



Les femmes scientifiques sont à l'honneur au collège Jean Moulin !

publié le 08/01/2020

Douze posters retraçant la carrière et les travaux de ces femmes d'exception sont exposés dans les salles de physique-chimie, SVT et mathématiques du collège.

Prochainement une exposition aura lieu au collège pour permettre à tous les élèves et en particulier aux filles de découvrir que les sciences ne sont pas l'apanage des hommes. Alors qu'environ 50% des élèves de Terminale des classes scientifiques sont des filles, elles ne sont plus qu'environ 25% à poursuivre des études scientifiques dans les Universités.

Il nous semblait important de montrer par cette exposition que les femmes ont tout à fait leur place pour devenir ingénieures, biologistes, informaticiennes, chimistes, physiciennes et mathématiciennes,

MARGARET BURBIDGE (1919 - 2021)
L'origine de la matière

Du PhD au B'FH
Margaret Burbidge naît en 1919 en Angleterre. Elle commence à étudier l'astronomie en 1936 au University College de Londres et fut diplômée en 1939. Après avoir obtenu son PhD (diplôme de docteur) à University College en 1943, elle débute ses recherches de galaxies en couplant un spectrographe aux télescopes.

En 1953 elle commence à travailler en collaboration avec son mari Geoffrey Burbidge, Fred Hoyle et William Fowler, le B'FH (nommé d'après les initiales des noms des chercheurs). En 1957, le groupe B'FH publie un résultat célèbre dans l'article B'FH : tous les éléments sauf les plus légers sont produits par des réactions nucléaires au sein des étoiles. Dans ses recherches ultérieures, elle fut l'une des premières à mesurer les masses et les courbes de rotation des galaxies et parmi les pionniers dans l'étude des quasars (des galaxies très énergétiques).

Margaret Burbidge est une des personnalités les plus influentes dans la lutte pour faire cesser la discrimination des femmes en astronomie. En 1972 elle refuse le prix d'astronomie Annie J. Cannon de la société américaine d'astronomie car il était attribué seulement aux femmes : « il est grand temps que la discrimination en faveur, ou contre les femmes dans la vie professionnelle soit supprimée ».

En 1976, elle devient la **première femme présidente de la Société américaine d'astronomie**.

Les atomes : briques élémentaires de la matière
Toute matière est constituée d'atomes identiques ou différents assemblés entre eux.

Un atome est constitué d'un noyau qui est 100 000 fois plus petit que l'atome lui-même. Ce noyau est quant à lui constitué de deux types de particules appelées des nucléons (nucléus noyau) : les **protons** et les **neutrons**. Autour de ce noyau, en mouvement, on trouve le 3^{ème} type de particules subatomiques : les électrons.

Un **élément chimique** est l'ensemble des atomes dont le noyau compte un nombre donné de protons. Les atomes peuvent en revanche compter un nombre variable de neutrons dans leur noyau, ce qu'on appelle des isotopes.

Les éléments chimiques sont classés dans un tableau périodique par **ordre croissant du nombre de protons** présents dans leur noyau. L'hydrogène H est l'élément le plus simple avec un seul proton dans son noyau, puis vient l'hélium He avec deux protons, le lithium avec 3 protons, etc.

Mais comment et où se sont formés ces éléments chimiques ?

La nucléosynthèse stellaire
La nucléosynthèse stellaire est le terme utilisé en astrophysique pour désigner l'ensemble des réactions nucléaires qui se produisent à l'intérieur des étoiles ou pendant leur destruction explosive (supernova) et dont le résultat est la synthèse de la plupart des noyaux atomiques.

L'hydrogène H est le seul élément qui a été créé au moment du Big Bang.

C'est donc dans le cœur des étoiles que vont se succéder des phases de fusion nucléaire (assemblage de deux noyaux atomiques pour former un noyau plus lourd) et de contraction. Du fait de cette contraction rapprochant les protons et augmentant donc leurs collisions, la température augmente progressivement. Quand elle dépasse 10 millions de kelvins, ces fusions successives vont produire **tous les éléments** que l'on connaît, jusqu'au fer.

« Nous sommes des poussières d'étoiles »
Cette célèbre citation de l'astronome américain Carl Sagan a été mise en évidence par le programme astronomique Sloan Digital Sky Survey (SDSS) à partir de l'étude d'étoiles et de galaxies. L'homme est composé à 97 % d'éléments formés au cœur des étoiles.

Le cosmos est en nous. Nous sommes faits de poussières d'étoiles. Nous sommes une façon pour l'univers de se connaître lui-même.

MARIE CURIE

(1867 – 1934)

La radioactivité naturelle



Brillante scientifique et chercheuse infatigable

Marie Curie, née Maria Skłodowska en 1867 à Varsovie (Pologne) est une physicienne et chimiste polonaise, naturalisée française. En 1891, elle part pour Paris pour suivre des études de physique à la faculté des Sciences de Paris. En 1895, elle épouse le physicien français Pierre Curie avec qui elle aura deux filles : Irène (1897) et Eve (1904).

Dès 1896, le physicien français Henri Becquerel avait découvert la **radioactivité** de l'uranium. En 1897, Marie Curie commence ses travaux de thèse en collaboration avec Pierre Curie sur l'étude de ces rayonnements produits par l'uranium.

Le 18 juillet 1898, Marie Curie annonce la découverte d'un nouvel élément chimique, le **polonium**, quatre cents fois plus radioactif que l'uranium, nommé ainsi par l'Académie des sciences en référence à son pays d'origine. Le 26 décembre de la même année, elle annonce à nouveau la découverte d'un autre élément chimique radioactif, le **radium**, neuf cents fois plus rayonnant que l'uranium.

Le 10 décembre 1903, Marie Curie reçoit avec son mari Pierre Curie et Henri Becquerel, le **prix Nobel de physique** pour l'étude sur la radioactivité. Le 10 décembre 1911, elle reçoit le **prix Nobel de chimie** pour la découverte des deux nouveaux éléments chimiques : le polonium et le radium.

Son engagement patriotique pendant la première Guerre Mondiale s'est concrétisé par la conception de dix-huit unités chirurgicales mobiles, des « ambulances radiologiques » (les « petites Curies »). En 1995, elle entre au **Panthéon** avec son mari.



Pierre et Marie Curie dans leur laboratoire

La radioactivité naturelle

Dans la nature, la plupart des **noyaux** d'atomes sont stables, c'est-à-dire qu'ils restent indéfiniment identiques à eux-mêmes. Les autres sont **instables** car ils possèdent **trop de protons ou de neutrons** ou trop des deux. Pour revenir vers un état stable, ils sont obligés de se transformer. Ils expulsent alors de l'énergie (provenant de la modification du noyau) sous forme de rayonnements : c'est le **phénomène de radioactivité naturelle**.

