

NUCLÉAIRE - IX

FREDERIC ET IRENE JOLIOT-CURIE, UN COUPLE DE SAVANTS

I. INTRODUCTION

Je vous présente maintenant un couple très célèbre de physiciens français qui fit beaucoup pour l'avancement des connaissances en chimie nucléaire. Il s'agit d'Irène CURIE et de son mari Frédéric JOLIOT. Durant les premiers jours de l'année 1934, ils annoncèrent dans une note à l'Académie des Sciences qu'ils avaient fabriqué un atome artificiel inconnu à l'état naturel. Le rêve des alchimistes était enfin réalisé : la transmutation d'un élément en un autre grâce à la radioactivité artificielle. Cette découverte majeure, couronnée par le prix Nobel de chimie en 1935, provoquera une véritable révolution au sein du milieu scientifique. Elle débouchera sur des applications multiples en permettant la fabrication d'isotopes artificiels de plus ou moins courte durée de vie, notamment dans le domaine médical. Mais avant de développer ce nouveau sujet, je voudrais camper nos deux personnages.



Fig. 88 - Irène et Frédéric Joliot-Curie, un couple de savants

II. FREDERIC JOLIOT, UN GARÇON VIF ET IMPULSIF

Jean Frédéric JOLIOT naît le 19 mars 1900, à Paris, dans le XVI^e arrondissement. Il est le cadet de six enfants, dont deux meurent en bas âge. Le père, né à Brie en Lorraine, en 1847, était à l'époque un négociant aisé de tissus en gros. Il était cultivé, aimant la musique, la chasse et la pêche. Enrôlé en 1870, il combat du côté de la Commune de Paris et doit s'exiler un temps en Belgique. Il épouse, en 1879, Emilie ROEDERER, née en 1858, issue d'une famille protestante alsacienne. Celle-ci montrait une apparence austère et était éprise de justice, de convictions républicaines et libérales.

Frédéric sera profondément marqué par la mort de son frère, le 23 août 1914, tombé à 25 ans au front dès les premiers combats. Il entre au lycée Lakanal, à Sceaux. Vif et impulsif, il se montre bon élève sauf en français. Il aime le sport, le football en particulier. Son père lui apprendra à découvrir la nature en l'emmenant à la chasse et à la pêche.



Fig. 89 - La famille de Frédéric JOLIOT en 1902. Emilie, sa mère, est entourée de ses quatre enfants, Marguerite, Jeanne, Frédéric et Henri.

Déjà, il s'intéresse aux sciences et transforme un temps le cabinet de toilette en laboratoire de chimie. Il construit un poste de TSF. Une photo de presse du couple **Pierre et Marie CURIE** ornait le mur. Il était loin de se douter qu'un jour il travaillerait avec **Marie CURIE** et épouserait l'une de ses filles.

La famille connaîtra des revers de fortune durant cette première guerre. Frédéric quitte le lycée après avoir passé la première partie du baccalauréat, et il entreprend une formation plus rapide. Il entre, **en 1917**, à l'Ecole municipale Lavoisier pour se préparer au concours d'entrée à l'Ecole de physique et chimie industrielle de la ville de Paris, où le couple **CURIE** y fit ses découvertes.

Il échoue au concours **de 1918** et est mobilisé. Heureusement, l'Armistice lui permet d'obtenir un sursis.

Il réussit le concours **de 1919**, mais victime de l'épidémie de paratyphoïde il doit interrompre ses études durant un an. Enfin, **en 1920**, il fait partie de la 39^e promotion de Physique et Chimie, dont le directeur d'étude est **Paul LANGEVIN**. Devant choisir entre les options physique ou chimie, il s'oriente dans un **premier temps vers la chimie** pour très rapidement **se tourner vers la physique** ce qui fera dire à **Gustave BEMONT**, responsable de la chimie : « *Voici le physicien, deuxième cuvée !* » (Propos rapporté par son condisciple et ami **Pierre BIQUARD**).

G. BÉMONT avait collaboré avec Pierre et Marie CURIE à la découverte du radium.

Frédéric subit l'influence de son maître d'étude, **Paul LANGEVIN**, qu'il aime et admire. Il aura de nombreux entretiens avec lui :

« Je frappe, j'entre, les yeux limpides et bons du "Patron" se fixent sur moi [...] et j'ai oublié l'objet de ma visite. [...] La caractéristique de LANGEVIN, c'était qu'un ensemble de notions encore obscures, passant par son cerveau, en sortaient avec une clarté et une simplicité impeccables. Une telle transformation équivaut à une création ».

De plus, les prises de positions sociales de **LANGEVIN**, durant les **années 1919 et 1920**, lors du mouvement de grève et de la campagne pour l'amnistie des **marins révoltés de la mer Noire**, impressionnent le jeune **JOLIOT** qui les prendra comme exemples.

