faivre, P. Lacombe et aussi A. Michel sont mobilisés dès septembre 1939 et faits prisonniers de guerre en juin 1940.

Ce ne fut pas le moindre mérite du Professeur G. Chaudron de ne pas désespérer et de tenter de développer les recherches du LCTC dès le début de l'occupation allemande. Malgré la gravité de la situation, le Professeur G. Chaudron ne cache pas sa foi dans le succès des armées alliées. Ceci ne l'empêche pas d'obtenir le rapatriement, en avril 1942, de trois de ses anciens élèves de Lille prisonniers en Allemagne : J. Bénard, R. Faivre et P. Lacombe, qui forment le premier noyau de l'équipe à laquelle se joint au début de la guerre un autre « lillois », Jean Héréguel. Celui-ci avait été engagé, après sa thèse soutenue à Lille en 1936, aux « Tréfileries et Laminiers du Havre » (TLH). Il avait eu l'appui du Professeur G. Chaudron devenu conseiller scientifique des TLH après la prise de son brevet sur les alliages aluminium-magnésium (les fameux « Alumags » dus aux recherches à Lille de E. Herzog et J. Héréguel ; voir page 78). Mobilisé en septembre 1940 comme chef d'un Parc d'Artilleurs, J. Héréguel est rappelé à Vitry à la demande du Général P. Nicolau pour développer l'emploi du magnésium à des fins militaires. La présence de J. Héréguel durant les années difficiles de la guerre est déterminante pour l'avenir du Laboratoire car J. Héréguel, d'un caractère particulièrement tenace, soutient le moral de la petite équipe et aussi celui du Professeur G. Chaudron en devenant son principal confident. Celui-ci est en effet bien désemparé devant les énormes problèmes auxquels il est confronté : très faible nombre de chercheurs peu expérimentés, rareté de l'équipement scientifique indispensable, et surtout menaces que l'occupation allemande fait peser sur ses collaborateurs.

Cette période qui s'étend du 3 septembre 1939, date de la déclaration de guerre, jusqu'à la libération de Paris en août 1944, permet au Professeur G. Chaudron de montrer toute sa valeur comme chef responsable, tant sur le plan humain que scientifique, du développement d'un grand laboratoire du CNRS. Sur le plan humain, il produit les plus

grands efforts pour augmenter les effectifs du LCTC à tous les niveaux de la hiérarchie. Ainsi André Duvinage, garçon de laboratoire à l'Institut de Chimie de Lille, mécanicien et métallurgiste, arrive de Lille le 1er juillet 1939. D'autres sont engagés le 1er septembre 1939 : Jacques Venu, mécanicien; Fernand Passet (père), conducteur de la camionnette de service; Henri et Hélène Bornet, respectivement magasinier et concierge, qui auront pendant la guerre la lourde tâche de veiller sur le Laboratoire. Madame Michel, l'épouse du Professeur A. Michel, travaille d'abord à la Faculté des Sciences de Paris à partir d'octobre 1940 puis au Laboratoire à partir du 1^{er} avril 1942, pendant toute la durée de la captivité de son mari, qu'elle rejoindra à Lille, à sa libération en 1945. Jusqu'à la fin de la guerre, l'effectif reste très réduit, de dix à quinze personnes. La présence de chacun est des plus instables.

À la mort d'A. Karl, le premier janvier 1940, le Professeur G. Chaudron intervient vigoureusement pour que son collaborateur le plus immédiat, Léon Moreau, lui soit rattaché en « affectation spéciale » et soit nommé sous-Directeur du LCTC. Il y restera jusqu'à sa mort en 1970, en déchargeant le « Patron » des charges très lourdes d'administration et de gestion, tout en poursuivant ses recherches sur les gaz dans les métaux. Comme beaucoup parmi les élèves du Professeur G. Chaudron, L. Moreau était sorti Ingénieur de l'Institut de Chimie de Lille en 1932. Il avait ensuite montré ses qualités d'organisateur en étant successivement préparateur à l'ICL de 1932 à 1935, puis chargé des travaux pratiques de métallurgie en 1936-1937 et chargé à l'ICL du cours d'appareillage dans l'industrie chimique en 1938 et 1939. Il reçoit en 1939 la médaille d'or de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale.

Aux chercheurs de Lille, comme Léon Moreau et les trois prisonniers de guerre libérés par les efforts du Professeur G. Chaudron en avril 1942, se joignent, après cette date, de nouveaux chercheurs comme Louis Beaujard et Pierre Morize, jeunes diplômés de l'École de Chimie de Paris, ainsi que Jean Talbot qui les suit en octobre 1942. Ce dernier malheureusement doit quitter Vitry pour occuper un poste aux Mines de Lens afin d'échapper au Service du Travail Obligatoire. Jean Talbot ne reviendra à Vitry qu'en septembre 1944, après la Libération de Paris. Entre temps, Madame Cholet entrera au LCTC pour travailler avec J. Bénard sur les couches d'oxyde formées par oxydation du fer à température croissante.

Les conditions de vie et de travail sont difficiles, comme on peut l'imaginer. En 1942, les mesures raciales ou xénophobes prises par les autorités de l'époque contre les personnes d'origine juive ou étrangère, se traduisent par l'obligation pour chaque fonctionnaire de fournir un dossier comprenant son arbre généalogique, celui de son conjoint éventuellement, en remontant jusqu'aux grands-parents, ainsi qu'une déclaration spécifiant la nationalité française du père. De surcroît, il doit déclarer sous la foi du serment ne pas appartenir aux différentes loges maçonniques visées par la loi du 13 août 1940.

Les moyens de transport collectif sont rares et ne permettent pas, bien souvent, de couvrir les neuf kilomètres qui séparent le Laboratoire de Paris. L'utilisation de la bicyclette est nécessaire, pour le Professeur G. Chaudron comme pour ses collaborateurs. Certains obtiennent des

logements dans la Cité du Moulin Vert, à la périphérie de laquelle le Laboratoire a été édifié : c'est le cas de M^{lle} A. Cacan ou de M^{lle} A. Domin, engagée le 1^{er} septembre 1941, de R. Delannoy ou de P. Lacombe avec sa famille, au retour de captivité. Au fond du parc, des jardins potagers sont cultivés par certains pour diminuer les difficultés de ravitaillement. Le magasinier, M. Bornet, cultive très officiellement 1 000 m² pour six personnes. De même R. Faivre, A. Duvinage, P. Lacombe ou J. Hérenghuel. La camionnette à gazogène qui permet quelques déplacements est souvent en panne, particulièrement pendant les hivers rudes de cette période, et les bonnes volontés sont réquisitionnées pour la pousser, sous le regard philosophe de Louky, le chien des gardiens M. et M^{lle} Bornet. « L'utilité de ce « chien-soup » pour la garde du Laboratoire » est soulignée par une attestation de Monsieur L. Moreau, sous-directeur, en date du 12 mai 1941.

Le Laboratoire bénéficie cependant d'une relative tranquillité vis-à-vis de l'envahisseur. Le Professeur G. Chaudron est allé à l'hôtel La Pérouse où se trouvent les Allemands pour obtenir, avec l'appui de Monsieur J. Taffanel, président du CORSID (Comité de Recherches de la Sidérurgie, qui fut à l'origine de l'IRSID), la libération de ses élèves Bénard, Faivre et Lacombe. En contrepartie, les Allemands demandent qu'une étude sur l'étain et sur le fer blanc soit menée au Laboratoire. L'expérience sera montée pour donner le change, mais aucun essai ne sera entrepris sur cette installation. Cette concession évitera tout problème pendant le temps des hostilités. Par contre, N. Léontovitch sera pris par les Allemands pour avoir cédé à sa passion, la photographie, peu prise en général par les militaires en campagne. Léon Moreau pourra le récupérer. La même mésaventure arrivera quelque temps plus tard aux deux mêmes personnes, à la Libération, les militaires surveillant cette fois les Américains !

La recherche pendant la guerre

Les travaux scientifiques du Laboratoire portent essentiellement, pendant cette période difficile de la guerre, sur la corrosion et la protection des métaux, sur leurs états de surface. L. Moreau peut publier des résultats obtenus sur le dégazage des aciers au nickel-chrome par bombardement électronique, sur les problèmes liés à la présence d'hydrogène dans le fer polycristallin ou monocristallin, sur le dosage de l'azote dans le fer.

À son retour de captivité, Jacques Bénard reprend ses recherches sur les propriétés des oxydes de fer. Il est nommé assistant à la Sorbonne dès 1942 où il remplace Madame Michel, et il reçoit la médaille d'or de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale. En 1947, à Lyon, il assurera une maîtrise de conférence à la Faculté des Sciences, puis sera nommé Professeur en 1949, date à laquelle il quittera le Laboratoire. Ses études portent sur la cinétique de l'oxydation des métaux aux températures élevées, sur la structure des oxydes et les écarts à la stoechiométrie qu'ils présentent, sur les réactions dans l'état solide d'une manière générale.

Paul Lacombe reprend l'étude, interrompue par sa captivité, sur les solutions solides en montrant par diffraction X l'existence de phases précipitées intermédiaires. Il souligne le rôle de celles-ci sur la corrosion de ces alliages. Après la soutenance de sa thèse en octobre 1943, le Professeur G. Chaudron le charge d'introduire au Laboratoire les méthodes nouvelles, développées par P. Jacquet, de polissage électrolytique appliquées à l'aluminium et ses alliages. Ses études sur le polissage électrolytique furent à l'origine de la découverte, avec Louis Beaujard, de la polygonisation de l'aluminium et elles eurent des conséquences importantes sur l'étude, en collaboration avec J. Héréguel et R. Segond, de l'oxydation anodique de l'aluminium et de ses alliages.

De son côté, René Faivre, après avoir étudié la dissociation de l'oxyde de cadmium avec André Michel en 1938, examine celle de l'oxyde d'argent en 1939. De retour au Laboratoire, il étudie la structure et les transformations des carbonates et des sulfates. R. Faivre a montré, au cours de ces recherches et ultérieurement, les qualités d'un excellent cristallographe. En utilisant une méthode de rayons X « en retour » développée par J. Bénéard, il a rendu possible par des mesures très précises des paramètres cristallins, l'étude de la non-stoechiométrie des oxydes. Plus tard, J. Bénéard et Marc Laffitte se sont inspirés des méthodes de R. Faivre pour leurs travaux sur les sulfures non-stoechiométriques. R. Faivre alliait l'habileté expérimentale et le sens de la théorie : sa méthode pour différencier rapidement, sur les clichés de diffraction, les sept systèmes cristallins principaux, lui a valu un désaccord avec le Professeur G. Chaudron qui a exprimé, encore à cette occasion, la méfiance qu'il réservait à toute théorie.

Comme on le voit, à l'exception de R. Faivre dont l'étude change d'objet, mais non de méthodes (en particulier les rayons X), chacun des principaux élèves du Professeur G. Chaudron reprend les recherches poursuivies à Lille et interrompues par le changement de Laboratoire et surtout par la guerre. Les thèses de R. Faivre et P. Lacombe en portent témoignage. Ces recherches confirmèrent la réputation du Professeur G. Chaudron dans le domaine de la corrosion après les études menées à Lille, en particulier par E. Herzog. Deux autres thèses sur la corrosion, celle de R. Reiller (1943) et celle de G. Lucas (1944), portèrent sur des aciers semi-inoxydables développés aux USA et qui furent à l'origine des aciers CORTEN. Cette recherche à long terme, puisqu'elle se poursuivait pendant près de 10 ans, avait été confiée au Professeur G. Chaudron par le CORSID et fut sans doute à l'origine de la création, par le Professeur G. Chaudron, en 1958, du Centre Français de la Corrosion (CEFRA-COR). Ce domaine d'activité du Professeur G. Chaudron témoigne de ses efforts constants pour resserrer les liens entre la recherche universitaire et l'Industrie.

Enfin, pour revenir aux premiers chercheurs de Vitry, il faut citer les travaux de J. Talbot sur l'hydrogénation des alliages palladium-or, étude faisant suite à celle menée à Lille par A. Michel sur les hydrures de palladium.

L'examen des recherches entreprises par le Professeur G. Chaudron dès le début de sa carrière au Collège de France puis à Lille montre la continuité de son effort et les raisons de ses choix. Les axes principaux

se dégagent rapidement, se poursuivent pendant la guerre et s'étoffent dans la période qui la suit. La présence des principaux élèves du Professeur G. Chaudron aux débuts du Laboratoire assure cette pérennité des thèmes : J. Bénéard, chef du département de chimie minérale de 1942 à 1949; R. Faivre, chef du département des applications des rayons X de 1942 à 1950; P. Lacombe, chef du service de métallographie et des gros cristaux métalliques de 1942 à 1951; J. Héréguel, chef du service de métallographie des alliages légers et de l'étude des états de surface métalliques de 1941 à 1945*.

L'EXPANSION : 1945 - 1962

L'essentiel des travaux du Professeur G. Chaudron et de ses élèves porte sur la Chimie Minérale et la Métallurgie. Initié à ces deux disciplines par Henry Le Chatelier, qui savait toute la chimie qui pouvait être connue à son époque, le Professeur G. Chaudron attribue à sa double formation les transpositions techniques et théoriques qu'il imagine constamment entre les deux domaines. Il applique, par exemple, les méthodes d'analyse thermique courantes en métallurgie, aux oxydes de fer. Il montre que certains composés minéraux, comme le protoxyde de fer, ont des propriétés comparables aux solutions solides métalliques. Inversement, il utilise pour la préparation de divers métaux, tels que le magnésium ou le calcium, des techniques de la chimie comme la distillation ou la sublimation. La méthode de la zone fondue avec laquelle Pfann a purifié le germanium est rapidement transposée par le Professeur G. Chaudron et ses élèves à l'aluminium, etc.

À côté de ce décloisonnement des disciplines qui donne une grande fécondité à ses recherches, le Professeur G. Chaudron reste toujours à l'affût des méthodes physiques les plus récentes et les plus raffinées qu'il applique aussitôt à la résolution des problèmes qu'il se pose.

Le travail sur les équilibres mettant en cause d'une part le fer et ses oxydes, d'autre part les gaz H_2 - H_2O et CO - CO_2 , vaut à G. Chaudron la notoriété dès 1921 : il est le point de départ d'une série de recherches qui se déroulent logiquement dans ces deux domaines de la métallurgie et de la chimie minérale, qui se développent parallèlement, se fécondent mutuellement. Ces études caractérisent toute l'activité du Laboratoire pendant son expansion jusqu'en 1962, puis s'approfondissent jusqu'en 1978.

* A la Libération, en effet, la Société des Trefileries et Laminiers du Havre à laquelle appartenait déjà J. Héréguel en 1941, installe son laboratoire à Antony, dans la banlieue sud de Paris et J. Héréguel devenu son Directeur des Services de Recherches, peut y poursuivre les travaux commencés à Vitry. Ils prennent une telle ampleur qu'ils amènent les responsables des TLH à confier à J. Héréguel la direction d'un laboratoire plus important, à Argenteuil, dont les effectifs s'élèvent à trois cents personnes.