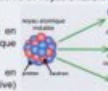
Lors de la désintégration d'un noyau atomique instable pour former un nouveau noyau atomique plus stable, deux sortes de rayonnement peuvent en résulter :

➤ Le **rayonnement α** (alpha) consiste en l'émission d'un noyau d'hélium :

➤ Le **rayonnement β** (bêta) est de deux types :

- **Rayonnement β^-** (bêta moins) consiste en l'émission d'un électron (charge électrique négative)

- **Rayonnement β^+** (bêta plus) consiste en l'émission d'un positon (charge électrique positive)



RAYON α

RAYON β^-

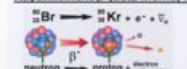
RAYON γ

Pendant l'émission des rayonnements α et β , il y a toujours l'apparition du **rayonnement γ** (gamma) émis lors de la désintégration du noyau atomique résultant d'une désintégration.

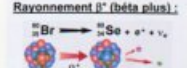
Rayonnement α (alpha) :



Rayonnement β^- (bêta moins) :



Rayonnement β^+ (bêta plus) :



Carte des nucléides

La **carte des nucléides** permet de décrire certaines propriétés des noyaux atomiques de manière graphique simple en les inscrivant sur un système d'axes : nombre de neutrons (Z) / nombre de protons (N).

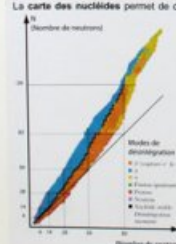
Chaque petit carré coloré sur la carte ci-contre représente le noyau d'un atome ayant Z protons et N neutrons.

Les noyaux atomiques (nucléides) stables sont représentés en noir sur la carte. Ces noyaux ne se désintègrent jamais. Ils forment sur la carte une courbe noire et que l'on appelle la **vallée de stabilité**.

D'autres noyaux atomiques ne sont pas stables et donnent, après une **émission radioactive**, naissance à un autre élément qui peut être lui-même sous la forme d'un noyau stable ou radioactif.

Les noyaux atomiques situés au-dessus de la vallée de stabilité donnent des émissions radioactives β^- ; par contre ceux situés en-dessous des émissions radioactives β^+ .

Les émissions radioactives α sont dues à la désintégration des noyaux lourds principalement : ceux qui ont un nombre important de nucléons.



M. Skłodowska Curie

MARTHE GAUTIER

(1925 - 20)

La trisomie 21



« La découvreuse oubliée »

Marthe Gautier est née en 1925 en France. Elle se découvre très tôt une vocation pour la **pédiatrie** (branche de la médecine étudiant le développement de l'enfant). En 1942, elle commence ses études de médecine à Paris. Elle réussit le concours de l'internat des Hôpitaux de Paris et passe quatre années en apprentissage clinique en pédiatrie.

En 1955, elle soutient sa thèse en cardiologie, avant d'aller travailler sur la **culture cellulaire** et les dernières avancées en cardiopédiatrie aux États-Unis. De retour à Paris en 1956, elle effectue alors des cultures cellulaires pour compter le nombre de chromosomes chez les trisomiques grâce à l'expérience acquise aux États-Unis. Elle constitue ainsi en France le premier laboratoire de culture cellulaire *in vitro*. C'est alors qu'elle fait sa plus grande découverte en 1958 lorsqu'elle observe un chromosome de plus dans les cellules d'un jeune garçon trisomique.

À Denver, en avril 1960, la maladie sera dénommée **trisomie 21**, et la mise en évidence de l'anomalie chromosomique attribuée à un autre chercheur. Marthe Gautier écrit : « J'ai le sentiment d'être la « découvreuse oubliée » ». Convaincue d'avoir été trahie, Marthe Gautier décide d'abandonner la trisomie 21 pour retourner vers les soins de l'enfant atteint de cardiopathie.

Le Comité d'éthique de l'INSERM (Institut national de la santé et de la recherche médicale) a émis un avis en juillet 2014 rappelant le rôle décisif de Marthe Gautier dans sa découverte.



Les chromosomes : les porteurs de l'information génétique

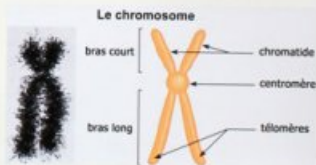
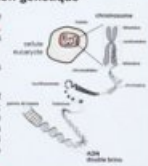
Un **chromosome** est un élément microscopique constitué de **molécules d'ADN** et de protéines (des histones). Il porte les **gènes**, supports de l'information génétique, transmis des cellules mères aux cellules filles lors des divisions cellulaires (mitose et méiose).

Dans les **cellules eucaryotes** (portant un noyau : cellules animales ou végétales), les chromosomes se trouvent dans le noyau.

Entre deux divisions cellulaires, les molécules d'ADN constituent les différents chromosomes d'une cellule ne sont pas visibles : l'ADN forme un ensemble non structuré, décondensé appelé **chromatine**. L'ADN se condense progressivement au cours de la division cellulaire pour prendre lors de la métaphase (une des 4 phases de la mitose) une apparence caractéristique en forme de bâtonnet, de X ou de Y.

L'ensemble des chromosomes est représenté sur un **caryotype**, ou carte de chromosomes lors de la métaphase, où les chromosomes sont habituellement présentés par paires (**diploïdie** : 2N chromosomes), en parallèle avec leur homologue. Le caryotype représente les chromosomes sous leur forme condensée (les **chromatides**).

Chaque **cellule humaine** possède 22 paires de chromosomes homologues, numérotés de 1 à 22, et une paire de chromosomes sexuels (qui déterminent le sexe), soit un total de **23 paires** (2N = 46 chromosomes).



(Caryotype de la trisomie 21 ou syndrome de Down)

La trisomie 21

La trisomie 21 (ou syndrome de Down), est une anomalie chromosomique congénitale provoquée par la présence d'un chromosome supplémentaire pour la 21^e paire : il y a trois chromosomes 21 au lieu de deux, soit un caryotype à 47 chromosomes.

C'est le 26 janvier 1959, avec la publication, signée par les médecins français Marthe Gautier, Jérôme Leguère et Raymond Turpin, d'un article auprès de l'Académie des sciences et présentant trois cas d'enfants atteints de trisomie que la **première anomalie chromosomique** est décrite chez l'homme, et c'est la première maladie pour laquelle est mise en évidence la relation entre le génotype et le phénotype.



MARYAM MIRZAKHANI

(1977 – 2017)

Une mathématicienne d'exception



Des tables de billard et une médaille

Maryam Mirzakhani, née en 1977 à Téhéran (Iran), est une mathématicienne iranienne. Elle intègre à Téhéran un lycée pour jeunes filles surdouées.

Elle passe sa thèse de doctorat en 2004 à l'Université Harvard à Cambridge (près de Boston aux USA). Elle devient maître de conférences à l'Université de Princeton (New Jersey – USA) puis nommée, en septembre 2008 (à 31 ans), professeure de mathématiques à Stanford en Californie.