Du 19 au 21 avril 1919, mutinerie des marins de la mer Noire. Plusieurs navires de guerre français ancrés face à Sébastopol (dans le but d'un débarquement pour contrer l'avance de l'armée rouge) se mutinent. Le mouvement, parti des marins du cuirassé "France", s'étend aux autres navires. Une délégation, composée en partie de marins anarchistes, exige la cessation de la guerre contre la Russie, le retour en France, ainsi que l'assouplissement de la discipline. Dans les rues de Sébastopol, un groupe d'officiers français provoque un massacre en tirant sur une manifestation de fraternisation avec les marins mutinés. Malgré les promesses des officiers, les mutins seront arrêtés traîtreusement, mis aux cachots et condamnés ensuite à des peines de 10 à 20 ans de prison.

En 1922, Frédéric effectuera un **stage aux aciéries ARBED** à Esch-sur-Alzette au Luxembourg. Ce sera un nouveau choc pour lui : **il découvre le monde ouvrier et ses problèmes**. Toutefois, la recherche et le milieu scientifique l'attirent plus.

En 1923, il sort **major de sa promotion avec le diplôme d'ingénieur - physicien**. Son sursis terminé, il doit effectuer son service militaire, d'abord à l'Ecole des officiers de réserve d'artillerie à Poitiers, où il retrouve son camarade **Pierre BIQUARD**, puis au Fort d'Aubervilliers, dans le service de protection contre les gaz. **BIQUARD** terminant son service quelques mois avant **JOLIOT** ira trouver **LANGEVIN** :

« *JOLIOT et moi, nous aimerions faire de la recherche* ».
« *Pour une carrière universitaire, répond le maître, vous avez un handicap : vous n'êtes pas normaliens. Si vous voulez vous imposer, il faudra que vous fassiez des travaux vraiment exceptionnels* ».

Quelques jours plus tard, **LANGEVIN** convoquera **BIQUARD** :

« *C'est entendu, je vous prends avec moi comme préparateur. J'ai vu Madame CURIE : elle est prête à engager JOLIOT* ».

Frédéric rencontrera la scientifique aux deux prix Nobel. Il racontera plus tard à un journaliste son entrevue :

« *Je la vois ici, à son bureau, petite, les cheveux gris, les yeux très vifs. J'étais assis devant elle, en costume d'officier [...] et j'étais très intimidé. Elle m'écouta, et me demanda brusquement : "Pouvez-vous commencer votre travail demain ?" Il me restait trois semaines de service à accomplir. Elle décida : "J'écrirai à votre colonel.". Le lendemain, je devenais son préparateur particulier* ».

III. IRENE CURIE, UNE JEUNE FEMME RESERVEE ET VOLONTAIRE

Irène vit le jour le **12 septembre 1897**, à Paris, soit 2 ans et demi avant son futur époux. Elle était l'aînée de deux sœurs. A huit ans, elle perd son père **Pierre**, écrasé comme on le sait sous les roues d'un camion tiré par des chevaux. Sa mère **Marie**, toute à ses recherches, et son grand-père, le docteur **Eugène CURIE**, auront une énorme influence sur l'épanouissement d'**Irène**. La jeune fille est d'un tempérament difficile, timide, maladroite dans ses relations avec autrui ; elle porte une admiration sans réserve pour sa mère. Mais il est difficile d'être la fille d'un « monstre sacré » qu'il ne faut en aucun cas décevoir. L'éducation dispensée par **Marie** est très britannique, austère, pas de manifestations de joie ou de souffrance. La tendresse, c'est du côté du grand-père qu'**Irène** la trouvera. L'aïeul, déjà malade, retrouve dans sa petite-fille l'image de son fils disparu.



Fig. 90 - Une grande complicité lie, dès le plus jeune âge, Irène à son grand-père, le docteur Eugène Curie. Photo prise en 1900.

Eve, la sœur d'**Irène**, dans son livre « *Madame Curie* » décrit cette emprise du vieil homme sur l'enfant :

« [...] il est l'incomparable ami de l'aînée, de cette enfant lente et farouche, si profondément semblable au fils qu'il a perdu. Il ne se contente pas d'initier Irène à l'histoire naturelle, à la botanique, de lui communiquer son enthousiasme pour Victor HUGO, de lui écrire durant l'été des lettres raisonnables, instructives et très drôles, où miroitent son esprit narquois, son style exquis ; il oriente sa vie intellectuelle d'une façon décisive. L'équilibre moral de l'actuelle Irène Joliot-Curie, son horreur du chagrin, son attachement implacable au réel, son anticléricalisme, ses sympathies politiques mêmes, lui viennent en droite ligne de son grand-père ». (Op. cité dans le texte, p. 215.)