Les oxydes de fer et les composés ferromagnétiques

Les études commencées par le Professeur G. Chaudron ont été poursuivies par plusieurs de ses élèves avant la guerre, en particulier par Hubert Forestier jusqu'à sa thèse en 1928. Elles sont ensuite reprises par J. Bénéard qui établit le diagramme d'équilibre du protoxyde de fer et qui étudie la préparation des ferrites mixtes et par A. Michel qui pratique l'analyse thermomagnétique du sesquioxyde de fer rhomboédrique et des corps microcristallins et qui étudie la stabilisation du sesquioxyde de fer cubique.

Au Laboratoire, R. Collongues étudie la structure du sesquioxyde de fer cubique. Ce composé, stabilisé par le sodium ou l'aluminium, est d'un large emploi industriel pour l'enregistrement magnétique. R. Collongues, qui continue également l'étude du protoxyde de fer à partir de 1950, puis avec son élève R. Sifferlen, soutient sa thèse sur ce sujet en mai 1954. Il reprend aussi les recherches de A. Girard sur les ferrites.

Les propriétés magnétiques remarquables des ferrites sont étudiées à Strasbourg par H. Forestier et par A. Michel à Lille. Au Laboratoire, R. Fruchart crée, avec G. Lanthioir et P. Sénateur, un groupe de recherche sur les nitrures et les carbures complexes de métaux de transition à la suite des premières études sur Fe_3C , la cémentite, et Fe_3C_2 , le carbure de Hägg, constituant principal des catalyseurs Fisher-Tropsch*.

Les oxydes réfractaires

Suivant également une tradition inaugurée par le Professeur G. Chaudron qui a construit en 1923 un four fonctionnant sous vide et pouvant atteindre 2 000°C, R. Collongues s'intéresse, à partir de 1955, aux oxydes réfractaires, avec un groupe de chercheurs. Des méthodes nouvelles de production de hautes températures, supérieures à 2 500°C, sont mises au point : four à image d'arc (1958), chalumeau à plasma-arc (1960), four à plasma haute fréquence, fusion directe d'oxydes par induction haute fréquence en autocreuset (1963). En 1961, R. Collongues est nommé Maître de Conférence à l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Paris et le groupe prend le nom de Laboratoire de Chimie Appliquée de l'Etat Solide (Equipe de Recherche Associée n° 387).

Ce groupe continue de s'intéresser aux ferrites de lithium, R. Collongues les a préparés en 1950. Ensuite les transformations ordre-désordre, les écarts à la stoechiométrie, et les solutions solides formées avec divers autres oxydes ont été les sujets d'étude de M. Fayard qui soutient sa thèse en 1961 à Paris.

* Les procédés Fisher-Tropsch réalisent la synthèse des carburants automobiles à partir du gaz à l'eau, obtenu par réaction de la vapeur d'eau sur le charbon incandescent.

L'application des rayons X à la Chimie Minérale

L'un des premiers, le Professeur G. Chaudron a utilisé les rayons X à des fins métallurgiques. L'application de cette méthode à de nombreux problèmes a été constante au cours de sa carrière. Le Professeur G. Chaudron s'est également intéressé très tôt aux phosphates à la demande de P. Jolibois, Professeur de Chimie à l'Ecole Supérieure des Mines de Paris devenu ensuite Membre de l'Institut, et Président du Comité Directeur du Laboratoire. Trois élèves de Lille ont travaillé sur les phosphates et soutenu leur thèse sur ce sujet (H. Herlemont, 1940, B. Mikolas, 1940, J. Delabre, 1941).

Au Laboratoire, le sujet est repris par R. Wallaëys : il soutient sa thèse en 1951, mais il meurt brutalement en août 1958. L'étude est poursuivie par G. Montel qui joint aux rayons X la microscopie électronique et la thermogravimétrie. Le dilatomètre enregistreur de Chevenard permet à M. Pruna de suivre, en particulier avec R. Faivre, les transformations aragonite-calcaire et vaterite-calcaire. Plusieurs thèses ou diplômes d'études supérieures seront soutenus sur ces sujets.

G. Montel soutient sa thèse d'Etat en 1958 avant d'être nommé Maître de Conférence à Toulouse en 1960, où il a poursuivi des études sur les phosphates et obtenu une consécration mondiale. Ses résultats ont d'importantes conséquences, notamment dans le domaine biologique (biotechnologie).

Les gaz dans les métaux

Ce sujet trouve son origine dans l'étude initiale du Professeur G. Chaudron sur les équilibres hétérogènes gaz-métal. Après avoir travaillé sur le protoxyde de fer, J. Bénéard développe à partir de 1945 des recherches sur l'oxydation des métaux. Il établit l'importance de la non-stoechiométrie de FeO sur la cinétique d'oxydation du fer. Ces recherches sont poursuivies par Mme Cholet-Coquelle puis J. Talbot, J. Bardolle et J. Moreau*.

Les études sur l'oxydation du fer sont reprises par le Professeur G. Chaudron avec R. Sifferlen puis avec S. Nowak sur le cuivre. Y. Adda étudie l'oxydation, la nitruration et l'hydruration d'un métal encore peu connu à l'époque, l'uranium.

Comme l'aluminium étudié par L. Moreau, le palladium montre des variations intéressantes de propriétés avec la présence d'hydrogène (A. Michel). Le système fer-hydrogène est soumis aux investigations de J. Duflot avec du fer de bonne pureté, puis de J. Talbot et M^{me} S. Talbot-Bénéard.

* Rappelons qu'en 1962 et 1964 paraissent les deux tomes de « L'Oxydation des Métaux » sous la plume de J. Bénéard et J. Bardolle, avec la contribution de J. Moreau, D. Witham, J. Héroguez, etc.

Corrosion électrochimique

En 1926, les Services de l'Aéronautique s'inquiètent de la corrodabilité dans l'eau de mer de certaines pièces d'hydravions en duralumin. E. Herzog met au point les « Alumags », des alliages d'aluminium, de magnésium et de zinc, qui résistent bien à la corrosion, tout en étant légers comme les duralumins et qui seront fabriqués par les « Tréfileries et Laminiers du Havre »*.

Au Laboratoire, R. Reiller étudie l'évolution du potentiel du fer dans la corrosion due à l'effet Evans. Cet effet, mis en évidence par Evans en 1923, étudié par E. Herzog dès 1931, est indépendant du métal et la corrosion ne provient que de l'hétérogénéité de l'électrolyte. R. Dandres et P. Lacombe travaillent ensuite sur le rôle des hétérogénéités des solutions solides vis-à-vis de la corrosion.

Les états de surface ont une grande importance. En particulier le polissage mécanique perturbe la corrosion par voie humide, comme par voie sèche. Un état de surface connu et reproductible est obtenu par le polissage électrolytique, découvert par Jacquet, et qui fait l'objet de la thèse de P. Morize (1947). Les aciers inoxydables sont étudiés par H. Hatwell avec les mêmes techniques et dans le même esprit.

La purification des métaux et alliages

Pour éviter les hétérogénéités provoquant la corrosion des métaux et alliages, la purification doit être poussée. J. Héréguel purifie, en 1931, le magnésium par sublimation, en vue d'études de corrosion. Des alliages purs, aluminium-magnésium, ou aluminium-magnésium-zinc, sont préparés et étudiés par E. Herzog, R. Dandres, J. Héréguel.

Ce problème des relations entre la pureté et les propriétés sera au centre des préoccupations de très nombreux chercheurs du Laboratoire. Il fécondera des recherches très diverses. L'aluminium, préparé par l'industrie à différentes puretés, est un matériau de choix. Pour observer le métal, le Professeur G. Chaudron est le premier en France, en 1950, à utiliser le microscope électronique, d'abord sur répliques (P. Bussy), puis sur lames minces (Ch. Messager, O. Dimitrov). Des méthodes sont mises au point pour purifier d'autres métaux, en particulier l'électrolyse pour le cuivre, le nickel, le fer, ... ou pour obtenir des solutions de haute pureté comme la chromatographie par échange d'ions pour le fer ... (G. Blanc).

* L'idée des « Alumags » fut lancée par le Professeur G. Chaudron qui pensa remplacer le cuivre des duralumins, corrodés à la ligne d'eau, par le magnésium qui devait former dans les mêmes conditions d'utilisation l'hydroxyde de magnésium protecteur. Le magnésium étant inflammable lors de la fusion et de la coulée, la méthode de préparation fut difficile à mettre au point : c'est J. Héréguel qui préconisa l'emploi d'un flux de protection. Ces études ont permis d'obtenir des contacts grâce auxquels J. Héréguel et E. Herzog purent préparer leur thèse. Mais les allemands développaient le même alliage. Il fallut qu'un jury international statue pour attribuer définitivement aux français la paternité du brevet d'invention, après que J. Héréguel fut envoyé aux TLH et parvienne à fabriquer les premières tôles d'Alumag.

Les méthodes d'analyse classiques ne sont plus assez sensibles, dès 1950, pour suivre les progrès de la purification. Le Professeur G. Chaudron songe à utiliser les radio-éléments artificiels et charge Ph. Albert, avec la collaboration de P. Sûe, d'explorer cette voie. Le sodium, le cuivre et les Terres Rares sont dosés dans l'aluminium après irradiation dans le réacteur « Zoé » à Châtillon (Ph. Albert, M. Caron, 1951). Les impuretés du fer sont analysées de la même manière en 1953 : le dosage du carbone est obtenu après irradiation aux deutons dans le cyclotron du Collège de France (Ph. Albert, P. Sûe, 1953) ; [voir page 91 et suivantes].

Les progrès de l'analyse par radioactivation, la mise au point par M. Caron d'une méthode de caractérisation globale de la pureté par mesure de la résistivité résiduelle à basse température, permettent à leur tour des progrès dans la purification. Le Professeur G. Chaudron décide de transposer aux métaux la méthode de la zone fondue dont les principes viennent d'être exposés par W.G. Pfann (Trans. AIME, 194 (1952) 745-53), et qui a fait ses preuves depuis peu dans la purification de monocristaux de germanium (W.G. Pfann et K.M. Olsen, Phys. Rev. 89 (1952) 323-32). L'aluminium est encore le premier métal expérimenté par F. Montariol, R. Reich et Ph. Albert (1954). De nombreuses et diverses études de propriétés sont reprises sur ce métal exceptionnel fourni par la méthode de la zone fondue. La fabrication de bicristaux orientés (C. Goux et J. Montuelle, 1958), permet à C. Goux d'apporter des connaissances nouvelles sur le joint de grain avant d'initier une importante voie de recherche en s'établissant à l'Ecole des Mines de Saint-Etienne.

D'autres métaux sont également purifiés par la méthode de la zone fondue, puis étudiés : le fer en 1957 (J. Talbot et M^{me} S. Talbot-Bernard), l'uranium en 1957 (Ph. Albert, O. Dimitrov, J. Le Héricy), le zirconium en 1959 (J.P. Langeron, P. Lehr, Ph. Albert), le cuivre en 1960 (J. Le Héricy), l'étain en 1960 (R. Reich, F. Montariol).

L'APPROFONDISSEMENT : 1962-1978

En 1962, le Professeur G. Chaudron, admis à faire valoir ses droits à la retraite, propose aux responsables du CNRS de nommer à la direction du Laboratoire l'un de ses plus anciens élèves, le Professeur André Michel. Le CNRS suit la proposition du Professeur G. Chaudron. Ce dernier, cependant, ne diminue pas son activité. Il garde son bureau, occupé par deux grandes tables métalliques, l'une pour son travail, l'autre vide, destinée à recevoir les documents divers lors des discussions qu'il continue d'avoir avec les chercheurs. Contre l'un des murs de la pièce, dans la partie vitrée d'un grand meuble de même facture que les tables, des médailles, des portraits, des souvenirs sont exposés. On y retrouve les visages de ses amis les plus chers, Pierre Chevenard (1888-1960) et Albert Porievin (1880-1962). Le buste de Pasteur, auquel le Professeur

G. Chaudron pour une très grande admiration, est en accord avec l'atmosphère studieuse, austère même du bureau, mais aussi avec les attitudes scientifiques que la plus grande rigueur a toujours accompagnées.

Le Professeur A. Michel s'installe dans un bureau symétrique. La physionomie de cet homme grand et mince, discret et souriant, dégage une forte impression de rectitude morale et intellectuelle. Dans les imitations de sa voix grave posée, retenue, la chaleur qu'il témoigne le plus souvent à ses interlocuteurs. Sa silhouette en blouse blanche rigoureusement boutonnée, maintenue par une ceinture de cuir lédant, anime alors les longs couloirs du Laboratoire.

André Michel

Elève du Professeur G. Chaudron, A. Michel gardera à celui qu'il tient à appeler son Maître un respect et un dévouement qui ne failliront jamais. La notice qu'il rédige après la mort du Professeur G. Chaudron reflète parfaitement l'admiration qu'il voue au savant et le sentiment qu'il réserve à l'homme.

A. Michel est né en 1909 dans les Ardennes. Ses études le conduisent à Lille. Après son baccalauréat en 1928, il obtient en 1931 la licence ès Sciences Physiques et son diplôme d'ingénieur de l'Institut de Chimie Appliquée, dont il sort premier de sa promotion. Le Professeur G. Chaudron est devenu le Directeur de l'Institut l'année précédente et A. Michel a pu apprécier les qualités du Professeur de Chimie. Le Professeur G. Chaudron l'accueille dans son laboratoire et lui confie le montage et la mise au point d'une installation de diffraction X, la première dans son laboratoire et la première dans la région du Nord. Avec cette méthode, A. Michel peut étudier dans les corps ferromagnétiques les relations entre les évolutions des propriétés magnétiques avec la température et celles de la structure cristalline. Les recherches alors entreprises par A. Michel sont à l'origine d'une série d'études que d'autres poursuivront au Laboratoire de Vitry, plus tard. La thèse de A. Michel, soutenue le 9 juillet 1937 à Paris, comprend par exemple dans le deuxième de ses trois chapitres, une recherche sur le sesquioxyde de fer cubique. Sur cet oxyde, il peut étudier la variation du paramètre cristallin en fonction de la teneur en sodium qui le stabilise, ou mieux de la température du point de Curie. Il obtient ainsi par extrapolation la valeur du paramètre du sesquioxyde de fer cubique pur, et celle de son point de Curie, 675°C, qui n'a jamais été contesté par la suite. Cette étude élégante sera reprise et développée longtemps après par R. Collongues à Vitry, comme nous l'avons vu, marquée par l'importance qu'a revêtu la connaissance du sesquioxyde de fer cubique dans son utilisation industrielle.

Ces résultats, joints à d'autres qui sont exposés dans sa thèse, autorisent A. Michel à présenter une idée-force qui s'inscrit dans les transpositions si fécondes du Professeur G. Chaudron : « nous pensons pouvoir systématiser l'ensemble de nos résultats en appliquant aux oxydes et sulfures les théories des solutions solides intermétalliques ».

L'année de sa thèse, A. Michel devient Assistant de Chimie Appliquée, puis Chef de Travaux pratiques l'année suivante. Il travaille alors sur l'oxyde de chrome ferromagnétique avec J. Bénard, sur les solutions solides d'insertion avec R. Faivre, sur le système palladium-hydrogène avec M^{me} Michel et L. Moreau, sur les phases carburées du nickel avec G. Le Clerc. Rappelons que l'oxyde de chrome CrO₃ et le sesquioxyde de fer cubique sont les deux composés employés pour les bandes d'enregistrement magnétique.