En 2010, avec un collègue, la **mathématicienne d'exception** décide de s'attaquer à l'un des plus grands problèmes de sa discipline : le « problème du billard ». Ce classique traite de la gamme des comportements d'une boule de billard qui rebondit à l'intérieur d'une table de billard imaginaire de forme polygonale. Les mathématiciens et physiciens ont observé qu'il y a plus d'un siècle que ce comportement est beaucoup plus difficile à comprendre et à anticiper qu'il n'y paraît.

En 2014, elle **reçoit la médaille Fields** pour ses contributions exceptionnelles à la dynamique et la géométrie des surfaces de Riemann et de leurs espaces de modules. Elle est la **première femme**, et la première personne de nationalité iranienne, à la recevoir.

Elle meurt en 2017, à 40 ans, des suites d'un cancer. Elle fut sans aucun doute parmi les mathématiciens les plus prometteurs de sa génération. Sa trajectoire s'est arrêtée beaucoup trop vite, mais elle laisse derrière elle un legs scientifique considérable.



Des griffonnages pour progresser

Le mari de Maryam Mirzakhani déclarait : "Elle a ces grandes feuilles de papier sur le sol et passe des heures et des heures à dessiner ce qui me semble être la même image encore et encore." Lui et sa fille de trois ans considéraient ses griffonnages comme des « peintures ».



« Je suis une penseuse lente et je dois passer beaucoup de temps avant de pouvoir nettoyer mes idées et progresser », déclarait-elle, ajoutant :

« La beauté des mathématiques ne se révèle qu'à ceux adeptes les plus patients. »

Le théorème de la baguette magique d'Eskin-Mirzakhani

Problème : Dans une salle tapissée de miroirs, balayée par un rayon laser, peut-il y avoir des endroits sombres ?



Ceci dépend bien sûr de la forme de la chambre. Le théorème dit "de la baguette magique" de Alex Eskin et Maryam Mirzakhani permet en particulier de répondre à ce problème d'illumination, pour une large classe de formes.

Théorème "de la baguette magique" (« magic wand theorem ») de Eskin-Mirzakhani, (2015) : Pour chaque surface de translation, l'adhérence de l'orbite par l'action de $GL(2, \mathbb{R})$ est une sous-variété linéaire de l'espace de module. Comprenez qui pourra !

La médaille Fields

La médaille Fields (avec le Prix Abel) est une des deux plus prestigieuses récompenses en mathématiques. Elle est considérée comme **équivalente à un prix Nobel** existant pour cette discipline.

John Charles Fields, mathématicien canadien, propose la création de cette médaille en 1923 lors d'une réunion internationale à Toronto. À sa mort, en 1932, il lègue ses biens à la science afin de contribuer au financement de la médaille.

Elle est attribuée tous les quatre ans depuis 1936 au cours du congrès international des mathématiciens à quatre mathématiciens au plus, tous de moins de 40 ans. Les lauréats reçoivent chacun une médaille et 15 000 dollars canadiens.

Sur le verso de la médaille Fields figure l'effigie d'Archimède, entouré d'une citation en latin du poète antique Marcus Manilius :

« Transire summum pectus mundique petri », soit « S'élever au-dessus de soi-même et conquérir le monde ».



Deux mathématiciennes récompensées en plus de 80 ans

La médaille Fields (depuis 1936) et le Prix Abel (depuis 2003) ont déjà récompensé 80 mathématiciennes.

Médaille Fields
40 lauréats

Prix Abel
20 lauréats

1 lauréate en 2014
Maryam Mirzakhani
(Iran)

1 lauréate en 2019
Karen Uhlenbeck
(USA)

Les mathématiciennes ne représentent que 2,5 % de l'ensemble des lauréats !

MARYNA VIAZOVSKA

(1984 -)

Les empilements compacts



Une jeune mathématicienne qui résout un vieux problème

Maryna Sergiyevna Viazovska, née en 1984, est une mathématicienne ukrainienne connue pour avoir résolu en 2016 le problème d'empilement compact d'hypercylindres en dimension 8 puis 24 (premier environnement physique est en dimension 3).

Étudiante en mathématiques dans une université de Kiev en Ukraine jusqu'en 2010, elle passe son doctorat à l'université de Bonn (Allemagne) en 2013 sur la théorie analytique des nombres.



Depuis janvier 2016, Maryna Viazovska est professeure de mathématiques à l'École polytechnique fédérale de Lausanne (Suisse).

En 2018, elle obtient le *Breakthrough Prize in Mathematics*, prix créé en 2013 par Mark Zuckerberg, fondateur de Facebook, et qui récompense des avancées majeures en mathématiques.

En 2019, elle reçoit le *priz Ruth-Lytle-Selzer* qui est décerné tous les deux ans par l'American Mathematical Society à une femme, pour des travaux remarquables en mathématiques récentes durant les six années écoulées, et en particulier pour Maryna Viazovska « pour son travail novateur en géométrie discrète et sa solution spectaculaire du problème de l'empilement compact de sphères en dimension 8 ».

L'empilement compact

L'empilement compact est la manière d'agencer des sphères dans l'espace afin d'avoir la **plus grande densité** de sphères, sans que celles-ci se recouvrent.

C'est un problème que l'on se pose en général en géométrie euclidienne dans l'espace à trois dimensions, mais on peut aussi le généraliser au plan euclidien (des « sphères » étant alors des cercles), dans un espace euclidien à n dimensions ($n \geq 3$), avec des hypercylindres, ou dans un espace non euclidien (par exemple : la géométrie hyperbolique).

La **densité** Δ_n (ou **taux de remplissage**) d'un volume donné, avec des sphères dures, est le rapport du volume total des sphères V_s à celui du volume V_c qui les contient :

$$\Delta_n = \frac{V_s}{V_c}$$



L'empilement compact de cercles dans un plan

Dans un plan ($n = 2$), l'empilement de cercles de même rayon r peut prendre deux dispositions :

- l'empilement carré
- l'empilement hexagonal



Lequel de ces deux empilements est le plus compact ?

Pour l'empilement carré :

Surface des cercles de rayon r dans le carré rouge : $S_c = 4 \times \frac{\pi r^2}{4} = \pi r^2$

Surface du carré de côté $a = 2 \times r$: $S_c = a^2 = 4r^2$

Compacité de l'empilement carré : $\Delta_2 = \frac{S_c}{S_c} = \frac{\pi}{4} \approx 0,78540$

Pour l'empilement hexagonal :

Surface des cercles de rayon r dans l'hexagone rouge : $S_h = 6 \times \frac{\pi r^2}{6} = \pi r^2 = 3\pi r^2$

Surface de l'hexagone de côté $a = 2 \times r$: $S_h = \frac{\sqrt{3}}{2} a^2 = 6\sqrt{3}r^2$

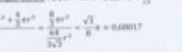
Compacité de l'empilement hexagonal : $\Delta_2 = \frac{S_h}{S_h} = \frac{\pi}{2\sqrt{3}} \approx \frac{\pi}{3,464} \approx 0,90690$

Dans un plan, l'empilement hexagonal est le plus compact, c'est-à-dire celui laissant le moins de vide entre les cercles.