Irène suivra, de **1907 à 1909**, les cours dans la « coopérative » d'enseignement créée à l'initiative des scientifiques (**Marie CURIE**, **Henriette et Jean PERRIN**, **Edouard CHAVANNES**, **Henri MOUTON**, **Paul LANGEVIN**) qui deviennent ainsi les professeurs de leurs enfants. L'expérience se terminera deux ans plus tard à cause de nombreuses difficultés matérielles. **Irène** poursuit ses études secondaires au collège Sévigné, où elle monte de réelles **aptitudes pour les mathématiques et la physique**.

La mort d'**Eugène CURIE**, le **25 février 1910**, portera un nouveau coup à la jeune fille plus mûre qu'à la disparition de son père. **Marie** se retrouve seule sans présence masculine dans son entourage familial immédiat. Elle se retourne vers sa famille polonaise. Une relation intime s'établira entre la mère et la fille aînée au grand dam de la cadette. Leurs conversations tournent autour des mathématiques et de la physique, nouvelle cause de blocage pour Irène qui ne veut pas décevoir **Marie** par des propos

plus de son âge.

IV. L'AFFAIRE LANGEVIN

Deux autres épisodes dans la vie de **Marie CURIE**, ébranleront à nouveau la jeune fille de quatorze ans : sa **candidature à l'Académie des Sciences** et l'**affaire Langevin**, qu'Eve escamote dans la biographie de sa mère, vraisemblablement pour ne pas faire ombrage à sa réputation.

Je reprends ci-dessous l'allocution du président de la République **Jacques CHIRAC** à la cérémonie du centième anniversaire de la découverte de la radioactivité, prononcée à la Sorbonne, le **mercredi 30 septembre 1998**. Elle situe parfaitement le contexte social de ces affaires.

*« En cette année 1911 où elle recevra son second Prix Nobel, les sombres courants d'antisémitisme et de xénophobie, les préjugés anti-féminins et les attitudes antisciences qui, souterrains, existent dans la société française de l'époque remontent à la surface. A deux reprises, l'Action Française de Léon DAUDET se déchaîne contre Marie CURIE. En janvier, parce qu'elle est candidate à l'Académie des Sciences. Et elle sera finalement rejetée, battue de deux voix par Edouard BRANLY, homme de qualité qui fut aussi affecté par son succès qu'elle fut meurtrie par son échec. En novembre, cette fois sur sa vie privée et ses relations avec son collègue Paul LANGEVIN. N'oublions pas qu'alors des journaux réclamèrent bruyamment qu'elle démissionne de sa chaire à la Sorbonne, et que quelques-uns de ses "chers collègues" projetèrent de lui demander de quitter la France. Comme le dira plus tard Jean PERRIN, Prix Nobel de physique en 1926 : "**Si cinq d'entre nous ne s'étaient pas levés à ses côtés quand le torrent de boue menaçait de l'engloutir, Marie serait repartie en Pologne et nous aurions tous été marqués d'une honte éternelle**". La réponse de Marie CURIE fut toute de grandeur et de courage. »*

Marie, femme seule, dans la plénitude de la quarantaine, change de comportement. Elle, toujours habillée sobrement de noir, devient coquette : robe blanche et rose à la ceinture. Ses proches en parlent. Un propos lâché lors d'une conversation avec son amie **Marguerite BOREL** et recueilli par **Irène** laisse transparaître ses sentiments affectueux pour **Paul LANGEVIN**. **Marie** s'inquiète pour **Paul** qui risque d'abandonner la recherche pour l'industrie sous la pression de plus en plus pressante de sa femme, de caractère acariâtre. Il est de notoriété publique que le couple **Langevin** va à vau-l'eau et que **Paul** a quitté le domicile conjugal pour un appartement deux pièces où il peut travailler à l'aise. Quels ont été réellement les sentiments de **Marie** pour **Paul** ? S'agit-il d'une amitié profonde teintée d'affection et de tendresse, comme peuvent éprouver deux êtres qui s'estiment profondément ? De toute façon, on peut chercher en vain où se situe la culpabilité de **Marie CURIE**. La presse s'empare de l'affaire qui éclate le **4 novembre 1911**, à la une du « *Journal* ». Le titre :

« Une histoire d'amour : Madame CURIE et le professeur LANGEVIN. Les feux du radium viennent d'allumer un incendie dans le cœur d'un savant, qui étudie leur action avec ténacité ; et la femme et les enfants de ce savant sont en larmes » (Fernand HAUSER).

Une véritable cabale est montée contre « l'étrangère », la « Polonaise » qui détourne un savant de sa famille : TETY de L'œuvre, Léon DAUDET de L'Action française.

