Conditions d’utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1. **Le Conservatoire numérique communément appelé le Cnum constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par** Eclydre**.**
2. **Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d’œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam. Leur réutilisation s’inscrit dans le cadre de la loi nº 78-753 du 17 juillet 1978 :**
    - **la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue (Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - https://cnum.cnam.fr)**
    - **la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l’objet d’une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.**
3. **Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :**
    - **les reproductions de documents protégés par le droit d’auteur, uniquement consultables dans l’enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l’autorisation préalable du titulaire des droits.**
4. **Pour obtenir la reproduction numérique d’un document du Cnum en haute définition, contacter cnum(at)cnam.fr**
5. **L’utilisateur s’engage à respecter les présentes conditions d’utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d’une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.**
6. **Les présentes conditions d’utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.**

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA GRANDE MONOGRAPHIE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	**Auteur collectif**
Auteur(s)	**Auteur collectif**
Titre	**Conférences du dimanche**
Adresse	**Paris : Librairie de l'enseignement technique : Cnam, 1920-1926**
Collation	**23 vol.**
Nombre de volumes	**23**
Sujet(s)	**Sciences et industrie**
Notice complète	0
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?12KY48_2CC20
LISTE DES VOLUMES	
	Conférence faite le 11 janvier 1920 sur les métallurgies
	Conférence sur l'aviation faite le 18 janvier 1920
	Conférence sur les recherches et les inventions faite le 25 janvier 1920
	Conférence faite le 1er février 1920 sur l'évolution du matériel d'artillerie
	Conférence faite le 15 février 1920 sur les chars d'assaut : historique technique, historique tactique, vues d'avenir
	Conférence faite le 22 février 1920 sur le service géographique de l'armée pendant la guerre
	Conférence faite le 29 février 1920 sur la fabrication des poudres et explosifs
	Conférence faite le 7 mars 1920 sur les radio-éléments et leurs applications
	Conférence faite le 14 mars 1920 sur la chimie de guerre : les gaz de combat
	Conférence faite le 21 mars 1920 sur le rôle du laboratoire d'usine
	Conférence sur les industries chimiques faite le 28 mars 1920
	Conférence faite le 16 janvier 1921 sur l'aide des colonies au relèvement de l'industrie nationale
	Conférence faite le 23 janvier 1921 sur les moteurs à combustion
	Conférence faite le 23 janvier 1921 sur les chemins de fer pendant et après la guerre
	Conférence faite le 30 janvier 1921 sur les richesses de l'Alsace et de la Lorraine
	Conférence faite le 13 février 1921 sur l'utilisation du combustible dans la métallurgie
	Conférence faite le 20 février 1921 sur la Roumanie nouvelle
	Conférence faite le 6 mars 1921 sur les banques d'émission et la guerre
	Conférence faite le 6 mars 1921 sur l'aluminium : emplois industriels du métal et de ses principaux alliages
	Conférence faite le 20 mars 1921 sur la valorisation du travail humain
	Conférence faite le 19 mars 1922 sur une mission au Canada
	Conférence faite le 2 avril 1922 sur l'état actuel de la télégraphie et de la téléphonie sans fil
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	La structure de la matière et l'électricité [14 février 1926]

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Auteur(s) volume	Auteur collectif
Titre	Conférences du dimanche
Volume	La structure de la matière et l'électricité
Adresse	[Paris] : Cnam, 1926
Collation	1 liasse (68 f.) ; 31 cm
Nombre de vues	138
Cote	CNAM-ARCH 2 CC/20
Sujet(s)	Matière -- Structure Électricité
Thématique(s)	Histoire du Cnam
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	29/10/2026
Date de génération du PDF	29/10/2026
Recherche plein texte	Disponible
Notice complète	
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?2CC20

2 CC/20

M. Langevin
10. Rue Vauquelin, Paris.

1er Février

La Structure de la matière et l'Electricité.

2 CC/20

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS & METIERS

-:-:-:-:-:-:-:-:-:-:-:-:-

Conférence du 14 février 1926

par M. le Professeur LANGEVIN.

. . . .

C'est aussi Epicure, qui a été l'un des plus ardents propagateurs de l'idée atomique en tablant sur toute une série de grains.

Donc la matière est supposée constituée évidemment des atomes d'Epicure .

L'idée profonde s'est en quelque sorte introduite spontanément dans le travail des chimistes, le développement aboutit à ceci: la matière est composée effectivement de grains, ces grains que nous appelons les atomes peuvent s'associer pour former des mollécules, les atomes sont les grains des corps que nous appelons simples, les associations d'atomes forment les mollécules des corps que nous appelons composés, ces atomes composés de corps simples ~~c~~est le travail essentiel du chimiste, ça été de déterminer tous les atomes toutes les espèces possibles d'atomes et le résultat de leur travail, qui est tout à fait remarquable, est contenu dans ce tableau qui est ici, chacunedes cases que vous voyez correspond à une espèce d'atomes comme propriétéschimiques, il

y a une centaine de cases exactement 92,ici, ces atomes étant rangés dans nn ordre qui respecte à la fois les analogies chimiques, dans chaque colonne se trouvent des corps qui ont des propriétés chimiques analogues.