La folie et la mort submergent l'Europe. Lieutenant d'artillerie, A. Michel est fait prisonnier. Il écrit plus tard : « Après quelques mois de guerre, les Allemands m'offrirent un séjour gratuit dans une de leurs provinces les plus charmantes, la Poméranie ». Sa captivité de 1940 à 1945 à l'Oflag IIB puis IID ne l'empêche pas d'enseigner, ni même de publier, car J. Bénard l'associe aux notes et mémoires préparés avant les hostilités.

À la Libération, A. Michel retrouve son poste de rayons X à Lille, mais le Professeur G. Chaudron a quitté son laboratoire pour Vitry, avec ses élèves. A. Michel réunit quelques jeunes ingénieurs de l'Ecole de Lille et s'emploie à remplir la mission que le Professeur G. Chaudron lui a confiée en partant : « développer l'analyse thermomagnétique ». Il relance deux types de recherches, d'une part sur les oxydes de fer et leurs dérivés, d'autre part sur les caractéristiques du nickel hexagonal. Ce dernier axe ouvre la voie à l'étude des solutions solides d'insertion et des composés semi-métalliques.

C'est en novembre 1953 que R. Fruchart, après avoir obtenu son diplôme de l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Lille, anciennement Institut de Chimie Appliquée, commence la préparation de sa thèse dans le laboratoire de A. Michel, devenu Professeur sans chaire en 1948, puis Professeur Titulaire de la chaire de Chimie Minérale en 1951. À la suite de plusieurs thèses sur les carbures de fer, R. Fruchart entreprend une étude des borures de fer et des borures isomorphes de métaux voisins, et plus généralement des composés semi-métalliques. Il montre que le bore se substitue au carbone dans la cémentite (Fe₃C) et que le borure de nickel, puis le borure de cobalt, ont même structure que la cémentite. R. Fruchart soutient sa thèse en 1958 à Lille.

Mais en 1957, le Professeur A. Michel a été nommé à la Faculté des Sciences de Paris. En 1959, il s'installe dans le Laboratoire de Vitry. Une partie de son équipe migre à Orsay en 1961. Il dirige alors trois groupes : deux à Orsay, le troisième à Vitry, qui s'organisent avec chacun un animateur à sa tête et son domaine d'activité propre. À Orsay, le groupe des oxydes est animé par P. Poix, secondé par J.-C. Bernier. Il continue et développe les études entreprises à Lille. P. Lecoq a la charge du second groupe d'Orsay.

Le troisième groupe, animé par R. Fruchart, reste à Vitry. Il se propose de suivre, parallèlement aux modifications structurales, l'évolution des propriétés magnétiques dans le but d'apporter des renseignements sur les mécanismes de liaisons et sur les interactions magnétiques. Il développe les méthodes de rayons X, augmentant leur précision, leur domaine d'application vers les basses températures. Il conçoit des appareils de mesures magnétiques automatisés. Le groupe quitte Vitry

pour Grenoble en juillet 1974 et se développe dans un cadre plus conforme aux types de recherches qui lui sont propres, pour atteindre une renommée internationale.

Lorsqu'il a été nommé Directeur du Laboratoire, le Professeur A. Michel s'est fixé un double but : « d'une part maintenir et développer les études menées jusqu'ici par le Professeur G. Chaudron, en particulier sur les métaux purs, leurs propriétés, les alliages à base de métaux de haute pureté ; d'autre part maintenir et développer le potentiel « chercheurs » et le potentiel « matériel » du Laboratoire ». Ce programme est rempli en collaboration avec le Professeur G. Chaudron et l'aide administrative de L. Moreau puis, au décès de celui-ci en 1970, de J. Montuelle.

Le Professeur A. Michel prend sa retraite en 1978. Avec son départ prend fin la première période de la vie du Laboratoire, période à laquelle le Professeur A. Michel a participé d'abord comme élève du Professeur G. Chaudron, puis comme son disciple, enfin comme son successeur. Les recherches du Professeur A. Michel, dès sa préparation de thèse, ont été importantes tant dans la progression scientifique du Professeur G. Chaudron, que dans le développement du Laboratoire, dont elles ont constitué un axe essentiel. Leur rayonnement a atteint les Facultés de Lille, d'Orsay puis de Grenoble.

L'apport du Professeur A. Michel au Laboratoire sera illustré plus loin par quelques exemples de recherches. Auparavant, il est essentiel de préciser la silhouette morale et intellectuelle du Professeur A. Michel. Ses distinctions sont nombreuses, aussi bien dans le domaine militaire que civil. Il reçut la Croix de Guerre 1939-1945, il est Chef d'Escadron en 1958, cité Chevalier de la Légion d'Honneur. Parmi ses distinctions civiles, il reçut de nombreux prix scientifiques et fut nommé Officier de l'Ordre National du Mérite en 1968, et Commandeur des Palmes Académiques. Président de la Société Chimique de France en 1973-74, membre du Conseil de la Société Française de Métallurgie (1949) et de la Société des Hautes Températures (1957), il présida également la section de Chimie Minérale du CNRS en 1971, après y avoir siégé comme membre de nombreuses années.

Son activité de recherche ne doit pas occulter celle du Professeur dans les trois domaines de la Chimie Minérale, de la Métallurgie et de la Chimie de l'Etat Solide. Ces enseignements ont été dispensés dans les Facultés de Lille, de Paris et d'Orsay, sans oublier les Ecoles Nationales Supérieures de Chimie de Lille et de Paris.

Ainsi, par ses recherches et par son enseignement, le Professeur A. Michel a su conserver l'esprit d'ouverture, de pluridisciplinarité, selon un mot à la mode, instauré par le Professeur G. Chaudron. Il pratique, comme son Maître, l'art des transpositions. Ses élèves et particulièrement, au Laboratoire, de 1959 à 1974, R. Fruchart et son équipe, étudient de nombreux matériaux (borures, phosphures, carbures, siliciures, nitrures, germaniures, etc., pérovskites...) sous de nombreux aspects (structures, propriétés magnétiques, propriétés de conduction électrique et supraconductivité, édifice électronique).

Le Professeur A. Michel avait certainement toutes les qualités nécessaires pour garder le Laboratoire dans sa vocation première, l'étude

des matériaux selon toutes leurs propriétés. Cette approche physico-chimique du matériau n'a pas aujourd'hui le même contenu qu'à l'époque où le Professeur G. Chaudron l'avait développée à Vitry par des recherches sur des solides aussi différents que les phosphates, les oxydes ou les métaux, avec des méthodes alors nouvelles et déjà diversifiées comme les rayons X ou l'analyse thermique ou thermomagnétique, mais la démarche visant à étudier les matériaux en les cernant avec toutes les possibilités d'investigation du moment est la même. On l'appelle maintenant « Science des Matériaux ».

Pourtant, sous la direction du Professeur A. Michel, le Laboratoire a poursuivi une évolution commencée après 1950, la préparation et l'étude des métaux et alliages purs, et mobilisé un nombre croissant de chercheurs et de techniciens. La personnalité du Professeur A. Michel, ses liens avec le Professeur G. Chaudron, permettent de donner une première explication. Par respect et par admiration pour son Maître, le Professeur A. Michel ne s'est pas dérobé à la direction du Laboratoire, dans des conditions qu'il pouvait prévoir difficiles puisque le Professeur G. Chaudron allait garder de nombreuses activités et rester présent quasi-quotidiennement. De même, par fidélité au vœu de son Maître d'aller jusqu'au bout de l'étude des métaux purs, le Professeur A. Michel a organisé la marche du Laboratoire dans ce sens et il a défendu cette orientation jusqu'au terme de son mandat de Directeur. La publication, sous la direction du Professeur G. Chaudron, des « Monographies des Métaux de haute pureté », dont les trois volumes sont parus de 1972 à 1977, est l'un des aboutissements de ce vœu.

Le Professeur A. Michel est donc resté fidèle jusqu'à son départ, soit plus de deux ans après la mort du Professeur G. Chaudron, au seul Maître qu'il se reconnaisse, et il a veillé à l'accomplissement des recherches que ce Maître lui a confiées. Cependant, l'action du Professeur A. Michel, toujours en accord avec la mission qu'il s'était donnée, ne doit en aucun cas être réduite au respect d'un homme et du passé, puisqu'elle a conduit les mutations imposées par l'évolution de la recherche, tant dans le mode de fonctionnement du Laboratoire que dans ses préoccupations scientifiques. En effet, la participation à des contrats avec les industries ou des organismes publics, l'engagement dans les actions lancées à cette époque par le CNRS, telles que les ATP et les RCP, ont débuté sous sa direction (voir annexe 2). Des recherches nouvelles ont été menées. Elles concernent des domaines très divers de la métallurgie : interaction des défauts ponctuels ; nouvelles méthodes d'élaboration ; études des surfaces par spectrométrie d'électrons lents (Auger) ; protection contre la corrosion par dépôts chimiques ou électrolytiques ; etc. Quelques exemples seront brièvement donnés dans le chapitre suivant. Une ouverture sur tous les plans caractérise cette époque et se concrétise sous des formes diverses : les rapports du Laboratoire avec l'Industrie, avec les Laboratoires français ou étrangers, ne se limitent plus aux liens personnels entretenus par le Directeur, mais intéressent l'ensemble des chercheurs et techniciens qui participent à des réunions, à des colloques en France et dans le monde, qui publient dans des revues diversifiées, de plus en plus fréquemment étrangères, et dans la langue principale de la revue (voir annexe 3 : répartition des publications et réunions de 1963 à 1978).

pour Grenoble en juillet 1974 et se développe dans un cadre plus conforme aux types de recherches qui lui sont propres, pour atteindre une renommée internationale.

Lorsqu'il a été nommé Directeur du Laboratoire, le Professeur A. Michel s'est fixé un double but : « d'une part maintenir et développer les études menées jusqu'ici par le Professeur G. Chaudron, en particulier sur les métaux purs, leurs propriétés, les alliages à base de métaux de haute pureté; d'autre part maintenir et développer le potentiel « chercheurs » et le potentiel « matériel » du Laboratoire ». Ce programme est rempli en collaboration avec le Professeur G. Chaudron et l'aide administrative de L. Moreau puis, au décès de celui-ci en 1970, de J. Montuelle.

Le Professeur A. Michel prend sa retraite en 1978. Avec son départ prend fin la première période de la vie du Laboratoire, période à laquelle le Professeur A. Michel a participé d'abord comme élève du Professeur G. Chaudron, puis comme son disciple, enfin comme son successeur. Les recherches du Professeur A. Michel, dès sa préparation de thèse, ont été importantes tant dans la progression scientifique du Professeur G. Chaudron, que dans le développement du Laboratoire, dont elles ont constitué un axe essentiel. Leur rayonnement a atteint les Facultés de Lille, d'Orsay puis de Grenoble.

L'apport du Professeur A. Michel au Laboratoire sera illustré plus loin par quelques exemples de recherches. Auparavant, il est essentiel de préciser la silhouette morale et intellectuelle du Professeur A. Michel. Ses distinctions sont nombreuses, aussi bien dans le domaine militaire que civil. Il reçut la Croix de Guerre 1939-1945. Il est Chef d'Escadron en 1958, cité Chevalier de la Légion d'Honneur. Parmi ses distinctions civiles, il reçut de nombreux prix scientifiques et fut nommé Officier de l'Ordre National du Mérite en 1968, et Commandeur des Palmes Académiques. Président de la Société Chimique de France en 1973-74, membre du Conseil de la Société Française de Métallurgie (1949) et de la Société des Hautes Températures (1957), il présida également la section de Chimie Minérale du CNRS en 1971, après y avoir siégé comme membre de nombreuses années.

Son activité de recherche ne doit pas occulter celle du Professeur dans les trois domaines de la Chimie Minérale, de la Métallurgie et de la Chimie de l'Etat Solide. Ces enseignements ont été dispensés dans les Facultés de Lille, de Paris et d'Orsay, sans oublier les Ecoles Nationales Supérieures de Chimie de Lille et de Paris.

Ainsi, par ses recherches et par son enseignement, le Professeur A. Michel a su conserver l'esprit d'ouverture, de pluridisciplinarité, selon un mot à la mode, instauré par le Professeur G. Chaudron. Il pratiqua, comme son Maître, l'art des transpositions. Ses élèves et particulièrement, au Laboratoire, de 1959 à 1974, R. Fruchart et son équipe, étudient de nombreux matériaux (borures, phosphures, carbures, siliciures, nitrures, germaniures, etc., pérovskites...) sous de nombreux aspects (structures, propriétés magnétiques, propriétés de conduction électrique et supraconductivité, édifice électronique).

Le Professeur A. Michel avait certainement toutes les qualités nécessaires pour garder le Laboratoire dans sa vocation première, l'étude

des matériaux selon toutes leurs propriétés. Cette approche physico-chimique du matériau n'a pas aujourd'hui le même contenu qu'à l'époque où le Professeur G. Chaudron l'avait développée à Vitry par des recherches sur des solides aussi différents que les phosphates, les oxydes ou les métaux, avec des méthodes alors nouvelles et déjà diversifiées comme les rayons X ou l'analyse thermique ou thermomagnétique, mais la démarche visant à étudier les matériaux en les cernant avec toutes les possibilités d'investigation du moment est la même. On l'appelle maintenant « Science des Matériaux ».

Pourtant, sous la direction du Professeur A. Michel, le Laboratoire a poursuivi une évolution commencée après 1950, la préparation et l'étude des métaux et alliages purs, et mobilisé un nombre croissant de chercheurs et de techniciens. La personnalité du Professeur A. Michel, ses liens avec le Professeur G. Chaudron, permettent de donner une première explication. Par respect et par admiration pour son Maître, le Professeur A. Michel ne s'est pas dérobé à la direction du Laboratoire, dans des conditions qu'il pouvait prévoir difficiles puisque le Professeur G. Chaudron allait garder de nombreuses activités et rester présent quasi-quotidiennement. De même, par fidélité au vœu de son Maître d'aller jusqu'au bout de l'étude des métaux purs, le Professeur A. Michel a organisé la marche du Laboratoire dans ce sens et il a défendu cette orientation jusqu'au terme de son mandat de Directeur. La publication, sous la direction du Professeur G. Chaudron, des « Monographies des Métaux de haute pureté », dont les trois volumes sont parus de 1972 à 1977, est l'un des aboutissements de ce vœu.

Le Professeur A. Michel est donc resté fidèle jusqu'à son départ, soit plus de deux ans après la mort du Professeur G. Chaudron, au seul Maître qu'il se reconnaisse, et il a veillé à l'accomplissement des recherches que ce Maître lui a confiées. Cependant, l'action du Professeur A. Michel, toujours en accord avec la mission qu'il s'était donnée, ne doit en aucun cas être réduite au respect d'un homme et du passé, puisqu'elle a conduit les mutations imposées par l'évolution de la recherche, tant dans le mode de fonctionnement du Laboratoire que dans ses préoccupations scientifiques. En effet, la participation à des contrats avec les industries ou des organismes publics, l'engagement dans les actions lancées à cette époque par le CNRS, telles que les ATP et les RCP, ont débuté sous sa direction (voir annexe 2). Des recherches nouvelles ont été menées. Elles concernent des domaines très divers de la métallurgie : interaction des défauts ponctuels; nouvelles méthodes d'élaboration; études des surfaces par spectrométrie d'électrons lents (Auger); protection contre la corrosion par dépôts chimiques ou électrolytiques; etc. Quelques exemples seront brièvement donnés dans le chapitre suivant. Une ouverture sur tous les plans caractérise cette époque et se concrétise sous des formes diverses : les rapports du Laboratoire avec l'Industrie, avec les Laboratoires français ou étrangers, ne se limitent plus aux liens personnels entretenus par le Directeur, mais intéressent l'ensemble des chercheurs et techniciens qui participent à des réunions, à des colloques en France et dans le monde, qui publient dans des revues diversifiées, de plus en plus fréquemment étrangères, et dans la langue principale de la revue (voir annexe 3 : répartition des publications et réunions de 1963 à 1978).