Les deux savants se trouvent à Bruxelles au Conseil de Physique organisé par Ernest SOLVAY¹. Marie revient à Paris avant la fin du Conseil et publie dans Le Temps (journal qui lui est acquis) une mise en garde des plus claires :

« Je considère toutes les intrusions de la presse et du public dans ma vie privée comme abominables. C'est pourquoi j'entreprendrai une action rigoureuse contre la publication d'écrits m'étant attribués. En même temps, j'ai le droit d'exiger en réparation des sommes importantes qui seront utilisées dans l'intérêt de la science » (REID R. – Marie Curie)

Fernand HAUSER du Journal revient sur ses déclarations et présente ses excuses à Madame CURIE. Par contre les autres poursuivent l'assaut et Léon DAUDET veut en faire une nouvelle affaire Dreyfus :

« Aujourd'hui, le dreyfusisme républicain a besoin du dogme de la vertu des savants ».

Le 23 novembre, L'Œuvre publie sous le titre « Les scandales de la Sorbonne », des extraits de la correspondance échangée entre les deux savants. Ces lettres ont été volées par la belle-mère de LANGEVIN qui les a remises à Gustave TERY, responsable de la publication et ancien condisciple de LANGEVIN. Il y traite le physicien de « Chopin de la Polonaise » et Marie CURIE de « vestale du radium ». Propos d'un mauvais goût, frisant la vulgarité, l'ignominie et la mesquinerie. Des manifestations xénophobes se produiront sous les fenêtres de la famille Curie : « Dehors l'étrangère, la voleuse de mari ! » Marie et ses filles doivent se réfugier, d'abord chez les PERRIN, puis chez Emile BOREL, le directeur de l'École normale.

L'affaire ne s'arrête pas là ! Le doyen de l'Académie, Paul APPELL, beau-père de BOREL, s'en mêle, il veut renvoyer Marie en Pologne. Heureusement, BOREL et quelques amis fidèles tiennent bon. La presse se calme enfin, ayant atteint le comble du grotesque.

Marie et sa fille Irène sortiront fortement blessées de cet épisode et ne s'en remettront jamais complètement.

Le 11 décembre 1911, Marie CURIE se rend à Stockholm pour recevoir seule cette fois son deuxième prix Nobel, celui de Chimie. C'est peut-être ce jour-là qu'Irène décidera d'embrasser la carrière scientifique. Elle était particulièrement douée pour les

¹ Voir l'article « Histoire d'une photographie ».

mathématiques et la physique qu'elle avait déjà abordées lors de son passage à la « coopérative d'enseignement ».

V. IRENE ET LA PREMIERE GUERRE MONDIALE

Irène a maintenant 17 ans, elle est en vacances en Bretagne avec sa sœur. Nous sommes en 1914, en pleine guerre. Sa mère s'est engagée à fond dans l'équipement de voitures radiologiques qu'elle suit sur le front des hostilités. Elle met sur pied le **service de Radiologie aux Armées** et s'en voit confier la responsabilité au sein de la Croix-Rouge. Irène se morfond à L'Arcouet, elle voudrait se montrer utile auprès de sa mère. Enfin, en octobre, elle peut la rejoindre. Marie l'enrôle comme assistante dans ses tournées radiologiques.



Fig. 91 - Irène radiographie les grands blessés sur le front

« Ma mère m'apprit à me servir des appareils, qui ne ressemblaient guère aux appareils perfectionnés d'aujourd'hui, et m'emmena comme manipulatrice dans plusieurs de ses expéditions, entre novembre 1914 et mars 1915. Ensuite, les besoins de personnel augmentant, je fus amenée à rester sans elle pour assurer le service pendant le temps nécessaire pour former des manipulateurs ou des radiographes. Ma mère ne doutait pas plus que moi qu'elle ne doutait d'elle-même et n'hésita pas à me laisser seule, âgée de 18 ans, avec la responsabilité du service de radiographie dans un hôpital anglo-belge, à quelques kilomètres du front, près d'Ypres, avec en plus la tâche peu aisée d'enseigner les méthodes de localisation de projectiles à un médecin militaire belge, ennemi des notions les plus élémentaires de géométrie. En octobre 1916, je partis seule avec les appareils pour installer un service de rayons X à l'hôpital militaire d'Amiens. »

A l'époque, les **dangers à long terme** des radiations nucléaires n'étaient pas connus. Aussi, les radiologues ne prenaient-ils **aucune précaution** et manipulaient leurs équipements **sans protection**. Conséquence, une **dégradation continue de leur état de santé**. Marie et Irène mourront toutes les deux d'une **leucémie myéloïde** due à leurs activités, la première, le **4 juillet 1934**, la seconde, le **17 mars 1956**.

VI. PREMIERS TRAVAUX

Parallèlement à ses occupations radiologiques, Irène suit les cours à la Faculté des sciences de Paris, en vue d'obtenir une licence. De 1914 à 1920, elle prépare et soutient ses **licences de physique** (obtenue à l'âge de 17 ans) et **de mathématiques**. Elle dirige également les travaux pratiques de l'école d'infirmières radiographes

organisé au laboratoire Curie par sa mère et puis ceux du stage des militaires américains en 1919.