L'empilement compact de sphères dans un cube

Dans un cube ($n = 3$) de côté a , les sphères de rayon r peuvent être placées selon 3 systèmes :

- système cubique simple (SC)
- système cubique centré (CC)
- système cubique à faces centrées (CFC)



Lequel de ces deux derniers empilements est le plus compact ?

• Pour le système cubique centré : $a\sqrt{3} = 4 \times r$ d'où : $a = \frac{4r}{\sqrt{3}}$

$$\Delta_3 = \frac{V_s}{V_c} = \frac{2 \times \frac{4}{3} \pi r^3}{\left(\frac{4r}{\sqrt{3}}\right)^3} = \frac{\frac{8}{3} \pi r^3}{\frac{64}{3\sqrt{3}} r^3} = \frac{\pi \sqrt{3}}{8} \approx 0,68017$$

• Pour le système cubique à faces centrées : $a\sqrt{2} = 4 \times r$ d'où : $a = \frac{4r}{\sqrt{2}}$

$$\Delta_3 = \frac{V_s}{V_c} = \frac{(4 \times \frac{4}{3} \pi r^3 + 4 \times \frac{4}{3} \pi r^3)}{\left(\frac{4r}{\sqrt{2}}\right)^3} = \frac{\frac{32}{3} \pi r^3}{\frac{64}{2\sqrt{2}} r^3} = \frac{\pi \sqrt{2}}{6} \approx 0,74048$$

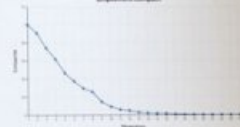
Dans un cube, l'empilement le plus compact est celui du système cubique à faces centrées.

L'empilement compact pour les dimensions $n > 3$

Maryna Viazovska est reconnue pour avoir résolu en 2016 le problème d'empilement compact en dimension 8 ($n = 8$) puis en collaboration avec d'autres mathématiciens, elle a par la suite résolu le problème en dimension 24 ($n = 24$).

Dimension	2	3	4	5	6	7	8	24
Compacité	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi \sqrt{3}}{6}$	$\frac{\pi \sqrt{2}}{6}$	$\frac{\pi \sqrt{10}}{32}$	$\frac{\pi \sqrt{5}}{16}$	$\frac{\pi \sqrt{70}}{128}$	$\frac{\pi \sqrt{2}}{6}$	$\frac{\pi \sqrt{2}}{6}$

Empilement compact



ROSALIND FRANKLIN

(1920 – 1958)

La structure de l'ADN



Une découverte historique

Rosalind Franklin est née en 1920 dans une famille juive britannique. Après l'obtention d'un doctorat en physique-chimie à Cambridge (Angleterre) en 1945, elle poursuit ses recherches à Paris de 1947 à 1950 au Laboratoire central des services chimiques de l'État, où elle utilise les techniques de diffractométrie de rayons X.

De retour à Londres en 1951, elle obtient une bourse pour étudier des fibres d'ADN par **diffraction des rayons X**. Les clichés d'ADN obtenus par diffraction des rayons X de Rosalind Franklin, notamment en 1952 le cliché 51, ont été déterminants dans la découverte de la **structure à double hélice de l'ADN** par James Watson et Francis Crick en 1953.

Rosalind Franklin meurt prématurément en 1958 d'un cancer de l'ovaire, probablement lié à sa surexposition aux radiations X lors de ses recherches.

James Watson, Francis Crick et Maurice Wilkins obtiennent le prix Nobel de médecine en 1962 pour la découverte de la structure de l'ADN sans jamais citer ni reconnaître le rôle de Rosalind Franklin.



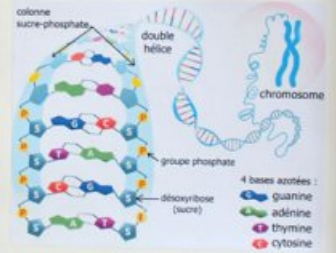
Rosalind Franklin au microscope en 1953

La molécule d'ADN

La molécule d'ADN (acide désoxyribonucléique) est une macromolécule biologique. C'est un polymère naturel constitué à partir de monomères appelés des **nucleotides**. Un nucleotide est constitué d'un groupement phosphate, d'un sucre (le désoxyribose) et d'une base azotée parmi les 4 suivantes : adénine (A), cytosine (C), guanine (G) et thymine (T).

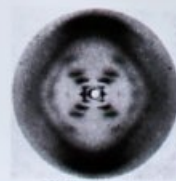
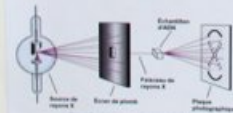
Les molécules d'ADN des cellules vivantes sont formées de deux brins enroulés l'un autour de l'autre pour former une **double hélice**. Une base azotée d'un brin de la molécule se lie alors à une autre base azotée de l'autre brin de la molécule d'ADN par l'intermédiaire de liaisons hydrogènes. Ces paires de bases azotées sont toujours assemblées de la façon suivante : une adénine (A) avec une thymine (T) et une cytosine (C) avec une guanine (G).

Rosalind Franklin fut la première à envisager cette **structure en double hélice** à partir de l'analyse d'un diagramme de diffraction aux rayons X (le cliché n°51) d'une molécule d'ADN comme le montre l'extrait de son carnet de laboratoire ci-contre : « **HELIX** » (hélice en anglais).



Le cliché historique n° 51

Le **cliché 51** est le nom donné à une image obtenue par diffraction aux rayons X prise en mai 1952 au King's College de Londres par le scientifique britannique Raymond Gosling alors qu'il travaillait sous la direction de Rosalind Franklin. Il s'agit du 51^{er} cliché de diffraction obtenu par Franklin et Gosling. Il apporte un élément déterminant pour la détermination de la structure en double hélice de l'ADN.



STEPHANIE KWOLEK

(1923 – 2014)

Le Kevlar®



Une passion pour la chimie ... et la mode

Stephanie Kwolek, née en 1923 aux États-Unis, est une chimiste américaine. Elle attribue son intérêt pour les sciences à son père et celui pour la mode à sa mère. En 1946, **diplômée en chimie**, elle est embauchée par la société américaine DuPont qui lui aura auparavant **inventé** une fibre synthétique devenue très célèbre, le nylon.

En 1964, anticipant une pénurie d'essence, la société DuPont décide alors de mettre au point une fibre légère, mais solide, pour être utilisée dans les pneus : des pneumatiques plus légers et plus rigides permettraient aux automobilistes de consommer moins de carburant.

En 1965, Stephanie Kwolek découvre alors une nouvelle fibre synthétique, le **Kevlar**, qui non seulement est plus solide que le nylon, mais qui est aussi, à masse égale, cinq fois plus solide que l'acier.