Les recherches

Sous la direction du Professeur A. Michel, les axes de recherche déjà existants continuent de se développer, des idées originales voient le jour, se concrétisent. En effet, le très grand respect que le Professeur A. Michel témoigne à chacun, pourvu qu'il accomplisse le devoir que lui permettent ses compétences, autorise l'ensemble des chercheurs à creuser la voie choisie, ou celle qui semble la plus prometteuse.

C'est la purification poussée des métaux, la possibilité de fabriquer des alliages purs de composition rigoureusement connue, qui s'imposent alors comme la voie la plus féconde pour obtenir des résultats nouveaux et approcher de plus près les propriétés réelles des matériaux étudiés.

La structure du Laboratoire est adaptée en conséquence. Le personnel, qui comptait 35 personnes en 1954, atteint plus de 110 personnes en 1965, comprenant alors 70 chercheurs et techniciens de recherche, 13 ouvriers et 14 personnes affectées aux services généraux et à l'administration. Cet effectif évolue peu ensuite, jusqu'en 1972, date à laquelle le Professeur A. Michel souligne les difficultés de recrutement de jeunes chercheurs, non par manque de postulants, mais parce que le CNRS n'accorde pas les postes nécessaires. Le départ vers l'Industrie de 5 chercheurs ayant soutenu leur thèse n'est pas compensé par l'arrivée de 2 stagiaires, l'un en 1972, l'autre en 1973. L'effectif des chercheurs présents diminue également par suite du départ de plusieurs personnes de l'enseignement supérieur. En 1974, le départ de l'équipe de R. Fruchart prive à nouveau le Laboratoire de 6 chercheurs. Le personnel compte alors 54 chercheurs et techniciens de recherche, 8 administratifs, 4 ouvriers et 10 personnes affectées aux services communs. Ces nombres restent stables jusqu'en 1978.

Les préoccupations scientifiques du Laboratoire se traduisent par un découpage en 8 groupes, dirigés chacun par un Chef de groupe assisté, dans certains cas, d'un adjoint. Chaque groupe possède ses centres d'intérêt spécifiques et conduit ses recherches en accord et en coopération avec les autres.

En 1976, le découpage a peu varié. Le groupe de R. Collongues, devenu indépendant, développe ses recherches dans l'enceinte du Laboratoire, mais aussi à l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Paris.

L'apparente rigidité de cette structure hiérarchisée pourrait faire craindre une sclérose de la recherche. Elle permet au contraire, en étant parfaitement adaptée aux recherches du moment, une progression importante, aussi bien dans les techniques employées que dans les sujets d'étude abordés. Quelques exemples le montrent précisément.

- Le groupe dirigé par J. Montuelle étudie, sur un plan fondamental, les problèmes de corrosion et de protection des métaux et alliages. Comme les autres groupes, celui de J. Montuelle est chargé de tâches d'intérêt général. La technique de fusion dans un four à plasma a été dérivée en 1968 de celle mise au point à Vitry par R. Collongues et son

équipe pour les oxydes réfractaires. Elle permet d'obtenir des métaux et alliages dont la très grande pureté est suivie à l'aide de dosages par chromatographie en phase gazeuse (1965).

A la suite des premières études de J. Montuelle, de nombreux chercheurs ont continué d'apporter des connaissances nouvelles sur la recristallisation et la polygonisation. Cette voie a mené A. Le Lann à des études fondamentales sur la recristallisation, plus récemment sur les structures icosaédriques dans les quasicristaux.

Les études de corrosion humide et de protection des métaux et alliages purs, lancées par J. Montuelle, ont trouvé ultérieurement un développement important, grâce en particulier à deux de ses élèves, M. Lopes da Cunha Belo (films passifs, corrosion sous contrainte) et K. Vu Quang (électrodeposition, protection des métaux et alliages).

Ces recherches trouvent leur source dans la préparation et l'étude d'alliages obtenus à partir de métaux purs. Dès 1961, disposant de fer, de chrome, de nickel de haute pureté, J. Montuelle a préparé des aciers inoxydables à un degré élevé de pureté. Des procédés d'obtention de ces aciers de haute pureté ont été mis au point dans l'industrie aux Etats-Unis. Cet exemple de l'application industrielle d'une recherche qui pouvait paraître très académique au départ prouve, s'il en était besoin, l'intérêt des études sur les métaux purs et leur fécondité à long terme.

- Dans le groupe « défauts de structure et restauration », la métallurgie physique a été constamment pratiquée sur des métaux purs préparés à cet effet, comme le nickel et l'aluminium. L'animateur de ce groupe est O. Dimitrov. Grâce aux connaissances nouvelles issues de ses recherches, O. Dimitrov est devenu co-responsable, avec le Professeur M. Fayard, de la RCP 218, « Irradiation à basse température », de 1970 à 1980. Cette RCP a favorisé l'obtention de résultats expérimentaux importants pour la compréhension du comportement des métaux dans les piles atomiques.

Après avoir évolué au cours des années précédentes, comme toute recherche vivante, cette activité se poursuit actuellement par l'étude des alliages concentrés fer-chrome et d'alliages modèles Fe-Cr-Ni, proches des superalliages des réacteurs d'avions.

- P. Lehr a dirigé jusqu'en 1978 des recherches sur des métaux du groupe IV du tableau de Mendéléeff, le titane et le zirconium principalement. La préparation et les problèmes d'oxydation du zirconium et du titane sous leurs aspects structuraux et thermodynamiques ont été étudiés. Parallèlement, la déformation plastique de ces métaux, de leurs alliages, a été explorée à l'aide de nombreuses méthodes.

C'est en 1974 que M. Harmelin commence à étudier les changements de phase dans les métaux et alliages à l'aide des méthodes d'analyse thermique : thermogravimétrie, dilatométrie, analyse thermique différentielle, reprenant ainsi la voie ouverte par le Professeur G. Chaudron. Ces méthodes seront par la suite développées et serviront largement à l'expansion des études structurales, par exemple des alliages métalliques amorphes ou des quasicristaux.

• L'activité du groupe d'analyse par radioactivation, dirigé par Ph. Albert puis G. Revel, se subdivise en un travail de recherche pour élargir le champ couvert par les analyses et un travail de routine qui permet d'indiquer aux chercheurs les concentrations d'impuretés contenues dans les métaux qu'ils préparent ou étudient, afin de tirer des conclusions de leurs travaux. Parallèlement, ce groupe poursuit la purification de l'aluminium, du magnésium, met au point celle du cérium. Les recherches nombreuses pour séparer chimiquement les éléments à doser, les collaborations avec beaucoup de laboratoires français et étrangers (CEN Saclay; Institut de Physique Nucléaire de Lyon; Société Philips à Geldrop en Hollande; Lawrence Radiation Laboratory de Berkeley), permettent de multiplier à la fois le nombre de métaux analysables et celui des impuretés dosables qu'ils contiennent. L'acquisition, en septembre 1971, d'un ensemble de détection des rayonnements γ utilisant les propriétés des semi-conducteurs, ouvre de nouvelles possibilités en diminuant considérablement le nombre de séparations chimiques jusqu'ici nécessaires.

• Le groupe de M^{me} S. Talbot-Beaudouin s'intéresse d'une part à la purification du fer et à l'étude de ses propriétés, d'autre part à la purification du chrome et du titane. L'obtention du fer très pur par la méthode de la zone fondue a permis d'étudier le comportement réel de l'hydrogène, très sensible à l'influence des défauts de structure et des atomes étrangers. En 1968-69, le séjour d'une année d'un chercheur étranger, W. Raczynski, dont la réputation dans le domaine de l'hydrogène dans les métaux est déjà bien établie, a renouvelé les thèmes de recherche et relancé, enrichi, l'action des jeunes chercheurs.

Dans ce groupe, J. Bigot étudie de nombreuses méthodes nouvelles de préparation de métaux et alliages purs qui intéressent de nombreux laboratoires universitaires ou industriels. La fabrication du titane de haute pureté par le procédé Van Arkel est mise au point dans le cadre de la RCP « titane » alors en vigueur. La pureté de ce titane est encore accrue par l'utilisation, comme métal de départ, du titane que fabrique G. Lorthioir par électrolyse de bains de sels fondus. Ce procédé entrera dans le domaine industriel.

• Comme les autres groupes, celui de J.-P. Langeron a la charge d'activités d'intérêt commun. A partir de 1968, l'achat d'un spectromètre de masse permet de doser rapidement de nombreuses impuretés contenues dans les métaux et alliages étudiés par d'autres groupes. Vers 1974, tout en poursuivant la purification poussée de métaux tels que le zirconium, le molybdène, le cuivre, le titane, l'argent, J.-P. Langeron constate l'importance de la ségrégation des impuretés vers la surface et les joints de grains sur de nombreuses propriétés. Un appareillage permettrait leur étude : le spectromètre d'électrons Auger. Des collaborateurs de J.-P. Langeron effectuent les premiers essais chez la Société Riber, puis un ensemble adapté aux recherches envisagées est acquis au début de 1975. Très vite, outre les résultats escomptés sur les ségrégations, cette technique apporte des renseignements précieux en corrosion sur la composition des films de passivation. Un second appareil, muni de nouveaux perfectionnements, est installé peu après. Ces études donnent

lieu à de nombreuses publications et à des échanges avec des laboratoires publics ou privés, à la participation à diverses ATP (Actions Thématiques Programmées), à des contrats, à des prises de brevets (voir Annexe 2 : « liste des contrats de recherche engagés avec des organismes publics jusqu'en 1978 »).

Actuellement, la préparation des métaux purs et les études qu'ils permettent d'effectuer ont laissé la place aux recherches sur les surfaces, les interfaces et les couches minces.

• Après le départ de R. Fruchart et de son équipe à Grenoble en 1974, G. Lorthioir met sur pied, au Laboratoire, une unité de recherche sur la préparation et la purification des métaux par électrolyse en bains de sels fondus. Cette méthode est destinée à des éléments très réactifs : titane, chrome, vanadium, difficiles à purifier par les méthodes usuelles. Les résultats obtenus intéressent l'industrie et des conventions de recherche sont signées en 1974 avec la DGRST et en 1976 (ATP). La coopération avec Pechiney-Ugine-Kuhlmann est importante.

Vers 1978, la purification du zirconium est abordée en relation avec le laboratoire du Professeur E. Ronnier et PUK. Le développement ultérieur de ces méthodes a permis de prendre des brevets, d'approfondir les conditions de production, d'améliorer les processus, d'aborder la production du hafnium, puis du niobium.

• Selon le vœu du Professeur A. Michel, les dix ouvriers présents à l'Atelier de réalisations mécaniques forment un groupe au même titre que les équipes de recherche. Le chef de groupe est A. Porcher. Le Professeur A. Michel estime en effet que l'organisation de la recherche au Laboratoire nécessite un atelier de grande valeur. Souvent, les appareils nécessaires aux expériences souhaitées par les chercheurs n'existent pas sur le marché. Les plans de ces prototypes scientifiques sont dessinés par les chercheurs et par les techniciens de leurs équipes. L. Moreau avait enseigné des rudiments de dessin industriel à bon nombre d'entre eux. Ces plans sont parfois repris par un dessinateur. D'autres appareils doivent être adaptés aux besoins nouveaux. Pour que l'Atelier puisse faire face à ces tâches essentielles pour l'ensemble du Laboratoire, le Professeur A. Michel, avec l'aide des délégués syndicaux, obtient du CNRS et de son Administration Déléguée, dirigée alors par J. Crozmarie, le reclassement des ouvriers de l'Atelier, exception faite des derniers entrants. Les réalisations de ce groupe ont été nombreuses et déterminantes pour la marche du Laboratoire.

Cet examen rapide des activités des divers groupes sous la Direction du Professeur A. Michel montre la continuité des thèmes avec la période précédente, dans laquelle beaucoup de recherches ont trouvé leur source. Certaines sont nées, cependant, sous la direction du Professeur A. Michel comme l'étude des surfaces (J.-P. Langeron) ou la purification des métaux par électrolyse en bains de sels fondus (G. Lorthioir). Elles ont toutes progressé naturellement en fonction des possibilités expérimentales et théoriques nouvelles, des succès remportés.

Parce qu'elles trouvaient leur place dans la nouvelle orientation générale du Laboratoire prise en 1978, certaines de ces recherches se sont prolongées jusqu'à la date présente, par exemple les études sur les défauts de structure et la restauration (O. Dimitrov), l'analyse thermique des transformations à l'état solide (M. Harmelin), les structures des quasi-cristaux (A. Le Lann avec D. Gratias) ou la physico-chimie des surfaces (J.-P. Langeron).

D'autres ont disparu après 1978 sous leur forme originelle pour être reprises, sur des matériaux différents, avec une approche renouvelée, par d'autres chercheurs comme les études sur les systèmes hydrogène-matériaux (R. Fromageau) ou la plasticité.

D'autres encore ont continué de suivre l'évolution des connaissances dans leur domaine et se sont rapprochées d'études plus physiques et fondamentales, comme les recherches sur les films passifs ou sur la protection des métaux et alliages.

Tout en évoluant également, d'autres recherches sont restées indispensables au bon développement de l'ensemble du Laboratoire et des études sur les matériaux, telles l'analyse chimique (M. Fédoroff) ou la préparation des métaux et alliages (J. Bigot, G. Lorthioir).

Nous resterons sur ces prémices des études effectuées après 1978. Mais nous pouvons garder en mémoire que les recherches menées sous la direction du Professeur A. Michel ont évolué notablement, qu'elles ont secrété beaucoup de thèmes et de méthodes qui alimentent actuellement des activités importantes du Laboratoire. La nouvelle orientation donnée après 1978 au CECM a provoqué l'accélération d'une évolution déjà en marche, pour le moins en préparation.

LE RAYONNEMENT DU CECM

Les principales recherches décrites succinctement, les quelques exemples choisis parmi les avancées techniques et scientifiques, montrent l'intense activité du Laboratoire jusqu'en 1978, date à laquelle s'ouvre un nouveau chapitre de son histoire. Pendant cette période de plus de trente ans, les premières années de guerre étant exclues, le Laboratoire a exprimé également sa vitalité par son rayonnement.

Les élèves du Professeur G. Chaudron, ceux formés au Laboratoire comme leurs prédécesseurs à Lille, ont été nombreux à partir pour occuper des postes d'enseignants ou de responsables de Laboratoires de recherche industrielle (voir annexe 1). Le rayonnement du C.E.C.M. s'est manifesté également sous d'autres formes. En voici quelques exemples d'où sont exclus, faute de place, les travaux du Professeur P. Lacombe et de ses équipes de recherche, des Professeurs M. Fayard, J. Talbot ou R. Collongues à l'E.N.S.C. de Paris, du Professeur G. Montel à Toulouse, etc.