Fig. 92 - Dès 1919, Irène assiste sa mère à l'Institut du Radium. Sur cette photo prise en 1921, les deux femmes utilisent un quartz piézoélectrique étiré par un poids.

Le premier poste qu'elle exercera à partir de 1919, sera celui de préparatrice de Marie à l'Institut du radium. Elle y sera nommée officiellement en 1922. C'est au début de 1921, qu'Irène entreprendra son premier travail réellement scientifique. A Cambridge, ASTON découvre que le chlore naturel est constitué de deux isotopes. Irène compare par une méthode chimique classique la proportion de ces deux isotopes à ceux du chlore provenant de sel contenu dans des minéraux très anciens, et à ceux du sel marin. La proportion s'avère identique dans tous les cas. Elle conçoit, en 1922, un électroscope à feuilles d'or pour la mesure de la radioactivité des engrais agricoles contenant de l'uranium ou du thorium.

Irène prépare sa thèse de doctorat qui porte sur l'étude des rayons α du polonium. Elle y étudie leurs parcours moyens, leur vitesse initiale et détermine la variation de l'ionisation et de la vitesse le long de leur parcours. Pour ce faire, elle utilise deux modèles de chambre de Wilson ou chambre à brouillard que je décrirai ci-après et fait construire un appareillage pour déterminer la courbe de Bragg de ces rayons, c'est-à-dire la courbe donnant le pouvoir d'ionisation en fonction du parcours (fig. 86). Elle défend, avec brio, sa thèse le 27 mars 1925. Entre-temps, elle avait été promue assistante de Marie CURIE. Depuis qu'elle a choisi la voie scientifique, les rapports entre les deux femmes ont changé. Elles se sont rapprochées et Irène est devenue plus que la simple fille ; elle est l'amie et la confidente intellectuelle de sa mère. La cécité progressive de Marie, atteinte d'une double cataracte, donne à Irène de plus en plus d'assurance, car elle doit assumer certaines responsabilités que sa mère abandonne.

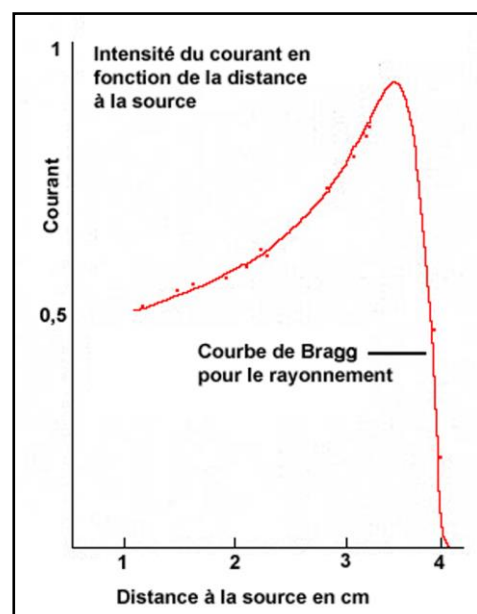


Fig. 93 – Courbe de Bragg

VII. LA RENCONTRE

Frédéric JOLIOT, le nouveau préparateur particulier de Madame Curie, assista à la défense de thèse d'Irène. A partir de ce moment, les deux jeunes gens seront amenés

à travailler ensemble. Dès **décembre 1924**, **Frédéric** s'était familiarisé avec la radioactivité et ses techniques expérimentales. **Irène** sera chargée de le piloter et de le mettre au courant des travaux en cours. De tempérament totalement opposé, ils étaient toutefois complémentaires. La jeune fille timide, sans coquetterie, réfléchie, réservée, calme se laissa charmer par ce jeune homme imaginatif, impulsif, beau parleur, de contact facile. Ils partagèrent leurs goûts pour le ski, la natation, le tennis et également leur passion pour la recherche. **Frédéric** dira plus tard :

« Je n'avais pas alors la moindre idée que nous pourrions un jour nous marier. Mais je l'observais. Ça a commencé par l'observation. Sous son aspect froid, oubliant parfois de dire bonjour, elle ne créait pas toujours autour d'elle, au labo, de la sympathie. En l'observant, j'ai découvert dans cette jeune fille, que les autres voyaient un peu comme un bloc brut, un être extraordinaire de sensibilité et de poésie, et qui, par de nombreux côtés, donnait comme un exemple vivant de ce qu'avait été son père. J'avais lu beaucoup de choses sur Pierre CURIE, j'avais entendu des professeurs qui l'avaient connu, et je retrouvais en sa fille cette même pureté, ce bon sens, cette tranquillité [...] ».

Et de poursuivre :

« Nous avons compris que nous pourrions difficilement nous passer l'un de l'autre. Nous avons des caractères différents, mais qui se complétaient. Les bonnes associations, pour le travail comme pour la vie, ne sont pas celles de caractères identiques, mais complémentaires. »

Le mariage sera célébré le **9 octobre 1926** et ils auront deux enfants, **Hélène**, née en **septembre 1927**, et **Pierre**, en **mars 1932**.