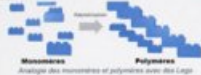
En 1971, le Kevlar est développé et commercialisé.

En 1995, elle reçoit la **médaille Lavoisier** qui est décernée « à une personne physique ou à une institution pour distinguer des travaux ou des actions mettant la chimie en honneur ». Elle est à ce jour **la seule femme à avoir reçu cette distinction**.

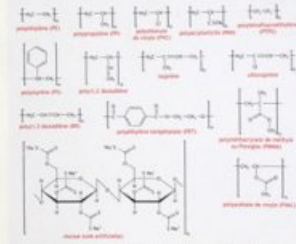
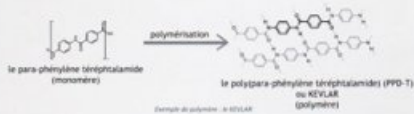


Les polymères

Un **polymère** est une macromolécule (molécule constituée de plusieurs milliers d'atomes) qui est un assemblage linéaire ou non, de sous-unités identiques appelées des **monomères** qui se répètent un très grand nombre de fois.



Analogie des monomères et polymères avec des Lego



Quelques formules chimiques de monomères amenés à la fabrication de fibres synthétiques

Les fibres synthétiques

Dans le textile, la **fibre synthétique** est une fibre (ou un fil) produite par synthèse de composés chimiques. Ces derniers viennent presque exclusivement d'hydrocarbures (dérivés pétroliers) ou plus récemment d'amidon.

Pour fabriquer des fils synthétiques, on utilise des **polymères**. Ces chaînes de molécules sont fondues, pour ensuite être transformées en fil.

En 1855, la soie synthétique, une des premières fibres synthétiques, est créée à partir du nitrate de cellulose. La première fibre plastique commercialisée en 1938 est le nylon.

Depuis de nombreux tissus synthétiques sont apparus :

- les fibres acryliques,
- l'aramide (dont le **Kevlar**),
- les polyoléfines (comme le polyéthylène, le polypropylène, ...)
- le polyester.



Propriétés et utilisations du Kevlar

Le Kevlar est une fibre synthétique présentant d'**exceptionnelles qualités de résistance à la traction et à l'élongation**. Parmi l'ensemble des matériaux connus, seuls la toile d'araignée (qui est trois fois plus résistante) et les nanotubes surpassent ce polymère.

Il a pour autres qualités sa **faible densité**, sa capacité d'**absorption des vibrations** et son **excellente résistance aux chocs**. Sa rigidité est supérieure à celle de l'acier.

Ce polymère est utilisé dans de nombreux domaines pour sa **tolérance élevée aux chocs et à l'usure** :

- Industrie aéronautique et astronautique
- Automobile de compétition, pneumatique
- Industrie textile : renfort de vêtements, gilet pare-balles, voiles de bateau
- Matériel sportif : snowboard, ski, escrime, raquettes ou cordage.



VERA RUBIN

(1928 – 2016)

La matière noire



De la matière grise pour découvrir la matière noire

Vera Rubin naît en 1928 à Philadelphie aux États-Unis. « Je me suis intéressée à l'astronomie quand j'avais environ 12 ans, simplement en regardant le ciel. Les étoiles me subjuguèrent ». À 17 ans, elle obtient une bourse pour étudier au Vassar College, une université féminine réputée pour sa filière astronomique. De 1951 à 1954, Vera Rubin prépare et obtient son doctorat à l'université de Georgetown à Washington.

En 1970, avec l'astronome américain Kent Ford, elle fait les premières observations de la rotation de la galaxie d'Andromède en étudiant la vitesse de ses étoiles situées en périphérie de la galaxie et redécouvre l'existence de la matière noire.

En 1981, Vera Rubin est élue membre de l'Académie nationale des sciences américaine. Elle est seulement la deuxième femme astronome élue à l'Académie, après Margaret Burbidge.

En 1996, elle reçoit la médaille d'or de la Royal Astronomical Society britannique pour sa « distinction scientifique » et pour « sa détermination et son courage à promouvoir le rôle des femmes en astronomie ».



En 1970, à 42 ans, Vera Rubin regarde deux astronomes du Vassar College en 1954.

Tout bouge dans l'Univers : planètes, étoiles, galaxies

Tous les astres dans l'Univers sont en mouvement et se déplacent en fonction de la gravité : dès lors qu'un objet a une masse, il influence le mouvement des autres objets. Les règles qui expliquent la mécanique des astres sont énoncées dans la loi de la gravitation universelle établie par Newton au XVIII^{ème} siècle.

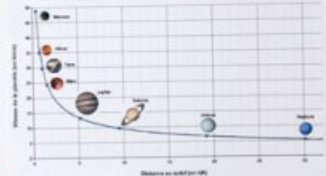
$$F = F_{g,12} = F_{g,21} = G \frac{M_1 M_2}{r^2}$$

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ (N} \cdot \text{m}^2 \text{ kg}^{-2} \text{ ou m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2} \text{)}$$

Par exemple, selon cette loi, la vitesse des planètes dépend de la masse de l'astre autour duquel elles tournent et de son éloignement à cet astre attracteur (par exemple le Soleil dans le système solaire) : plus une planète est loin de l'astre attracteur et plus sa vitesse sur son orbite est faible.

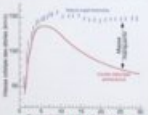
En 1933, l'astrophysicien américain-suisse Fritz Zwicky constate que certaines étoiles et galaxies se déplacent trop rapidement et ont donc un comportement qui n'est pas en accord avec la loi de la gravitation universelle. Il est le premier à suggérer la présence d'une **matière invisible entre les galaxies** pour expliquer ce phénomène, mais il ne convaincra guère ses confrères de l'importance de sa découverte, qui sera oubliée pendant près de quarante ans.

Vitesse des planètes du système solaire en fonction de leur distance au Soleil



Une matière mystérieuse

Vers les années 1970, Vera Rubin constate que les étoiles à la périphérie des galaxies vont beaucoup plus vite que ne le prévoient les lois de Newton. La vitesse de rotation des galaxies reste constante à grande distance du centre galactique au lieu de décroître.



Pour expliquer ce phénomène Vera Rubin propose l'existence d'une matière autour des galaxies. Matière que Zwicky avait déjà appelée « **dark Matter** » : **matière sombre ou noire**. Cette matière hypothétique est invisible par le fait qu'elle n'émet ou ne reflète aucune lumière.

La matière noire représenterait plus de 80 % de la matière contenue dans l'univers mais à ce jour aucune matière noire n'a été détectée.

Particules WIMPs et théorie MOND

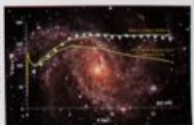
Des particules pour expliquer la matière noire :

Les **WIMPs** sont des particules subatomiques (plus petites que l'atome) neutres (sans charge électrique), particulièrement massives (entre 100 et 1000 fois plus lourdes qu'un proton) et interagissant faiblement avec la matière. Leur existence est supposée par les chercheurs. Wimp, qui signifie en anglais « mauvaise », est l'acronyme de Weakly Interacting Massive Particle. Les wimps sont un des candidats pour expliquer la nature de la matière noire, un des piliers du modèle cosmologique standard.