Le CECM et l'Industrie

Comme H. Le Chatelier, le Professeur G. Chaudron est toujours resté en contact étroit avec l'Industrie. Son intérêt pour les problèmes industriels s'est traduit très tôt dans son enseignement. Les rapports avec l'Industrie et les industriels ont été nombreux. L'un des premiers contacts de recherche eut lieu à Lille, avec un industriel préoccupé par le rouissage du lin. Cette opération consistait alors à disposer les fibres de lin sur des radeaux flottants sur l'eau. Dans ces conditions, des micro-organismes se développent et dissolvent l'agrégat fibreux d'une manière telle qu'il peut être filé. L'étude effectuée par Mlle V. Bossuyt (Thèse, Lille, 1941) a permis de substituer à ce procédé empirique un rouissage chimique.

Les rapports avec les « Tréfileries et Luminaires du Havre », par l'intermédiaire de J. Hérenghuel, ont déjà été soulignés, ainsi que l'intérêt des « Alumag », alliages légers résistants à la corrosion et qui firent l'objet de brevets (E. Herzog).

Citons également les relations établies par le Professeur G. Chaudron avec la Société Philips à Eindhoven. Les échanges ont concerné principalement les ferrites sur lesquels le Laboratoire pouvait apporter des connaissances nouvelles aux Ingénieurs de Philips, représentés alors par Monsieur Verwey. Le Professeur G. Chaudron s'était également lié d'amitié avec Van Arkel et W.G. Burgers.

Si la collaboration entre le Laboratoire et l'Industrie se manifeste peu par des documents, contrairement aux habitudes prises dans une période plus récente, les contacts approfondis n'existaient pas moins. L'amitié que le Professeur G. Chaudron entretenait avec R. Castro, Directeur des recherches à Ugine-Aciéries, et avec J. Hochmann, Directeur des recherches à la Compagnie des Forges et Aciéries de la Loire, avait des répercussions sur les recherches demandées par le Professeur G. Chaudron à ses élèves, mais peu de retombées financières, en dehors de la rémunération des chercheurs par des bourses. De 1950 à 1965, la Société Ugine a financé en permanence une bourse d'étude au Laboratoire. P. Lehr en bénéficia pendant un temps, ainsi que d'autres chercheurs.

Le Laboratoire s'acquittait de sa dette envers les Industriels en formant des cadres pour leurs équipes de recherche. Cet échange se faisait très librement, sans contrat écrit, sans obligation pour le boursier de partir chez l'industriel qui l'avait rémunéré pendant la préparation de sa thèse. Les Industriels trouvaient aussi dans ces coopérations la possibilité de mieux connaître des métaux nouveaux comme ce fut le cas pour le zirconium ou l'uranium, lorsque leur emploi devint fréquent.

La Société des Potasses et Engrais Chimiques a financé une partie des recherches du Professeur G. Chaudron, Ph. Mariette étant son collaborateur pour les relations avec cette Société. Le Professeur G. Chaudron orienta certains de ses élèves vers l'étude des phosphates, activité confiée en particulier à G. Montel. Cette collaboration se trouve donc à la source des travaux sur les biomatériaux que le Professeur Montel a développés à Toulouse. La Société PEC a fourni également des bourses (G. Montel, R. Wallaëys, M. Pruna).

Les relations avec l'IRSID (Institut de Recherches de la Sidérurgie Française), « véritable plaque tournante entre l'usine et la science » selon son Directeur, G. Delbart, bénéficièrent beaucoup de l'amitié qui unissait ce dernier au Professeur G. Chaudron. De nombreuses bourses furent accordées à des élèves du Professeur G. Chaudron. Certains boursiers, tel L. Beaujard, firent ensuite leur carrière à l'IRSID, d'autres, comme J. Montuelle, restèrent au CNRS. Inversement, des boursiers du CNRS comme R. Sifferlen travaillèrent quelque temps, au sortir de leur préparation de thèse, à l'IRSID. Ces chassés-croisés illustrent la très grande liberté de relations du Professeur G. Chaudron avec les mécènes du Laboratoire. Cette liberté s'exerçait également dans les sujets de recherche financés, qui pouvaient concerner des aciers industriels aussi bien que des monocristaux d'aluminium.

La collaboration avec l'Industrie n'est institutionnalisée que beaucoup plus tard. Les rapports au Comité de Direction ne commencent à faire une référence explicite à des contrats qu'à partir de 1972. Les premiers sont conclus avec la DGRST et la DRME. En 1976, l'ouverture du Laboratoire vers le domaine industriel se concrétise par une dizaine de contrats, avec la DGRST, l'Institut Français du Pétrole, la Société Nationale pour l'Industrie Aéronautique (SNIA), la Société Cime-Bouze, la Société Télémécanique et Pechiney-Ugine-Kuhlmann. Dans le même mouvement, des collaborations sont engagées avec divers laboratoires français et étrangers. Certains échanges sont favorisés par la participation à des ATP et RCP.

Un apport plus subtil du CECM à l'Industrie réside dans la formation par la recherche. Cette formation, qu'a décrite M. Wintemberger, Directeur Scientifique Honoraire de Pechiney, au Colloque « Cinquante ans de Métallurgie », aide d'abord à comprendre les chercheurs. Cette connaissance des chercheurs, de leurs modes de raisonnement, de leurs motivations, ne peut qu'aider un directeur scientifique de l'Industrie à diriger ses propres chercheurs, à dialoguer avec ceux du secteur public.

Les recherches communes entre Pechiney et le CECM illustrent parfaitement les résultats qu'une bonne compréhension mutuelle a permis d'obtenir. Dans le passé, les alliages à mémoire de forme, la purification du titane par le procédé Van Arkel, l'oxydation anodique de l'aluminium pour des applications électriques ou pour la fabrication de condensateurs ont constitué les thèmes traités. Plus récemment ont été étudiées la fusion par bombardement électronique et la récupération électrochimique de l'uranium, la trempe rapide d'alliages d'uranium, la préparation de métaux réfractaires, l'obtention de nouveaux alliages de magnésium à résistance mécanique élevée, par trempe rapide.

Les relations que le CECM a pu établir avec l'Industrie ont été rendues possibles par la richesse des connaissances scientifiques, techniques, accumulées et transmises à l'intérieur du Laboratoire grâce à une action de recherche et d'enseignement soutenue, continue.

Le CECM et le CEA - L'analyse par radioactivation

Après la guerre, l'aluminium le plus pur est raffiné par double électrolyse (Procédé M. Gadeau). Le rôle des dernières impuretés présentes se révèle prépondérant sur un nombre important de propriétés, par exemple la température de recristallisation. Le dosage des impuretés est effectué par colorimétrie, éventuellement vérifié par spectrographie semi-quantitative. Au niveau de pureté atteint, de 0,002 % à 0,01 %, les méthodes conventionnelles d'analyse, même améliorées, ne parviennent pas à distinguer des aluminiums de propriétés pourtant différentes. Les limites de détection sont importantes, la précision des mesures est faible. Contrairement aux habitudes prises en analyse à cette époque, où sont dosés dans les matériaux les plus divers les seuls éléments qui bénéficient de méthodes sensibles, le Professeur G. Chaudron souhaite que soit dosé le plus grand nombre d'impuretés dans des métaux tels que l'aluminium ou le fer. L'analyse par radioactivation va lui fournir cette méthode, avec la double certitude de l'identification des impuretés et d'un dosage quantitatif.

La situation est favorable. En 1951, le Professeur G. Chaudron est Membre du Comité Scientifique du Commissariat à l'Energie Atomique et consultant permanent pour les questions de métallurgie, dont l'étude commence dans cet organisme. Le Professeur G. Chaudron connaît donc bien les possibilités du CEA. Il est, dans le même temps (1951-1952), Membre de la Commission Scientifique de l'Institut de Recherche de la Sidérurgie, où il rencontre Irène Joliot-Curie, qui en fait également partie. De plus, lorsque le Professeur G. Chaudron devient Président de la Société Chimique de France, en 1952, Pierre Sûe, adjoint pour la chimie de F. Joliot-Curie, en est le secrétaire général. P. Sûe a été formé pendant deux ans, avant la guerre, par F. Joliot devenu Professeur de Chimie Nucléaire au Collège de France en 1937, pour appliquer les méthodes de la radioactivité artificielle, en particulier aux domaines biologique et chimique. P. Sûe va jouer un grand rôle dans le développement des méthodes d'analyse par radioactivation.*

* Pierre Sûe est né le 3 juin 1908 à Paris. Il est diplômé de l'École Nationale Supérieure de Chimie de Paris en 1929, Docteur en Sciences Physiques en 1936. Il devient Directeur du Département de Chimie du Laboratoire de Physique et Chimie Nucléaire de F. Joliot au Collège de France, puis il est nommé au Laboratoire de Synthèse Atomique d'Ivry que dirige F. Joliot. Il se consacre d'abord à l'utilisation des indicateurs radioactifs en biologie, s'intéresse également aux applications des radio-isotopes à la chimie, prépare de nombreux radio-éléments, dès 1941, avec des moyens beaucoup moins puissants que le CEA n'en eut par la suite. Il étudie aussi les processus chimiques associés aux réactions nucléaires.

Les procédés d'analyse utilisant les radio-éléments avaient été décrits par Pierre et Marie Curie, mais ils n'ont pris leur essor qu'avec la découverte des radio-éléments artificiels par Irène et Frédéric Joliot-Curie. Pierre Sûe devient un spécialiste dans ce domaine. Le Collège de France possède le premier cyclotron existant en France. Cet appareil permet le dosage des éléments légers (1953-1956).

La carrière de P. Sûe est à la mesure des résultats considérables qu'il obtient. Il devient Maître de Recherche du CNRS en 1943, il est chargé de cours au CEA en 1950, à l'ENSC de Paris, alors dirigée par le Professeur G. Chaudron, en 1951. Il est fait Chevalier de la Légion d'Honneur en 1956 après avoir acquis une solide réputation internationale, mais il est emporté par une « longue et implacable maladie » le 6 octobre 1957.

La rencontre du Professeur G. Chaudron avec P. Sûe, l'amitié qui naît entre les deux hommes, celle qui rapproche le Professeur G. Chaudron de Madame Irène Joliot-Curie, la position privilégiée du Professeur G. Chaudron parmi les spécialistes du nucléaire, favorisent l'utilisation en métallurgie de cette nouvelle méthode d'analyse par irradiation. Elle consiste à bombarder le matériau à analyser par un flux de particules : les éléments chimiques constitutifs deviennent radioactifs. Leur radioactivité étant proportionnelle à leur masse, leur concentration peut donc être déduite quantitativement des caractéristiques de leur spectre de rayonnement (période, nature, énergie du rayonnement) par comparaison avec celui d'un étalon irradié dans les mêmes conditions. Il est parfois nécessaire de séparer des radioéléments de spectres voisins par des procédés chimiques.

Il faut disposer d'une source de particules pour l'irradiation. Le cyclotron du Collège de France est utilisé par Ph. Albert et P. Sûe en 1953 : le dosage du carbone dans le fer pur atteint une sensibilité de 0,0001 %, alors que la méthode chimique classique la plus récente et la plus performante, mise au point à Vitry par L. Moreau, J. Talbot, J. Bourrat (1953), ne descendait qu'à 0,001 %.

Mais c'est la création de la première pile atomique française qui va permettre le départ de l'analyse par radioactivation*. Dès 1950, le Professeur G. Chaudron peut donc confier à Ph. Albert, entré bénévolement au Laboratoire en 1945 et devenu ingénieur du CNRS en novembre 1946, la tâche d'organiser les recherches en analyse par radioactivation. La première application des radio-éléments concerne bien sûr l'aluminium dans lequel sont dosées les impuretés majeures : sodium, cuivre, terres rares (Ph. Albert, M. Caron, G. Chaudron, C.R. Acad. Sci. Paris 233 (1951) 1108-1110). L'irradiation a été obtenue dans le flux de neutrons thermiques de Zoé. Les publications se succèdent ensuite pour montrer les ségrégations intergranulaires ou interdendritiques des impuretés (août 1952), pour analyser le fer (mars 1953), pour étudier l'influence des impuretés sur la résistivité électrique (février 1954), etc. La nécessité d'une purification plus poussée des métaux naît des résultats de ces analyses et des études qu'elles éclairent. La méthode de la zone fondue appliquée, comme nous l'avons vu, à l'aluminium en février 1954, répond à cette attente.

Au début de la méthode, 55 éléments peuvent être dosés, dont 45 sur un seul échantillon de 1 gramme. Son développement se réalise en relation avec P. Sûe, mais aussi avec le groupe d'analyse du département de métallurgie du CEA à Saclay. Dans ce département travaillent G. Cabane et J.-F. Petit, qui se sont initiés à la métallurgie au Laboratoire de Vitry, où le Professeur G. Chaudron leur avait réservé le premier étage de l'aile sud-ouest. L'amitié qui lie le Professeur G. Chaudron à Charles

Eichner (1902-1955), premier Directeur du Département de Métallurgie au CEA puis à M. Salessie, favorise la bonne entente entre le Laboratoire de Vitry et le CEA. Au moyen de l'accélérateur linéaire de Saclay, qui délivre des photons γ , et des cyclotrons de Saclay, les atomes interstitiels, carbone, azote, oxygène, sont dosés dans le fer, l'aluminium, le zirconium, etc. Ces moyens permettent d'attendre la construction d'un cyclotron adapté aux besoins des chimistes.

A partir de 1960, le Professeur G. Chaudron utilise la notoriété acquise par l'analyse par radioactivation, l'autorité que lui confère la réussite du Laboratoire de Vitry, pour augmenter les moyens d'analyse mis à la disposition des chimistes en France et pour développer à l'échelle nationale les méthodes mises au point par Ph. Albert et ses élèves à Vitry. Grâce à l'activité constante de Ph. Albert, cette action aboutit d'abord en 1968 avec la création du Laboratoire « Pierre Sûe », puis en 1974 avec celle du Service du Cyclotron devenu le Centre d'Etudes et de Recherches par Irradiation (CERI-CNRS), à Orléans.

En effet, profitant de la construction de la pile Osiris à Saclay, le CEA et le CNRS s'associent pour financer un laboratoire d'analyse par activation. Ph. Albert pour le CNRS, soutenu par le Professeur G. Chaudron, Pierre Lévêque pour le CEA, en sont les fondateurs. Le Laboratoire, qui reçoit le nom de « Pierre Sûe », entre en service en 1970*.

Dès la création du Laboratoire « Pierre Sûe », particulièrement bien adapté pour les éléments de très courtes périodes, il est apparu qu'un cyclotron ou un accélérateur produisant des photons γ de haute énergie, réservés aux expériences de chimie, permettrait d'étendre les possibilités de l'analyse par radioactivation aux éléments légers. Toujours avec l'appui du Professeur G. Chaudron, Ph. Albert obtient la création du Service du Cyclotron, qui prendra plus tard le nom de Centre d'Etudes et de Recherches par Irradiation. Ce Centre est construit par le CNRS à Orléans et il produit des faisceaux à partir de 1976**.