VIII. LES PREMIERS TRAVAUX DE JOLIOU

Frédéric ne fait pas partie du clan universitaire qui gravite autour des **CURIE**, bien qu'il y soit admis très rapidement. Il souhaite préparer une **thèse de doctorat**, mais pour cela il doit d'abord obtenir son deuxième baccalauréat et une licence à la Faculté des sciences. Ce sera chose faite **en 1926 et 1927**.

En 1927, il développe une nouvelle **méthode d'étude du dépôt électrolytique des radioéléments**, qui permet de suivre le phénomène en continu. C'est le point de départ de sa thèse de doctorat. Le dépôt par électrolyse du polonium, à partir d'une solution, sur une électrode très mince, est suivie grâce à son rayonnement α ; celui-ci traverse l'électrode et pénètre dans une chambre d'ionisation qui en mesure l'intensité. **Frédéric** soutient sa thèse sur « l'étude électrochimique des radioéléments » le **17 mars 1930**.

Durant ses premières années de laboratoire, Frédéric sera successivement préparateur et boursier de recherche de la Fondation Edmond de Rothschild. Ensuite, son doctorat en poche, il obtiendra un demi-poste d'assistant et une demi-bourse de la Caisse nationale des sciences. En 1927, il donnera le cours de mesures électriques dans l'Ecole d'électricité industrielle Charliat (école privée), afin d'arrondir ses fins de mois.

IX. TRAVAUX EN COMMUNS

C'est au printemps 1928 qu'Irène et Frédéric commenceront leur collaboration scientifique, en déterminant de façon précise le nombre d'ions produits par les rayons α du radium C' (polonium 214) dans l'air, ceci dans la continuité des travaux précédents d'Irène. Ils signeront leur publication « Irène CURIE et Frédéric JOLIOT ». Ensuite, en décembre 1929, ils s'attaquèrent à l'étude d'un rayonnement fortement absorbable, déjà observé en 1914 à Manchester, qui accompagne le rayonnement α du polonium. En choisissant judicieusement le support de leur source de polonium et les matériaux absorbants, le jeune couple montrera que ce rayonnement est constitué de protons résultant de la transmutation de l'azote de l'air. Ces expériences seront le prélude à leur grande découverte : la transmutation artificielle dont je parlerai dans le prochain chapitre.



Fig. 94 - Irène et Frédéric Joliot-Curie dans leur laboratoire de chimie à l'Institut du Radium en 1932

Parallèlement à cette collaboration naissante, ils poursuivent séparément un certain nombre de travaux. Frédéric fut initié par sa femme à l'utilisation de la chambre de Wilson. De plus, un jeune boursier Rockefeller, Dimitri SKOBELTZYN, qui séjournera à l'Institut du Radium de 1929 à 1931, est le premier à placer une chambre de Wilson dans un champ magnétique pour étudier le rayonnement cosmique, donnant ainsi à JOLIOT de précieuses indications sur les méthodes de mesure. En 1931, il conçoit un nouveau modèle de chambre lui permettant de travailler à 1/76 de la pression atmosphérique et de visualiser la trajectoire des noyaux résultant d'une désintégration radioactive.

X. LA CHAMBRE DE WILSON

A. Principe de la chambre de Wilson ou chambre à détente ou chambre à brouillard

Cet instrument merveilleux est dû au génie du physicien écossais **Charles, Thomson, Rees WILSON (1869-1959)** qui l'inventa en 1912. Cet appareil est idéal pour l'identification précise d'un phénomène nucléaire. Son principe est relativement simple. Il est constitué d'une enceinte fermée dans laquelle se trouve un gaz saturé de vapeur d'eau (fig. 95). Par une détente brusque que l'on peut considérer comme adiabatique, on provoque un refroidissement du gaz ; la quantité de vapeur présente devient trop grande, il y a sursaturation. Le système se trouve dans un état instable qui tend à se résoudre par formation d'un brouillard constitué d'une myriade de fines gouttelettes suffisamment fines pour rester en suspens.