En raison de leur interaction très faible avec la matière, la détection des WIMPs s'avère être difficile. De même que les neutrinos, les WIMPs peuvent traverser la matière constituant le soleil ou la terre sans aucun effet. A ce jour, les recherches de détection des WIMPs n'ont rien donné pour le moment.

Une nouvelle théorie pour expliquer les vitesses :

La **théorie de la dynamique newtonienne modifiée**, en anglais **Modified Newtonian dynamics** et usuellement abrégée en théorie **MOND**, est une théorie physique adaptée de la mécanique classique, proposée pour expliquer le problème de la courbe de rotation plate des galaxies spirales. Elle constitue une alternative au concept de matière noire, dont l'existence n'a toujours pas pu être mise en évidence.



CECILIA PAYNE

(1900 – 1979)

Les atmosphères des étoiles



Une scientifique brillante qui a su s'imposer avec le temps

Cecilia Payne naît en 1900 en Angleterre. Elle décroche une bourse d'étude en sciences naturelles qui lui permet d'étudier la science à l'université de Cambridge en 1919.

Suite à une conférence du célèbre astronome Sir Arthur Eddington, elle se passionne alors pour l'astronomie. Elle pose tellement de questions particulièrement pertinentes que le personnel de l'université la surnomme « la professeur ». Sir Arthur Eddington soutient l'ambition de la jeune femme et lui autorise l'accès à l'observatoire de l'université, ce qui lui ouvrira de nombreuses portes.

Cependant, elle comprend que les opportunités pour les femmes dans les sciences en Angleterre sont extrêmement limitées, et elle décide de partir aux États-Unis. Elle entre en contact avec Harlow Shapley, le directeur de l'observatoire de l'université de Harvard, et obtient une bourse d'étude en 1923 pour y réaliser sa thèse sur la composition des atmosphères stellaires. Elle obtient brillamment son doctorat en 1925, mais à l'université de Radcliffe, Harvard n'accordant pas de doctorat aux femmes.

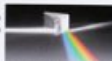


Cecilia Payne à l'observatoire de Harvard (1925)

En 1936, elle devient la première femme nommée professeur à temps plein de l'université de Harvard. Elle est plus tard nommée responsable de la chaire d'astronomie, devenant ainsi la première femme chef de département à Harvard.

La spectroscopie

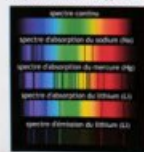
Dans un spectroscopie, la lumière est décomposée comme le fait un prisme en verre ou un arc en ciel. La lumière décomposée obtenue est appelée un spectre.



Réaliser et faire des spectres, c'est faire de la spectroscopie.

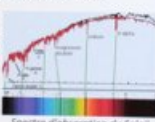
Quand la lumière traverse un gaz, on obtient un spectre avec des raies noires qui correspondent à la lumière absorbée par les éléments chimiques présents dans ce gaz.

Le spectre obtenu est appelé un spectre d'absorption.

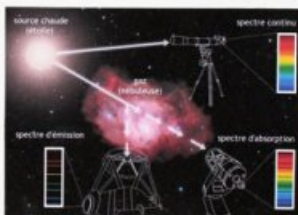


Cecilia PAYNE a étudié la composition de l'atmosphère des étoiles grâce à l'étude des spectres d'absorption des étoiles.

Il est donc possible, même à distance, de connaître la nature d'un gaz présent sur une étoile en étudiant la lumière qui le traverse.



Spectre d'absorption du Soleil



L'hydrogène : l'élément le plus abondant de l'Univers

Cecilia PAYNE met en évidence, en 1925, pour la première fois, que les étoiles contiennent beaucoup plus d'hydrogène H et d'hélium He que d'éléments plus lourds comme le carbone ou le fer. L'hydrogène est donc l'élément le plus abondant dans l'Univers. Malheureusement, Cecilia Payne est en avance sur son temps : la communauté astronomique spéculait encore que la composition des étoiles doit être très similaire à celle de la Terre. Henry Norris Russell, l'un des autorités de l'astrophysique de l'époque, va la convaincre de présenter son résultat comme une simple hypothèse.

	Hydrogène	Hélium	Carbone	Oxygène	Azote	Argent	Chlorure	Soufre	Calcium	Strontium	Baryum	Plomb	Or	Argent	Chlorure	Soufre	Calcium	Strontium	Baryum	Plomb	Or
1	75	24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	75	24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	75	24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	75	24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	75	24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	75	24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	75	24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	75	24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	75	24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	75	24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tab. 1000 extraite de la thèse de Cecilia Payne en 1925 montrant que l'hydrogène H et l'hélium He sont les deux éléments les plus abondants des étoiles.

Russell va continuer à étudier de façon plus détaillée les raies d'absorption stellaires et parvient cependant à la même conclusion en 1929 : l'hydrogène est le composant principal de l'atmosphère des étoiles. L'astronome danois Bengt Strömberg montra en 1932 qu'il en est de même pour l'intérieur des étoiles. L'hydrogène est donc l'élément le plus commun dans l'Univers.

Cecilia Payne Gaposchkin

HENRIETTA LEAVITT (1868 – 1921)

Les distances dans l'Univers



De la « calculatrice de Harvard » à la découvreuse

Henrietta Swan Leavitt naît en 1868 en États-Unis dans le Massachusetts. Elle obtient son baccalauréat en 1892 au Radcliff College à l'époque connu sous le nom de Society for the College Instruction for Women. Elle intègre ensuite un large cursus universitaire incluant le grec classique, les beaux-arts, la philosophie, la géométrie analytique et les mathématiques. Ce n'est pas avant sa quinzième année à l'université que Leavitt commença à étudier l'astronomie.

C'est en 1895 à l'Observatoire de l'université Harvard que Leavitt commence à travailler en tant qu'une des femmes « calculatrices », embauchée par Edward Charles Pickering, pour mesurer et cataloguer la luminosité des étoiles en fonction de leur apparence dans la collection de plaques photographiques de l'observatoire. (Au début des années 1900, les femmes n'étaient pas autorisées à se servir de télescopes.)

Pickering assigna Leavitt à l'étude des étoiles variables (les céphéides), dont la luminosité varie avec le temps. La relation période-luminosité des céphéides a permis aux scientifiques de calculer les distances entre des galaxies très éloignées.

La découverte de Leavitt a changé pour toujours l'image de notre univers, car c'est grâce à cette découverte qu'on a eu l'idée que le Soleil pouvait être éloigné du centre de notre galaxie.



La « calculatrice de Harvard » Henrietta Leavitt devant son bureau à l'Observatoire de l'université Harvard.