* La direction du Laboratoire « P. Sûe » est actuellement assurée conjointement, pour le CNRS par Gilles Revel, élève et successeur de Ph. Albert à Vitry et pour le CEA par Charles Engelmann, élève de G. Cabane. Le Laboratoire est relié directement par des convoyeurs pneumatiques et hydrauliques aux piles Orphée et Osiris, ce qui permet le dosage des éléments de courte période. Les flux peuvent atteindre 2.10^{12} n/cm²/s pour des durées de quelques secondes à plusieurs jours. Les ensembles de comptage β et de spectrométrie γ sont très performants et automatisés pour la plupart.

Six groupes, employant une trentaine de personnes permanentes et une centaine de stagiaires, travaillent actuellement dans ce laboratoire. Plus d'une cinquantaine de laboratoires universitaires et industriels ont couramment recours à ses services. Le Laboratoire « P. Sûe » dépense ses activités dans de nombreuses disciplines : analyse chimique (nouvelles techniques analytiques, mécanismes de fixation dans les séparations chimiques, découpage, analyse du silicium, réalisation d'analyses pour le CEA ou l'industrie), archéologie (provenance d'objets), anthropologie, physiologie (métabolisme des oligo-éléments, électrolytes venant d'objets), géologie (géochimie du fer et du manganèse dans les océans, cycle du mercure, volcanisme). Ces activités multiples s'effectuent en collaboration avec de nombreux laboratoires ou organismes extérieurs, éventuellement dans le cadre de programmes nationaux ou internationaux.

** Ph. Albert, avec J.-N. Barranton et J.-L. Debrun, a développé, de 1976 à 1985, de nombreuses recherches sur l'utilisation de l'analyse au moyen des particules chargées accélérées au Cyclotron d'Orléans et au Van de Graff de Strasbourg. Les éléments ainsi

* En juillet 1943, Bertrand Goldschmidt a proposé la création d'une pile à oxyde d'uranium. La proposition a été adoptée par F. Joliot et le Comité Scientifique, la construction commencée aussitôt dans le Fort de Châtillon, sous la responsabilité de Lew Kowarski. La pile s'appellera Zoé, pour rappeler ses caractéristiques : énergie Zéro, Oxyde, Eau lourde. La pile diverge le 15 décembre 1948 à 12h 12. Son flux est faible, 10^{10} neutrons par cm² et par seconde, en comparaison des flux actuellement disponibles (10^{12} - 10^{13}) mais il va permettre déjà de nombreuses études.

La dynamique créée au Laboratoire de Vitry par le Professeur G. Chaudron et par Ph. Albert est toujours en action puisque des projets sont actuellement en cours de réalisation : une microsonde nucléaire sera installée au Laboratoire « Pierre Sûre », financée par les départements de Chimie et des Sciences de la Terre au CNRS, et par le CEA ; un accélérateur « Van de Graaf » est déjà opérationnel au CERI.

Si le succès de l'analyse par radioactivation a conduit à des réalisations importantes et toujours vivantes, il a eu d'autres répercussions, en dehors du Laboratoire mais aussi sur l'évolution même de celui-ci.

Un élève étranger de Ph. Albert a soutenu sa thèse à Paris en 1964 : Emile A. Schweikert, qui en 1974, après une carrière rapide au Département de Chimie de l'Université du Texas (Texas Agricultural and Mechanical University), est nommé Professeur. Il est actuellement membre d'organismes importants concernant l'analyse et la chimie aux États-Unis (IUPAC, NBS panel for analytical chemistry) et dans le monde. Il a apporté à l'analyse par radioactivation de nombreuses améliorations puisqu'il a été le premier, par exemple, à coupler la radioactivation avec la séparation électromagnétique des isotopes, et un pionnier dans l'utilisation des particules les plus diverses (particules chargées, ions lourds...). Parmi la quarantaine d'élèves qu'il a formés, quelques uns se sont implantés au NBS où la méthode se développe encore. Le Professeur Schweikert est devenu le spécialiste écouté aux États-Unis de l'analyse par radioactivation.

Les échanges de l'école française avec l'étranger sont nombreux, en particulier avec la Communauté Européenne et la Belgique, où le Professeur Hoste a créé, à Gand, un Laboratoire équipé d'une pile et d'un cyclotron. Les techniques de dosage de l'oxygène par les neutrons de très forte énergie et par les particules chargées sont utilisées au Japon, en Angleterre, dans les pays de l'Est. En France, elles sont adoptées dans l'Industrie, comme chez Pechiney à Voreppe. Ces méthodes ont été développées et diffusées dans le cadre de la Communauté Européenne, en mettant en relation les laboratoires et les industriels. Ajoutons que le Bureau Communautaire de Référence, émanation de la Commission des Communautés Européennes, fait coopérer les laboratoires européens pour la fabrication d'étalons de mesure.

analyses sont le carbone, l'oxygène, l'azote, etc. dans les semi-conducteurs : silicium, arsenic-gallium, indium-phosphore, etc. Ces recherches ont été effectuées en coopération avec des organismes de recherche de l'Industrie : LEP (Limeil), CNET (Lagnon), CGE (Marcoussis), etc.

Le CERI est actuellement dirigé par D. Isabelle et il compte une trentaine de personnes permanentes. On y étudie les matériaux, la corrosion et l'usure. Un groupe de recherche du CEA (Centre de Recherche Archéologique), l'URA 27 « Ernest Rabelais » dirigée par un élève de Ph. Albert, J.-N. Barrandon, effectue des recherches en archéométrie, numismatique, analyses non destructives... Des études sont également conduites en médecine (utilisation des rayonnements pour le diagnostic, études de molécules d'intérêt métabolique ou pharmacologique), il pratique la neutrothérapie expérimentale et la radiobiologie. La part importante de la biologie provient de l'excellente adaptation du cyclotron pour la production de faisceaux de neutrons pour la radiothérapie et aussi de l'intérêt des isotopes d'atomes légers obtenus au cyclotron tels que le carbone, l'oxygène, le fluor ou l'azote, à ce type de recherche, en particulier pour le métabolisme humain.

D'autres méthodes sont venues concurrencer l'analyse par radioactivation mais, chacune ayant ses points forts et ses faiblesses, des coopérations sont nécessaires. L'analyse par radioactivation reste encore la méthode de référence.

Au CECM, l'évolution de l'analyse par radioactivation a permis des avancées importantes. En effet, la purification des métaux et alliages et son amélioration constante ont pu être réalisées. Dans ces matériaux nouveaux, il a été possible de relier les propriétés physiques ou chimiques les plus diverses à des impuretés reconnues et dosées. Les recherches dans ce domaine ont été évoquées précédemment.

Actuellement, beaucoup d'analyses se font sans séparations chimiques. Celles-ci, lorsqu'elles sont restées indispensables, ont été grandement améliorées. La plupart des éléments peuvent être dosés, du sodium à l'uranium, à des teneurs allant de 1 % à la fraction de partie par billion (10^{-10} %). Au Laboratoire, les recherches dans ce domaine de l'analyse par radioactivation sont maintenant dirigées par M. Fédoroff, depuis le départ de G. Revel au début de 1979. Les applications continuent d'être étendues aux métaux et alliages, mais aussi au silicium pour des études d'environnement. Des recherches sont poursuivies pour améliorer les méthodes, sur les séparations chimiques et sur les processus de fixation des ions sur les minéraux.

L'idée lancée et soutenue par le Professeur G. Chaudron en 1950 s'est donc révélée d'une exceptionnelle fécondité, tant pour le Laboratoire que pour l'analyse en France, en Europe et au-delà, grâce essentiellement aux recherches et aux réalisations de Ph. Albert et ses élèves.

Le CECM et le CEA. La métallurgie des combustibles nucléaires

Lorsque le premier lingot d'uranium arrive au Laboratoire, la manipulation de ce métal est encore hésitante. On demande à Monsieur Veau, l'un des ouvriers de l'atelier, de découper les premiers échantillons à étudier. On lui confie une lame de scie et une lime qui ne devront servir qu'au travail de ce métal. Le premier coup de scie produit des poussières d'uranium qui s'enflamment aussitôt, sous le regard pour le moins très étonné de Monsieur Veau qui n'avait pas été prévenu.

Des recherches sont lancées sur ce métal aux propriétés inhabituelles. G. Cabane et Y. Adda lui consacrent leur thèse, P. Lehr, M. Pruna, J.-P. Langeron, d'importantes études. Rappelons que l'uranium est purifié par la méthode de la zone fondue en 1957.

Ces recherches sont le fruit des liens qui se créent entre les métallurgistes du CEA et le Laboratoire. L'amitié et l'estime nées entre Ch. Eichner, le premier Directeur du département de Métallurgie du CEA à Saclay et le Professeur G. Chaudron, qui se connaissaient depuis l'Université, ont probablement favorisé ces relations. Ch. Eichner avait été formé à la recherche par le Professeur F. Holweck, que les allemands fusillèrent en 1941. Ch. Eichner a d'abord travaillé à l'Institut de Physico-Chimie de Paris, rue Pierre et Marie Curie. Il a ensuite préparé

sa thèse de doctorat à la Sorbonne, dans le Laboratoire de Victor Auger, puis celui de Marcel Guichard. En étudiant la diffusion de l'hydrogène dans les métaux, en compagnie de Victor Lombard, il observe des phénomènes qui indiquent l'existence d'un nouvel hydrogène. Pendant qu'il précise ses résultats, Harold Clayton Urey découvre, aux États-Unis, l'eau lourde en 1932 et il obtient le prix Nobel en 1934, en privant Ch. Eichner. Ce dernier est devenu ensuite l'adjoint de B. Goldschmidt au CEA, où il a développé la métallurgie et la chimie. Ch. Eichner fut d'abord secondé par H. Piatier, Ingénieur des Poudres et chimiste. Lorsque H. Piatier fut nommé chef de cabinet de F. Perrin, un polytechnicien du génie maritime, M. Salesse, l'a remplacé. A la mort prématurée de Ch. Eichner, en décembre 1955, M. Salesse a repris la direction du Département de Métallurgie et de Chimie Appliquée. Les excellentes relations que le Professeur G. Chaudron avait entretenues avec Ch. Eichner se sont perpétuées avec M. Salesse. Ensuite, M. Salesse a quitté le CEA pour diriger le Laboratoire de recherche de Pechiney, où il sera remplacé plus tard par M. Wintenberger, élève du Professeur G. Chaudron.

Les liens officiels du Professeur G. Chaudron avec le CEA de Saclay ont été décrits précédemment. De plus, de 1957 à 1968, le Professeur G. Chaudron a présidé les Colloques Annuels de Métallurgie Spéciale de l'Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires (INSTN). Cet organisme, fondé sur le site de Saclay par J. Debiesse, a établi une liaison entre le CEA et l'Université.

Ces relations multiples entre le CEA de Saclay et le Laboratoire se sont concrétisées de différentes manières. Vers 1949-1950, les problèmes de métallurgie sont les plus importants, mais aussi les plus obscurs, pour le CEA. Ch. Eichner veut promouvoir la connaissance de cet uranium aux propriétés très étonnantes. Malgré les locaux mis à sa disposition au Fort de Châtillon et les bureaux qu'il partage avec J. Stohr, Ch. Eichner demande l'hospitalité au Professeur G. Chaudron pour quelques uns de ses chercheurs. Le Professeur G. Chaudron lui offre quelques salles d'expérience au premier étage du Laboratoire de Vitry, dans l'attente d'un laboratoire bien équipé à Saclay. G. Cabane et J.-F. Petit arrivent ainsi à Vitry, avec un technicien. Ces personnels du CEA bénéficient à Vitry d'une situation privilégiée. Dans une période où les moyens accordés par le CNRS à ses chercheurs sont encore maigres, le matériel qui provient du CEA paraît relativement abondant et bien adapté aux études. Cette situation sera maintenue jusqu'à l'aménagement du Laboratoire de Métallurgie souhaité par Ch. Eichner à Saclay, en 1955. G. Cabane et J.-F. Petit repartent alors à Saclay. Chacun a ensuite occupé d'importantes fonctions au CEA. J.-F. Petit est devenu le Président d'Eurodif. G. Cabane est à l'origine de la Section de Recherche en Métallurgie Physique, à Saclay. Il a conduit, sous la direction de M. Salesse, les études fondamentales du Département de Métallurgie, alors que J. Stohr dirigeait le Service de Technologie, chargé des études appliquées.

D'autres chercheurs se sont formés dans le même temps à Vitry et sont embauchés ensuite par le CEA. Le premier d'entre eux est P. Morize. Il est entré très tôt à Vitry, pendant la guerre. Après avoir obtenu sa thèse en Juin 1947, P. Morize met au point, à Uginé, la fabrication d'uranium

très pur par un procédé thermique dérivé de la méthode de Van Arkel. En 1959, il quitte Uginé pour le CEA, où il est accueilli dans le Laboratoire de Chimie du Solide dirigé par R. Caillat. Il met au point le frittage de la glucine, l'oxyde de béryllium alors préconisé comme modérateur pour ralentir les neutrons dans les piles et contrôler la réaction nucléaire. La mauvaise tenue de la glucine à l'irradiation conduira ultérieurement à une autre solution. En 1965, P. Morize devient l'adjoint de M. Weiss, Directeur du Service de Recherche en Métallurgie Appliquée. Jusqu'à sa retraite en 1986, il est le spécialiste du zirconium, après avoir mis au point des tubes de ce métal pour les piles à eau pressurisée.

P. Bussy soutient sa thèse à Paris en 1954. Ses travaux de métallographie sur l'aluminium utilisent une méthode dont la nouveauté a été signalée précédemment, la microscopie électronique sur répliques. Il apporte en particulier des preuves évidentes de l'influence de la pureté du métal sur la corrosion, qu'elle se produise dans les grains ou le long de leurs joints. P. Bussy est engagé par Ch. Eichner peu avant la disparition de ce dernier. A Saclay, il étudie d'abord, sous la direction de J. Blin et E. Grison, les effets de l'irradiation sur les combustibles, puis à Cadarache il dirige la Section des Applications Technologiques du plutonium. Pour les études relatives à la future pile « Rapsodie », il fournit aux physiciens les combustibles nécessaires. De retour dans la région parisienne, il dirige alors, au centre du CEA de Fontenay-aux-Roses, le service « Plutonium » regroupant diverses équipes axées sur la physique du solide (direction Y. Quéré), sur les céramiques à base de plutonium (direction R. Pascard) et les oxydes mixtes d'uranium et de plutonium, sur le plutonium irradié et les combustibles destinés aux piles à neutrons rapides (direction J.-P. Mustelier).