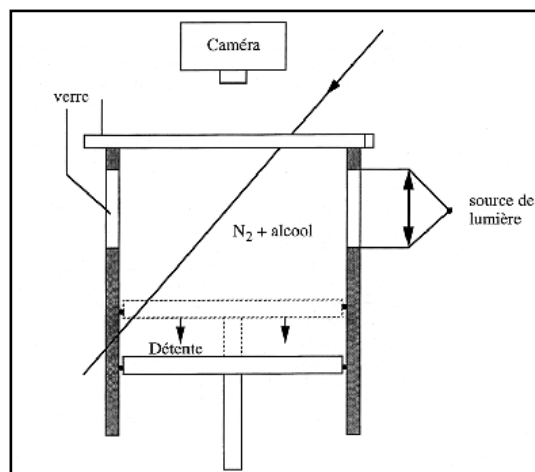


Fig. 95 – Principe de la chambre de Wilson

La condensation de celles-ci ne se fera qu'autour de centres, c'est-à-dire d'accidents microscopiques au sein de la masse, tels que poussières ou ions. Sans centre de condensation, la sursaturation persiste. Si à ce moment, les poussières ayant été soigneusement éliminées lors de la construction de l'engin, une particule α ou β traverse la chambre, elle arrache sur son passage des électrons aux atomes du gaz qui deviennent des ions, noyaux de condensation des gouttelettes sur le passage des particules ionisantes. Leur trajectoire devient ainsi visible. La chambre reste sensible environ 0,1 seconde après l'expansion. On illumine la chambre et on prend une photographie de son contenu. La chambre se trouve à l'intérieur d'un champ magnétique de l'ordre du Tesla (**Dimitri SKOBELETZYN**, voir plus haut). Un intervalle de quelques minutes a lieu entre deux détente successives, afin de laisser au système le temps de retrouver son équilibre thermodynamique.

Ce type de détecteur a permis entre autres, la **découverte du neutron (1932)**, mesure indirecte, le **positron (1933)** et les premières particules étranges du rayonnement cosmique. Le désavantage de ce détecteur est le fait que l'on ne peut pas obtenir le point d'interaction des particules.

B. Description du dispositif expérimental

La chambre de Wilson (fig. 96) est constituée d'un cylindre de faible hauteur et de grand rayon dont les parois latérales et le fond sont vitrés et dans lequel se trouve un gaz non condensable (air, argon) avec une vapeur en saturation (eau, alcool). La détente est généralement provoquée par le déplacement rapide d'un piston commandé par un puissant ressort, parfois par la mise en communication avec une enceinte sous vide.

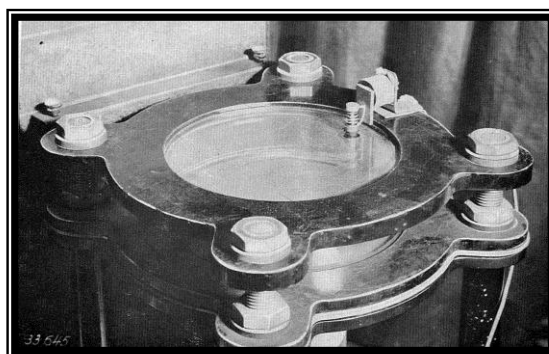


Fig. 96 - La chambre de Wilson ou chambre à détente, ou chambre à brouillard

La détente doit se produire en un temps très court de l'ordre de **0,1 à 0,01 seconde**, parfois même moins. D'une manière générale, il est souhaitable que le rapport volumétrique et la vitesse de détente puissent être réglés dans de larges limites. Il est impératif d'éviter les tourbillons dans la masse gaz/vapeur. Un soin particulier est apporté à la fabrication de la chambre : ni fissures, ni joints imparfaits. L'étanchéité du piston doit être parfaite, sinon le courant de fuite, au moment de la détente, fera irruption dans la chambre à grande vitesse perturbant les trajectoires (tracks).

La saturation initiale du gaz est obtenue, soit en imbibant de liquide (eau, alcool...) un feutre noir collé sur le piston, soit en disposant deux couches de gélatine saturées d'eau, l'une noircie à l'encre de chine sur le piston, l'autre transparente sur la paroi vitrée opposée. De toute façon, un des fonds sera noirci afin d'obtenir de bonnes photos.

Dans le cas de rayonnements intenses, il faut éliminer l'ionisation au fur et à mesure qu'elle se produit, sinon la vapeur se condensera partout rendant un fond uniformément blanc. On soumet la chambre à un champ électrique permanent produit par une tension de **100 à 200 V**, entre le fond noir et la paroi opposée. Ce champ sera supprimé au moment de la détente afin d'éviter le doublement des traces par séparation des ions positifs et négatifs.

L'éclairage doit être suffisant car, à la lumière naturelle, les trajectoires sont difficilement observables. Cet éclairage d'appoint subsistera le temps d'une observation (quelques dixièmes de secondes), sinon la chaleur provoquée provoquerait des tourbillons au sein de la masse.

C. Nature du liquide, nature et pression du gaz

L'influence du liquide saturant se marque surtout sur le rapport volumétrique de détente. La vapeur d'eau exige, avec les gaz biatomiques, un rapport au minimum égal à **1,25**. Afin d'éviter les tourbillons, il est souhaitable d'obtenir des rapports plus faibles. Un mélange alcool-eau permet de réduire celui-ci. Certains liquides judicieusement choisis permettent de descendre en-dessous de **1,1**.