Les Céphéides

Une céphéide est une **étoile géante variable** qui pulse selon un rythme très régulier. La première étoile de ce type à avoir été découverte est Delta Cephei, dans la constellation de Céphée, qui a donné son nom à toutes les variables similaires. C'est l'astronome amateur J. Goodricke qui en a découvert la variabilité en 1784.

Contrairement à bon nombre d'étoiles variables dont la **fluctuation lumineuse** est produite par le balai d'une étoile autour d'une autre, la pulsation des céphéides est le résultat d'un mouvement régulier de dilatation (provoqué par la pression du gaz) et de contraction liée à la gravité. Ces changements de taille s'accompagnent de variations de température, donc de luminosité.



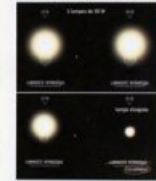
Observation par un télescope d'une céphéide.

Lumière intrinsèque et flux apparent

En astronomie, la **magnitude absolue** indique la luminosité intrinsèque d'un objet céleste, au contraire de la **magnitude apparente** (ou flux apparent) qui dépend de la distance à l'astre.

La **relation période-luminosité** d'une céphéide a été découverte en 1908 par Henrietta LEAVITT en étudiant des milliers de céphéides dans les Nuages de Magellan. Cette équation établit un lien entre la variation périodique de la luminosité (sa magnitude apparente) d'une céphéide et sa magnitude absolue. La luminosité intrinsèque des céphéides classiques croît avec la période : plus la période est longue, plus l'étoile est lumineuse.

Dès lors que la relation entre la période et la luminosité des céphéides est correctement calibrée, il devient possible de l'utiliser pour mesurer la distance de toutes les céphéides classiques identifiées et de leur éloignement par rapport à la Terre.



L'héritage de Henrietta Leavitt : une nouvelle vision de l'Univers

Des nébuleuses qui deviennent des galaxies.

Des céphéides furent rapidement détectées dans d'autres galaxies, telles qu'Andromède (découvertes notamment par Edwin Hubble dans les années 1920), et les céphéides devinrent rapidement une des preuves les plus importantes de l'existence que les « nébuleuses spirales » étaient en réalité des galaxies indépendantes très éloignées de notre Voie Lactée. Ainsi, la découverte de Leavitt a changé pour toujours l'image de notre univers, car c'est grâce à cette découverte qu'on a eu l'idée que le Soleil pouvait être éloigné du centre de notre galaxie.



La galaxie d'Andromède, la plus proche de notre Voie Lactée.

Un Univers en expansion.

Les révisions de l'astronome américain Edwin Hubble, qui prouva l'expansion de l'univers, ont également été rendues possibles par les recherches révolutionnaires de Leavitt. « Si Henrietta Leavitt avait fourni la clé pour déterminer la taille du cosmos, alors ce fut Edwin Hubble qui l'a martelée dans la serrure et a fourni les observations qui ont permis de la tourner. »

Bien qu'elle fut payée seulement 10,50 \$ par semaine, la découverte d'Henrietta LEAVITT permettant le calcul précis des distances à une échelle intergalactique a ouvert la voie vers la compréhension de la structure et de l'échelle de l'univers, base de l'astronomie moderne.



JOCELYN BELL

(1943 – 20)

Les pulsars



La confiscation d'une découverte

Susan Jocelyn Bell est née à Belfast en Irlande du Nord en 1943. Elle s'intéresse très jeune à l'astronomie : elle accompagne son père à l'observatoire rigide d'Armagh et y rencontre le personnel de l'observatoire qui nourrit sa curiosité. Ses parents l'envoient à la Mount School de York en Angleterre, entre 1956 et 1961. Là-bas, elle est impressionnée par un professeur de physique à qui elle attribue une grande partie de sa vocation pour la physique.

En 1965, Jocelyn Bell est diplômée Bachelor of Science de l'université de Glasgow puis obtient son Ph.D. à l'université de Cambridge en 1969. À Cambridge, elle travaille avec l'astronome Antony Hewish et quelques autres à la fabrication d'un radiotélescope destiné à l'étude des quasars, récemment découverts à l'époque.

En 1967, examinant les enregistrements du radiotélescope, Jocelyn Bell remarque un signal différent des signaux radioastronomiques connus, dont la position, sur le sphère céleste, semble constante et dont les pulsations, environ une par seconde, sont régulières. Elle met en évidence ainsi le **premier pulsar**, découverte pour laquelle son directeur de thèse Antony Hewish obtient le prix Nobel en 1974, ce qui déclenche une très vive controverse.

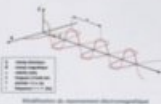


Photo BBC de Jocelyn Bell et Antony Hewish en 1968

Les rayonnements électromagnétiques

Les rayonnements électromagnétiques peuvent être modélisés par une onde électromagnétique et se manifestent sous la forme d'un champ électrique couplé à un champ magnétique.

À la différence des ondes mécaniques (comme le son ou la houle sur la mer), les ondes électromagnétiques n'ont pas besoin de support matériel pour se déplacer : elles se propagent donc dans des milieux matériels (verre, métaux, ...) mais aussi dans le vide.



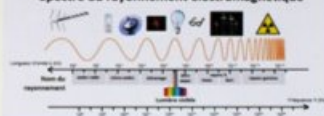
Modélisation du rayonnement électromagnétique

Une onde électromagnétique est caractérisée par sa longueur d'onde λ , exprimée en mètre (m) et sa fréquence ν exprimée en hertz (Hz).

Le **spectre électromagnétique** est le classement des rayonnements électromagnétiques par fréquence et longueur d'onde dans le vide.

La lumière dont la longueur d'onde est comprise entre 400 et 800 nm (soit $4 \cdot 10^{-7}$ à $8 \cdot 10^{-7}$ m) est le **seul rayonnement électromagnétique visible par l'œil humain**. La lumière visible ne représente qu'une toute petite partie du spectre du rayonnement électromagnétique.

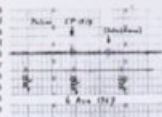
Spectre du rayonnement électromagnétique



Le premier pulsar : LGM-1 puis CP 1919

Un **pulsar**, de l'anglais pulsating star (étoile pulsante), est un objet astronomique produisant un signal périodique (à intervalles de temps réguliers) allant de la milliseconde à quelques dizaines de secondes. Ce serait une étoile à neutrons tournant très rapidement sur elle-même et émettant un fort rayonnement électromagnétique. Il existe une grande variété de types de pulsars : les pulsars radio qui émettent des ondes radio, les pulsars X dans le domaine des rayons X, les pulsars gamma dans le domaine des rayons gamma.