Après sa thèse, Y. Adda entre à Saclay sous la direction de G. Cabane, en 1955. Les rapports que Y. Adda a entretenus jusque là avec le Professeur G. Chaudron ont été difficiles. A. Accary a souvent plaidé la cause de Y. Adda auprès du Professeur G. Chaudron. On peut penser que la démarche intellectuelle de Y. Adda était assez différente de celle du Professeur G. Chaudron. Son intérêt pour une métallurgie physique transparait dans sa thèse (comme dans celle de M. Fayard, dans un tout autre domaine). Sa seconde thèse* porte sur les mécanismes de diffusion dans les solides et leur application à l'oxydation des métaux. Elle est sans doute le début d'un intérêt profond pour les problèmes de diffusion. La publication, en 1966, avec J. Philibert, du célèbre traité sur « La Diffusion dans les Solides » en témoigne, comme l'orientation de recherche donnée par Y. Adda à la SRMP de Saclay sur ces études de diffusion. Un autre ouvrage signé par Y. Adda et J. Philibert, auxquels s'associent J.-M. Du-puy et Y. Quéré, voit le jour de 1976 à 1979 : « Les Eléments de Métallurgie Physique ». Les effets de l'irradiation sur les solides consti-

* La règle était alors de présenter deux thèses simultanément. Dans la première, le candidat au Doctorat exposait ses travaux expérimentaux et les conclusions qu'il en tirait. Dans la seconde il discutait, en s'appuyant uniquement sur la bibliographie, d'un sujet choisi par son « Patron ». Ce choix indique clairement les préoccupations du moment, celles qui pouvaient donner lieu à une recherche expérimentale au Laboratoire ou celles qui agitaient la Communauté Scientifique proche et qu'il était bon de mieux connaître.

tueront un autre axe de recherche de la SRMP, dont est issu G. Martin, Directeur du CECM nommé par le Professeur M. Fayard, de juillet 1984 à juin 1988, et probable successeur de Y. Adda à la tête de la SRMP. Une fois Y. Adda établi à Saclay, ses rapports avec le Professeur G. Chaudron deviennent ce qu'ils devaient être entre deux scientifiques de grande envergure, mais de caractères et de méthodes de travail probablement peu compatibles. L'estime de Y. Adda pour le Professeur G. Chaudron est dès lors un appui très sûr pour le CECM au sein du CEA de Saclay.

A. Accary soutient sa thèse quelques mois après Y. Adda. Ensuite, il effectue à Pittsburg, dans le Laboratoire du Professeur Mehl, connu du Professeur G. Chaudron pour ses travaux sur les oxydes de fer, un stage post-doctoral (Carnegie Institute of Technology). De retour en France en 1958, il entre dans l'équipe de R. Caillat, au CEA, pour travailler sur les carbures d'uranium. Très attiré par l'enseignement, il donne des cours au CNAM (Conservatoire National des Arts et Métiers), à l'Ecole de Céramique de Sèvres, au CACEMI (Centre d'Actualisation des Connaissances et de l'Etude des Matériaux Industriels). Il quitte le CEA en 1976 après avoir été nommé Professeur de Chimie à Clermont-Ferrand, où il enseigne encore à cette date.

Plus récemment, G. Pinard-Legry, un élève de J. Montuëlle, entre également au CEA, dans le Laboratoire de Corrosion et d'Electrochimie dirigé par H. Coriou, à Fontenay-aux-Roses. Il a soutenu sa thèse en février 1969 sur les aciers spéciaux martensitiques à haute résistance mécanique, dont il a étudié la structure et les propriétés en corrosion. En particulier, il préconise une méthode de protection de l'acier Maraging, développé à partir de 1960 et dont l'utilisation est alors importante dans des domaines de pointe tels que l'industrie aéronautique. G. Pinard-Legry dirige actuellement le Laboratoire de Corrosion de Fontenay-aux-Roses depuis le départ de H. Coriou.

Les rapports du CEA et du CECM ont donc été nombreux et les bénéfices partagés. Le Laboratoire a obtenu du CEA des aides diverses, par exemple sous forme de bourses d'études jusqu'en 1975. Les chercheurs formés par le Professeur G. Chaudron ont eu un rôle important sur le développement de la métallurgie au CEA.

Le CECM et la Chimie du Solide

Au Colloque « Cinquante ans de Métallurgie » organisé le 24 juin 1988 pour fêter le cinquantenaire du Laboratoire, le Professeur R. Collongues a traité des rapports de la métallurgie, et particulièrement du CECM, avec la chimie du solide. Écoutons-le :

« Pour mesurer tout ce que la chimie du solide française doit au Laboratoire de Vitry, il convient de rappeler qu'au lendemain de la seconde guerre mondiale, la chimie du solide n'avait guère droit de cité dans la communauté des chimistes des molécules et des solutions. De sorte que les chimistes du solide se sont rapprochés des spécialistes d'autres disciplines qui pouvaient les comprendre : les minéralogistes et cristallographes d'une part,

les physiciens du métal et les métallurgistes d'autre part » ... « A ses débuts, la chimie du solide a progressé surtout en avançant sur les traces de la science du métal, et le rôle du Laboratoire de Vitry fut immense ».

Le Professeur R. Collongues a donné ensuite des exemples des transpositions du domaine des métaux à celui des oxydes. L'élaboration des métaux ultra-purs a son équivalent dans la fusion à plus de 2 000°C, sans creuset, en atmosphère oxydante, de la zircone stabilisée (M^{III} M. Perez y Jorba, 1963). La technique de la zone fondue flottante appliquée aux métaux tels que le zirconium ou le cuivre, l'a été également au four à image pour l'alumine. Comme les métaux, les oxydes simples ou mixtes ont été obtenus sous forme de monocristaux, ou de bicristaux pour l'étude des joints de grains; des méthodes de polissage électrolytique leur ont été appliquées. Les études de non-stoechiométrie ont été effectuées sur les alliages métalliques, mais aussi sur les oxydes. Toujours comme les métaux, les oxydes subissent des transformations eutectiques (FeO) et eutectiques (eutectiques orientés d'oxydes). Plus récemment encore, les alliages métalliques amorphes préparés par « splat cooling » (trempe ultra rapide) trouvent leur parallèle dans l'hypertrempe des oxydes, qui a permis d'étudier les propriétés des oxydes non-cristallins. Enfin, les interfaces métalliques d'une part, les structures en domaines et les composites d'oxydes d'autre part, justifient les mêmes approches.

Laissons la conclusion au Professeur R. Collongues : *« la chimie du solide commence » à rembourser sa dette » à la métallurgie et les beaux résultats obtenus aujourd'hui dans le domaine des interfaces, par exemple, montrent bien qu'en associant les deux disciplines au sein d'une même science des solides, le Laboratoire de Vitry avait été, bien avant tous les autres, le prototype de ce que devait être un Laboratoire de Sciences des Matériaux ».*

VERS UNE SCIENCE DES MATERIAUX

Jusqu'à sa retraite, le Professeur G. Chaudron ne semble pas avoir été tenu à réunir périodiquement le Comité de Direction du Laboratoire. A partir de 1963, des documents sont soumis au Comité qui se tient alors assez régulièrement sous la présidence du Professeur G. Chaudron. Le 11 juin 1974, un nouveau Comité de Direction, nommé par le Directeur du CNRS conformément au règlement qui régit la vie des Laboratoires Propres, se réunit sous la présidence du Professeur E. Bonnier. Trois recommandations d'ouverture sont adressées au CECM, vers les laboratoires de physique, vers le domaine industriel et vers les structures nouvelles du CNRS, notamment les ATP.

Pourtant, l'ouverture s'était effectuée dès 1962, aussi bien dans les relations de recherche avec les organismes extérieurs au C.E.C.M. (annexe 2) que dans les publications (annexe 3). A l'approche du départ à la retraite, en Octobre 1978, du Professeur A. Michel, le Comité de Direction qui se tient les 5 et 6 Mai 1976, montre sans équivoque la

volonté du C.N.R.S., exprimée par le Professeur Cantacuzène, Directeur du Département de la Chimie : il faut « augmenter le potentiel chercheur en localisant sur le site de Vitry une équipe de recherche telle que l'équipe de Monsieur Fayard qui a de bonnes liaisons avec la physique ».

Sous la direction du Professeur Michel Fayard d'Octobre 1978 à Juin 1984, puis de Monsieur Georges Martin, Ingénieur du C.E.A., de Juillet 1984 à Juin 1988, enfin actuellement de Monsieur J.-P. Chevalier, Directeur de Recherche, à partir de Juillet 1988, la volonté de recentrage vers la physique passe dans les structures du Laboratoire et dans ses recherches. Le poids des différents thèmes de recherche évolue au profit des études sur les défauts de structure et les transitions de phases mais au détriment principal de l'activité en élaboration des matériaux, restée longtemps grâce à J. Bigot l'atout essentiel du Laboratoire face à ses concurrents en Science des Matériaux (annexe 4).

Bien des raisons conjoncturelles peuvent être invoquées pour expliquer ce recentrage. Elles ne seront jamais que prétextes. La principale raison est extérieure au Laboratoire, dans la mesure où le C.N.R.S. a choisi de suivre l'évolution générale de la métallurgie en déplaçant l'activité du C.E.C.M. vers la Physique du Solide plutôt que de relancer la Chimie du Métal en utilisant pleinement le potentiel existant*. Prenons un exemple pour comprendre les transformations de la métallurgie. En 1945, P. Lacombe et L. Beaujard découvrent le phénomène de polygonisation dans l'aluminium. P. Lacombe et A. Berghézan l'expliquent en 1949 par le rassemblement à chaud des dislocations en parois. Rappelons que le concept de dislocation est né sous sa forme actuelle en Angleterre et en Allemagne entre 1934 et 1939. L'observation des dislocations a commencé véritablement en 1956, en Angleterre, grâce à Sir Peter Hirsch qui utilisa le microscope électronique en transmission.

Ainsi, les apports déterminants en métallurgie, ceux qui pouvaient faire avancer la compréhension des chercheurs provenaient, avant la deuxième guerre mondiale, des chimistes et principalement de la France avec Henry Le Chatelier et Georges Chaudron. À partir de 1945, les physiciens du solide, héritiers d'une autre approche du métal, ont proposé de nouvelles méthodes, de nouveaux concepts. Les métallurgistes qui utilisaient ces moyens renouvelés ont changé la problématique de la métallurgie et ils ont conquis progressivement le pouvoir dans les différentes instances, au rythme de leurs succès dans la connaissance du métal. L'histoire du C.E.C.M. ne serait donc que le reflet d'une histoire des idées scientifiques et des techniques plus générale dont l'épicentre, pour la métallurgie, se serait déplacé, surtout avec la seconde guerre mondiale, vers les nations épargnées par l'invasion nazie, le Royaume-Uni, puis les États-Unis.

Alors que se concevait lentement hors de France une nouvelle façon d'étudier le métal et que se forgeaient de nouvelles armes pour la métallurgie, les Professeurs G. Chaudron et A. Michel ont hissé le

* Au cours du Comité de Direction des 5 et 6 Mai 1976, le Professeur A. Michel propose que le C.E.C.M. s'investisse dans « la chimie de l'élaboration des métaux » car « ce domaine est d'autant plus important que les minerais riches sont en voie d'épuisement et qu'il faudra mettre au point de nouvelles préparations ». Le Professeur E. Bonnier souligne l'importance de ce domaine dont « l'Université se dénuie ».

C.E.C.M. (une dénomination choisie pour se démarquer, soulignons-le, de la physique du métal) et la connaissance des métaux et alliages purs au sommet de leur rayonnement. Mais déjà la métallurgie physique, portée par une école française devenue féconde, s'impatiente à la porte du C.E.C.M. La disparition du Professeur G. Chaudron, les moeurs et les structures nouvelles héritées des mouvements de Mai 1968 ont fait le reste.

Rappelons pour conclure la réflexion du Professeur M. Fayard, Directeur Scientifique au CNRS, au Colloque « Cinquante ans de métallurgie » : « Le Laboratoire de Vitry est une place forte pour créer une Science des Matériaux, mais l'évolution n'est pas encore terminée ». Cette évolution qui rétablirait à Vitry une Science des Matériaux aux approches diverses, complémentaires, harmonieuses et originales ne serait-elle pas dans la filiation de Henry Le Chatelier, de Georges Chaudron et d'André Michel ?

REMERCIEMENTS

Le métallurgiste, à la fois physicien et chimiste, feint d'ignorer le temps : l'objet de son étude n'a qu'un présent ; lui-même ne s'attache qu'aux ressources de l'instant. S'il se retourne, c'est en se cachant. Aussi je remercie les personnes qui ont suscité ce type de recherche :

Monsieur Jean-François Picard (Centre de Recherches Historiques, C.N.R.S.-E.H.E.S.S.),

Monsieur Antoine Prost (Université de Paris I),

et celles qui m'ont permis de mener à bien cette « Histoire du CECM », en particulier :

Monsieur et Madame André Michel, pour leurs avis et leurs conseils,

Monsieur Jean Talbot, pour m'avoir témoigné à cette occasion, comme depuis mes années d'études à l'ENSC de Paris, son aide souriante,

Madame Micheline Charpentier, pour son rôle de guide patient,

Messieurs Philippe Albert et Pierre Bussy, Madame Georges Chaudron, Messieurs Robert Collongues et Paul Lacombe, Mademoiselle Hélène Massiot, Monsieur Jean Montuelle, Mademoiselle Claudie Moreau, Monsieur Michel Wintenberger, pour m'avoir fourni la matière vivante de cette étude.

Au long de mon enquête, j'ai redécouvert chez le Professeur G. Chaudron et ses élèves la joie de comprendre, d'innover, de construire la science avec patience et humilité dans le respect d'autrui, l'entraide, la fidélité, le courage, l'honneur. Je dédie cette étude à celui qui s'est efforcé de maintenir ces principes.

Monsieur le Professeur André Michel.

Sources

- ALBERT Ph. — Entrevue : 3 décembre 1987.
 « Le Laboratoire d'analyse par activation du Centre d'Etudes de Chimie Métallurgique du CNRS à Vitry, France », *J. Radioanal. Chem.* 2 (1969) 441-446.
 « Analytical methodology for accurate determination of trace constituents in highly pure materials », *Proc. of the 7th I.M.R. Symposium*, 7-11 oct. 1974, Gaithersburg, National Bureau of Standard, Special Publication 422 (pp. 759-772).
 « Le cyclotron » (avec R. Muxart, R. Rivière et G. Goin). Hors série du Courrier du CNRS, n° 22, janvier 1977.
 « Le groupe de recherche du CNRS : Application des réactions nucléaires à l'analyse chimique G.A.R.N.A.C. », *J. Radioanal. Chem.* 55 (1980) 453-462.
 « Le Laboratoire d'analyse par activation Pierre Sûe-CNRS-CEA, Gif-sur-Yvette », *Radioanalytical Chemistry*, 55 2 (1980) 463-70.
 « Nuclear methods in trace and ultra-trace analysis : past experiences and future possibilities », *Pure and Appl. Chem.* 54 (1982) 689-713.
 BONNIN A., CHEMLA M., NOUAILLES A., PAULY J. — « P.A. Sûe, ses travaux scientifiques », *Bull. Soc. Chim. Fr.* 5 (1958) 573-578.
 BOURION F. — « Eléments des Terres Rares », *Traité de Chimie Minérale*, tome VIII (1933), 1-314.
 BUSSY P. — Entrevues : 24 novembre 1988 et 9 décembre 1988.
 CHAMPETIER G. — Procès-verbal de la séance du 25 novembre 1938 de la Société Chimique de France.
Bull. Soc. Chim. Fr. 8 (1939) 245-247.
 « Notice sur la vie et les travaux de Pierre-Adolphe Sûe (1908-1957) », *Bull. Soc. Chim. Fr.* 5 (1958) 571-572.
 CHAUDRON G. — « Henry Le Chatelier : sa vie, sa carrière, son oeuvre », *Allocution prononcée le 18 octobre 1950 à l'occasion de la Commémoration du Centenaire de la naissance de Henry Le Chatelier*, *Mém. Sci. Rev. Métal.* 48 (1951) 10-18 [Voir aussi les allocutions de Louis de Broglie (p. 5-9) et René Petrin (p. 19-31)].
 Notice des Titres et Travaux Scientifiques, Chartres, 1954.
 « Charles Eichner » (1902-1955). Notice biographique, *Mém. Sci. Rev. Mét.* 53 (1956) 482.
 « Le Centre d'Etudes de Chimie Métallurgique », 1954, Recueil des Notes aux Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, Tomes 1 à 7 (1922-1972).
 CHAUDRON M^{me}. — Entrevues, 7 octobre 1987 et 19 octobre 1987.
 COLLONGUES R., BENARD J. — « G. Chaudron », *Revue de Chimie Minérale* 13 (1976) 509-75.
 GOLDSCHMIDT B. — « Pionniers de l'Atome », Stock, Paris, 1987.
 JOB P. — « Notice sur la vie et les travaux de G. Urbain », *Bull. Soc. Chim. Fr.* 6 (1939) 744-66.
 LACOMBE P. — Entrevue : 19 décembre 1988.