La nature et la pression du gaz doivent être adaptées à la nature des corpuscules à détecter. Le choix d'un gaz de nombre atomique élevé comme l'argon ou le xénon augmentent l'ionisation, permettant la visualisation de rayonnements moins ionisants. L'augmentation de la pression joue dans le même sens. Pour détecter des rayonnements fortement ionisants, donc au parcours réduit, il est préférable de diminuer la pression.

D. Amélioration de F. JOLIOT

Nous avons vu que **Frédéric JOLIOT** avait apporté des améliorations aux chambres classiques en travaillant à une pression faible, permettant, comme je l'ai écrit dans le paragraphe précédent, d'allonger les trajectoires. Ce nouveau modèle de chambre lui permit d'étudier les noyaux de recul de la radioactivité α de l'action (un gaz, isotope du radon) et de son descendant immédiat l'actinium A. En effet, ces noyaux de recul reçoivent une impulsion lors d'une réaction et reculent, mais certains se désintègrent, à leur tour, si rapidement que l'on ne peut les observer dans une chambre de Wilson classique. Frédéric deviendra un spécialiste de la chambre à détente et elle lui sera d'une très grande utilité dans la suite des ses recherches.

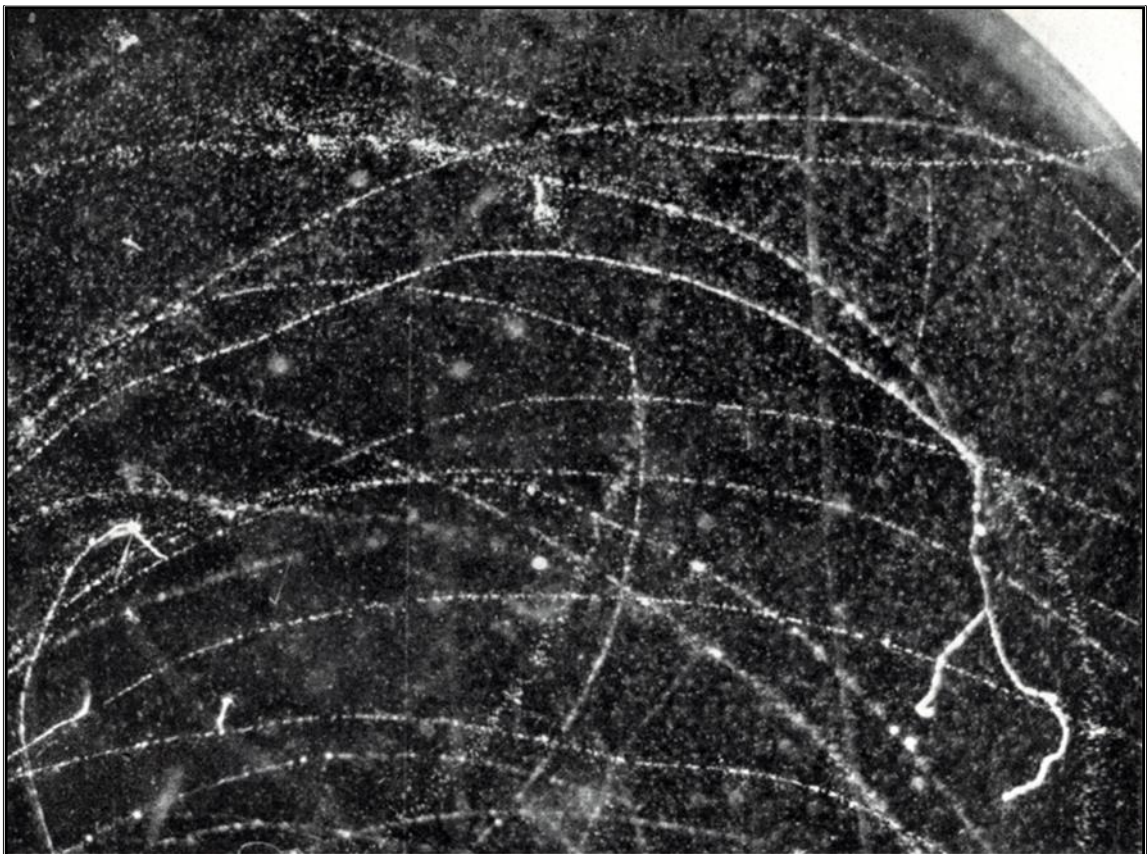


Fig. 97 – Diffusion d'un rayon β de 0,25 MeV dans le méthane sous 1,5 atm, avec un champ magnétique de 300 gauss. Au centre de l'image, le parcours d'un électron est brusquement dévié par un noyau. (Image tirée de « *Atlas of Typical Cloud Chamber Images* » de BOTHE, GENTHER & MAIER-LEIBNIZ

(A suivre : « *La transmutation artificielle* ».)