LGM-1 est le nom de code donné par les radioastronomes Jocelyn Bell et Antony Hewish au premier signal effectivement identifié d'un pulsar, en 1967. À l'époque de la découverte de ce signal, Bell et Hewish ignoraient quelle pouvait être la nature exacte de ce signal, dont l'extrême régularité évoquait un possible signal de nature extra-terrestre. Pour cette raison, le signal fut appelé un temps sous le nom de code de LGM-1, sigle de Little Green Men-1, (SE : « Petits hommes verts-1 »). Ce nom ne fut jamais officiellement révélé, les auteurs de la découverte craignant que l'attrait de la presse pour la possible détection d'un signal extraterrestre ne les empêche de travailler sereinement. Ce n'est qu'après avoir identifié un possible processus physique à l'origine de ce signal (**pulsations d'une étoile à neutrons**) que l'annonce de la découverte fut faite en février 1968, sans mention notable à l'hypothèse extraterrestre qui avait été exclue. Ce premier pulsar fut ensuite nommé **CP 1919** (Cambridge Pulsar 19 h 19 min) puis PSR B1919+21. Cependant, l'anecdote relative au choix du nom de code LGM-1 resta dans les mémoires.



Les pulsars dans la culture pop

Le groupe de rock wave britannique Joy Division choisit pour le pochetton de son premier disque Unknown Pleasures en 1979 l'image d'un pulsar, ou plutôt *Many consecutive pulses from the pulsar CP 1919*. C'est-à-dire une représentation très graphique de 100 pulsations du premier pulsar découvert 10 ans plus tôt.



Le schéma trouve son origine dans une thèse de doctorat de septembre 1970 de Harold D. Craft Jr. Ce dernier était doctorant et effectua des mesures à l'observatoire d'Ananda à Porto Rico, quand le premier pulsar a été découvert, en 1967, par l'astrophysicienne Jocelyn Bell à Cambridge.

Il s'est alors mis à effectuer des mesures sur le pulsar CP 1919 et à les retranscrire visuellement à l'aide d'un ordinateur.

Figure 1.27 dans "Radio Observations of the First Pulsar and Discovery of the First Pulsar" par Harold D. Craft, 8 septembre 1970

LISE MEITNER

(1878 – 1968)

La fission nucléaire



« La mère de la fission nucléaire »

Lise (Elise) Meitner, née d'une famille juive en 1878 à Vienne (Autriche), est une physicienne autrichienne naturalisée suédoise. Elle entre à l'université de Vienne en 1901, à l'âge de vingt-deux ans.

En 1907, elle part pour Berlin suivre les cours du célèbre physicien allemand Max Planck. L'université allemande n'était alors pas encore ouverte aux femmes, et Lise dut obtenir l'autorisation du professeur pour assister à ses cours. Planck, globalement opposé à l'éducation des femmes mais ouvert aux « exceptions », accepta Lise Meitner, pour qui il fut ensuite un soutien important.

Le jeune chimiste allemand Otto Hahn proposa alors à la physicienne Lise Meitner de travailler avec lui : ce fut le début d'une collaboration de trente ans. Otto Hahn et Lise Meitner furent de proches amis, et se résidèrent leur vie durant malgré les événements ultérieurs.

En 1934, ils se lancèrent dans un programme commun de recherche, nommé « projet uranium », qui allait mener, quatre ans plus tard, à la découverte de la **fission nucléaire** (1938).

En juin 1938, Lise Meitner est obligée de fuir l'Allemagne nazie pour aller se réfugier aux Pays-Bas puis en Suède.

En 1944, Otto Hahn reçut le prix Nobel de chimie pour la découverte de la fission nucléaire. Lise Meitner, elle, ne reçut jamais le prix Nobel, bien qu'elle eût été nommée trois fois pour ce prix.



Le noyau atomique

Toute la matière qui nous entoure est composée d'atomes. Les atomes forment des **éléments** comme l'oxygène, l'hydrogène et le carbone. Tous les atomes sont constitués d'un **noyau** possédant deux types de particules : les protons et les neutrons. On les nomme également des **nucléons** (du latin nucléus : noyau).

Le nombre de protons dans le noyau (ou **numéro atomique** noté Z) permet de différencier les éléments chimiques entre eux. Chaque élément possède un nombre unique de protons. Par exemple, il y a six protons dans le carbone ; pour cette raison, son numéro atomique est 6 ($Z = 6$) dans le tableau périodique des éléments.

Le nombre de nucléons dans le noyau est appelé le **nombre de masse** et est noté A . Par conséquent, le nombre de neutrons dans le noyau d'un élément est égal à $N = A - Z$.

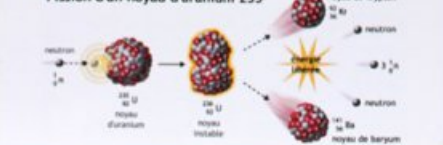
Les éléments qui ont le même nombre de protons mais un nombre différent de neutrons sont appelés des **isotopes** de cet élément. Il s'agit de variantes du même élément de base. Par exemple, le carbone 12 qui possède 6 protons et 6 neutrons ($6 + 6 = 12$ nucléons), ainsi que le carbone 14, qui possède 6 protons et 8 neutrons ($6 + 8 = 14$) sont tous deux des isotopes de l'élément carbone C.

La fission nucléaire

C'est Otto Hahn qui fin 1938 découvrit en collaboration avec le chimiste allemand Fritz Strassmann que l'uranium bombardé par des neutrons donne naissance à deux éléments plus légers dont le baryum. Ils envoyèrent une lettre à Lise Meitner, alors en exil en Suède, pour lui faire part de leurs résultats expérimentaux.

La première explication théorique de ce phénomène fut apportée par Lise Meitner et son neveu Otto Frisch en février 1939. Ils expliquèrent comment le noyau d'uranium peut se scinder en deux parties, un noyau de baryum et un de krypton, tout en éjectant plusieurs neutrons et une grande quantité d'énergie. La fission nucléaire venait d'être découverte.

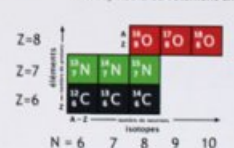
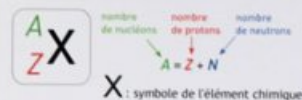
Fission d'un noyau d'uranium 235



L'ATOME



Notation symbolique d'un noyau



Un nouvel élément : le meitnerium

Lise Meitner fut injustement ignorée au Prix Nobel pour ses découvertes sur la fission nucléaire alors que son collègue Otto Hahn le reçut en 1944.

Un nouvel élément, de numéro atomique 109, a été synthétisé pour la première fois en août 1982 par une réaction nucléaire de fusion entre un noyau de bismuth et de fer au Centre de recherche sur les ions lourds (GSI) de Darmstadt, en Allemagne. Cet élément a été nommé en 1997 le **meitnerium** (le symbole Mt) en l'honneur de Lise Meitner.



Merci Mr LAGIER pour ce minutieux travail de création, de recherche et de partage.



Académie
de Poitiers

Avertissement : ce document est la reprise au format pdf d'un article proposé sur l'espace pédagogique de l'académie de Poitiers.

Il ne peut en aucun cas être proposé au téléchargement ou à la consultation depuis un autre site.