- LAFFITTE P. — « Notice nécrologique sur Georges Chaudron », *C.R. Acad. Sci. Paris* 282 (1976) 109.
 LEBEAU P. — « Les hautes températures et leurs utilisations en chimie », Masson, Paris (1950).
 MICHEL A. — « Notice nécrologique sur Georges Chaudron », *Bull. Soc. Chim. Fr.* 5-6 (1977) 377-98.
 Notice des Titres et Travaux Scientifiques, janvier 1972.
 Thèse de Doctorat ès-Sciences Physiques « Propriétés magnétiques de quelques solutions solides », Paris 1937.
Ann. Chim. 11, 8 (1937) 317.
 MICHEL A. et Mme. — Entrevue : 4 novembre 1988.
 MICHEL A., MONTUELLE J. — « Centre d'Etudes de Chimie Métallurgique », *Achema-Jakzbuch*, 1 (1971/73) 592-94.
 MONTUELLE J. — Entrevue, 12 novembre 1987.
 « The Dedication », discours prononcé au Colloque International sur la « Corrosion sous tension », dédié au Professeur G. Chaudron, organisé par la National Association of Corrosion Engineers (USA) et Creusot-Loire, Firminy, St Etienne, 12-16 juin 1973.
 PICARD J.F. — « Les débuts du CNRS. Esquisse » janvier 1987.
 PICARD J.-F., PRADOURA E. — « La longue marche vers le CNRS (1901-1945) », *Cahiers pour l'Histoire du CNRS* 1 (1988) 7-40.
 TALBOT J. — Entrevue, 29 octobre 1987.
 URBAIN G. — « Les principes de la théorie coordinative et quelques-unes de leurs applications à la chimie organique », *Bull. Soc. Chim. Fr.* 2 (1935) 555-569.
 VIEL Cl. — « Histoire du CERCOA », Conférence du 25 janvier 1988.
Archives du CECM.
 © Rapports aux Comités de Direction (Activité Scientifique, Administration), 1^{er} octobre 1963-31 mars 1965, Année 1965, 21 février 1967-2 mai 1969, 4 juillet 1972, 11 juin 1974, 5-6 mai 1976, octobre 1979, 15 octobre 1981, 29 septembre 1983, 24 juin 1985, 19 mai 1987.
 © Liste des Membres des Comités de Direction et Conclusions des Comités de Direction de 1976, 1979, 1981, 1983, 1985, 1987.
 © Dossiers des personnels.
 © Thèses en dépôt depuis 1899.
Archives Nationales : Fonds « P. Renée Bazin » AN 80-0284.
 Liasse 1 Lettre de H. Laugier à Jean Zay
 Liasse 5 Décrets et arrêtés concernant l'organisation de la recherche
 Liasse 8 Mobilisation scientifique
 Liasse 31-32 Comités spécialisés (1939-1941)
 Liasse 49 Inventaire des Laboratoires (1941-42)
 Liasse 101 Plan quinquennal (1957-1961)
 Liasse 102 Préparation du plan quinquennal (1950)
 Liasse 205 Comités Directeurs de la Chimie (15 décembre 1944, 4 juin 1945)
 Liasse 214 Travaux de la Commission des Hautes Températures, sous-commission des réfractaires
Colloque « Cinquante ans de Métallurgie ».
 Groupe des Laboratoires de Vitry-Thiais, 24 juin 1988. Exposés de Messieurs M. Fayard, P. Lacombe, Ph. Albert, R. Collongues, M. Wintenberger.

Annexe 1. — Liste de quelques-uns des postes occupés par les élèves du Professeur G. Chaudron après leurs études au C.E.C.M.

Sans adopter l'ordre particulier, rappelons J. Bénéard, devenu Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon, puis de Paris, successeur du Professeur G. Chaudron à la direction de l'ENSCP et Membre de l'Institut; R. Faivre, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy; P. Lacombe, Professeur à l'Ecole Supérieure des Mines de Paris, puis à la Faculté des Sciences d'Orsay, Membre de l'Institut; J. Hérenghuel, Directeur des Services de Recherches aux Tréfileries et Laminiers du Havre.

Citons également J. Talbot, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris, Directeur du Laboratoire de Corrosion et d'Electrochimie à l'ENSCP et Directeur de cette Ecole; J. Montuelle, successeur d'A. Portevin, Académicien, ami de G. Chaudron, et de J. Duflot, un autre élève du Professeur G. Chaudron, à la Direction de l'Ecole Supérieure de Fonderie; M. Wintenberger, devenu Directeur Scientifique de Pechiney; M^{me} Cholet-Coquelle, chez Citroën; P. Bussy, Directeur du Service « Plutonium » au CEA de Fontenay-aux-Roses; Cl. Goux, Professeur à l'Ecole Supérieure des Mines de Saint-Etienne; G. Momet, Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, Directeur de l'ENSET; A. Accary, Professeur à Clermont-Ferrand; F. Dubois, Professeur à l'ENSC de Toulouse; G. Cabane, Directeur des Etudes Fondamentales du Département de Métallurgie au Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay; Y. Adda, Directeur du Service de Recherche en Métallurgie Physique au Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay; A. Berghézan, Professeur, Directeur du Laboratoire de Métallurgie Physique à l'Université Catholique de Louvain-la-Neuve (Belgique); P. Lehr, Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure des Techniques Avancées, à Paris; M^{me} S. Talbot-Besnard, Directeur du Laboratoire de Banques de Données à l'ENSCP; J.-C. Bernier, Professeur à Strasbourg, puis Directeur de l'ENSC de cette ville; J. Debuigne, Professeur à l'Institut National des Sciences Appliquées de Rennes; J.-P. Guerlet, J.-P. Touboul, J. Hubert, ingénieurs de recherche au Comptoir Lyon-Alemand-Louvet; B. Dubois, Professeur à l'ENSC de Paris; G. Pinard-Legris, Directeur du Laboratoire de Corrosion du Centre d'Etudes Nucléaires de Fontenay-aux-Roses; Ph. Berge, Directeur du Laboratoire de Recherche de l'EDF aux Renardières.

Citons enfin M. Fayard, devenu Professeur à l'ENSC de Paris et Directeur du Laboratoire de Métallurgie Structurale des Alliages Ordonnés, implanté à l'ENSC de Paris, puis Directeur du Centre d'Etudes de Chimie Métallurgique le 1^{er} octobre 1978, successeur du Professeur A. Michel, enfin Directeur Scientifique du Département de la Chimie au CNRS, le 1^{er} janvier 1984.

Annexe 2. — Liste, non exhaustive, des contrats de recherche engagés avec des organismes publics jusqu'en 1978.

2-1. Organismes divers. — Ministère des Armées — Direction des recherches et Moyens d'Essais (DRME), Commissariat à l'Energie Atomique (CEA).

Organisme contractant	Date de départ du contrat	Durée	Sujet	Responsable CECM
DRME 520/65 227/66	1 ^{er} octobre 1965 20 septembre 1966	10 mois 24 mois	Propriétés mécaniques du molybdène Etude de la transition ductile-fragile du molybdène et du tungstène	J.-P. Langeron
DRME 319/68	1 ^{er} novembre 1968	24 mois	Etude de la purification et des propriétés mécaniques du molybdène et du tungstène	J.-P. Langeron
CEA CK 1219	1 ^{er} août 1969	34 mois	Elaboration de métaux et alliages pour l'étude de la corrosion par les gaz fluorants	J. Montuelle
DRME	Novembre 1972	18 mois	Etude des arénures et arsénio-phosphures. Propriétés magnétiques non réversibles dans les alliages Mo-Rh	R. Fruchant

2.2. — Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique (DGRST)

Organisme contractant	Date de départ du contrat	Durée	Sujet	Responsable CFCM
DGRST 67-00-914	1 ^{er} novembre 1967	26 mois	Etude de la corrosion sous tension d'aciers inoxydables martensitiques à caractéristiques mécaniques élevées	J. Montuelle
DGRST 73-7-1568	1 ^{er} novembre 1968	18 mois	Etude à l'aide d'alliages de très haute pureté des mécanismes d'action du Ti et du Mo dans les aciers inoxydables	J. Montuelle
DGRST 75-7-0152	avril 1975	18 mois	Préparation et étude du magnésium	G. Revel
DGRST 74-7-0761	29 octobre 1974	24 mois	Application de l'analyse par activation aux particules chargées au dosage d'impuretés fragilisantes dans le tungstène et le molybdène	J.-P. Langrenon
DGRST 74-7-1092			Préparation d'alliage TZM par métallurgie des poudres	J.-P. Langrenon
DGRST 74-7-1148 76-7-0929	décembre 1974	36 mois	Application de l'électrolyse en arcs fondus à la préparation du titane de haute pureté	A. Michel G. Lortholier
DGRST 75-7-0844 77-7-1095	octobre 1975 juillet 1977	18 mois 18 mois	Etude par spectrométrie Auger à haute température de la ségrégation des impuretés (ou des éléments d'alliage) à la surface du titane	J.-P. Langrenon
DGRST 77-7-0784	1 ^{er} juillet 1977	18 mois	Dosage du carbone par activation dans les photons γ et séparation chimique en bain de sels fondus	G. Revel

2.3. — Recherches Coopératives Programmées (RCP), Actions Thématiques Programmées (ATP)

Organisme contractant	Date de départ du contrat	Durée	Sujet	Responsable CFCM
RCP 244	1 ^{er} juillet 1971	6 ans	Propriétés mécaniques du titane et de ses alliages	J.-P. Langrenon
ATP 307 anciennement RCP 344	octobre 1971	12 mois	« Propriétés mécaniques des solides » « Propriétés mécaniques du titane et de ses alliages »	J.-P. Langrenon (J. Bigot G. Baur)
ATP 1113	juillet 1973	24 mois	« Physico-Chimie de surfaces » Etude des phénomènes de ségrégation aux interfaces. Applications aux phénomènes métallurgiques	J.-P. Langrenon
ATP 2201	décembre 1976	24 mois	« Utilisations physiques et chimiques de l'électricité » Elaboration du titane par électrolyse en milieu de sels fondus à bas points de fusion	G. Lortholier
ATP 3014	1 ^{er} août 1977	24 mois	« Matériaux solides » Etude de la corrosion d'alliages métalliques amorphes	M. da Cunha Belo
ATP 3656	mars 1978	24 mois	« Matériaux amorphes et liquides » Elaboration d'alliages amorphes homogènes par des procédés continus. Caractérisation des produits obtenus. Modifications structurales consécutives à la déformation plastique	J. Bigot Y. Calvayrac
RCP 218	3 février 1979	10 ans	« Irradiation des matériaux par les neutrons rapides » Irradiation à basse température	O. Damiroy M. Fayard
RCP 412			Comportement et élaboration des métaux dans l'espace	R. Fremagnau

Annexe 3. — Répartition des publications et réunions de 1963 à 1978.

Périodes étudiées	1963	1965	1966	1968	1970	1973	1975	1977
Publications, réunions	1965	1966	1967	1969	1972	1974	1976	1978
Thèses : Doct. es Sciences Doct. Ingénieur	8	7	5	8	2 (+ 2)	6	3	?
3 ^e Cycle et DEA	5	1	4		2	4	5	?
Notes aux Comptes Rendus de l'Académie des Sciences	28	18	33	24 (+ 5)	14	20	10	1
Mémoires Scientifiques de la Revue de Métallurgie	4	4	1	14	4	10	7	7
Mémoires du Bulletin de la Société Chimique	3	3	1	4		1		
Annales de Chimie	1		1	2	4	1		1
Revue des Hautes Températures et Réfractaires		4		3	(2)	1		
Autres revues françaises		2	4	13	10 (+ 1)	12	8	19 (+ 1)
Revue « français étrangers » Articles en : anglais, allemand			2	10	3	20	8	13 (+ 1) (+ 6)
Monographies des métaux pureté						22		
Communications aux Journées d'Automne de la Société Française Métallurgie	15	7		3	7	14	5	2
Conférences à des Colloques et des Congrès En France	13	12	18	31	21 (+ 9)	29	24	21
A l'Etranger	5	6	5	12	5 (+ 2)	13	11	16

Années 1970-1972 et 1977-1978 : () publications ou conférences du Groupe de Chimie Appliquée de l'Etat Solide, devenu autonome.

Années 1977-1978 : non comprises les publications et réunions de l'ERA du Professeur M. Fayard.

Annexe 4. — Evolution de l'importance relative des thèmes de recherche entre 1978 et 1988.

Date du Comité de Direction		Thèmes				
		Elaboration Analyse	Surfaces Corrosion	Structures Défauts	Propriétés mécaniques	
1979 (sur 3 ans)	% de pages occupé* Publications du thème nombre	20 32	20 20	30 21	32 46	14 14
1981 (sur 2 ans)	% de pages occupé* Publications du thème nombre	22 30	20 29	26 41	37 41	8 5
1983 (sur 2 ans)	% de pages occupé* Publications du thème nombre	8 19	7 33	32 19	52 56	5 6
1985 (sur 4 ans)	% de pages occupé* Publications du thème nombre	12 12	22 26	46 37	100 51	
1987 (sur 2 ans)	% de pages occupé* Publications du thème nombre	18 13	22 34	47 30	70 51	

* Pourcentage de pages occupé dans les rapports au Comité de Direction.

En 1984, le thème « propriétés mécaniques » a été supprimé. Les résultats de ses activités ont alors été inclus dans le thème « structures-défauts ».

Photocomposition et impression
IMPRIMERIE LOUIS-JEAN
BP 87 — 05003 GAP Cedex
Tél. : 02.51.55.23
Dépôt légal : 16 — Janvier 1990
Imprimé en France



Le Centre National de la Recherche Scientifique a été fondé en 1939. Depuis un demi-siècle, il est resté la principale institution française chargée d'animer la recherche fondamentale dans les principaux domaines de la science. Parmi les différentes manifestations prévues pour commémorer ce cinquantième, le Département des sciences humaines et sociales du CNRS a entrepris de soutenir certains travaux historiques concernant le passé de cet organisme, dont rendront compte les Cahiers pour l'histoire du CNRS. Cette publication, dont la parution s'échelonne au cours de l'année à venir, se veut un lieu de rencontre totalement ouvert à tous ceux, chercheurs CNRS ou non, qu'intéresse l'histoire contemporaine de notre recherche et de ses relations avec les grands organismes étrangers.



9 782222 044000

PRIX : 70 F

ISBN 2-222-04400-6