A mesure qu'on suit dans l'ordre les lignes descendantes les poids de ces atomes augmente, c'est ce que nous appelons les poids atomiques.

Tout en haut se trouve l'hydrogène, dont l'atome est le plus léger de tous ceux que nous connaissons, extrêmement léger, et puis, après lui, vient l'hélium, qui est dans la case à gauche de la 2ème ligne, le litiumde carbone, l'oxygène le fluoret, à mesure, que nous descendons, les poids atomiques augmentent, le fluor à un poids de 19 fois de plus que l'hydrogène, le plus gros atome qui est en bas c'est l'uranium, c'est l'atome le plus compliqué que nous allons avoir à parler

Maintenant pour que ce tableau respecte les analogies chimiques et que dans une même colonne nous ayons des corps analogues, par exemple dans la première colonne, en haut, l'hélium ensuite le néo..., l'argent, le xénon et puis l'émanation du radium, ce sont ce que appelle les caractères de l'atmosphère. On les a découvert dans l'atmosphère et ils ont tous des propriétés chimiques analogues en ce sens qu'ils n'ont pas de propriétés chimiques, ils sont parfaitement neutres au point de vue chimique.

A côté les corps extrêmement actifs, en haut, l'hydrogène qui se combine, il brûle dans l'oxygène pour donner de l'eau, au-dessous des métaux qu'on appelle alcali, lithium, potassium, etc... à côté d'autres colonnes, le cuivre, l'argent et l'or.

Mais les plus importante~~s~~ ce sont les métaux alcalins, tous ont des propriétés analogues, ils se combinent violemment à l'oxygène: le (chlore), le fluor, etc..

Ici, également dans cette, je prends cette colonne ce sont des corps qui ont aussi des activités chimiques très énergiques et complémentaires en quelque sorte de celles des alcalins, avec lesquels ils se combinent très violemment le fluor, le chlore, le brome, l'iode, le manganèse.
Pour une raison que j'indiquerai, dans toutes les colonnes on constate des associations, ce sont les mêmes familles pour respecter ces analogies il a fallu (Kahn) qui, le premier a donné ce tableau sous forme,xxxxxxxil axx ainsi rangé, les éléments que connaissaient les chimistes, il a dû laisser des cases vides, en partiuulier, il y en a une ici entrant dans la famille des allogènes, il y en a une autre ici et une autre là, et puis ici également entre l'émanation du radium et le radium lui-même.

Il y avait bien d'autres cases vides au moment où il avait organisé ce tableau, qui représentaient des cases

d'attente en attendant que les chimistes en épuisant la matière aient trouvé des éléments correspondants. Il y a là un exemple de prévision admirable, les casiers vides ont été remplis, les éléments qu'on appelle l'indium, qui est ici, le germanium aussi depuis peu de temps, on vient de trouver à Prague l'élément qui est ici dans la classe 75, qui a l'analogie du manganèse et qu'on appellera sans doute le pragnium.

Actuellement, il ne reste plus que trois cases vides une de création récente en Allemagne, dans la classe 43, il ne resterait plus que ces deux cases vides ici, et cela est tout à fait remarquable que sur 92 sortes d'atomes possibles au point de vue propriétés chimiques telles que les chimistes les ont prévues on en ait trouvé 90 seulement.

De quelle nature sont les actions qui poussent ces atomes à s'associer, comment se fait-il que certains d'entre eux, ces gaz rares de l'atmosphère, hélium, néon, carbone n'ont pas d'affinités, comment ils tendent à se combiner avec rien? Comment se fait-il qu'au contraire ceux qui suivent, les métaux alcalins d'une part et puis ceux qui précèdent, si on suit dans cet ordre là, le fluor est suivi par le néon et le néon est suivi par le sodium, de même que le chlore est suivi par le carbone qui est suivi par le potassium? Pourquoi ces gaz

là sont-ils complètement inactifs, alors que ceux qui les précèdent, allogènes, se combinent avec les métaux et ceux qui les suivent se comportent comme les métaux alcalins?

Ce mystère de l'affinité chimique nous l'avons résolu un des points que nous venons d'indiquer est comblé, l'affinité chimique est une manifestation électrique de même aussi que non seulement cette affinité chimique qui tend à unir les atomes entre eux pour former des mollécules qui tendent à unir l'atome chlore à l'atome sodium pour donner la mollécule de sel marin, non seulement toutes ces actions d'affinités chimiques d'origine électriques mais toutes actions qui tendent à réunir les atomes entre eux pour former les mollécules composés de la chimie organique, les corps gras, les huilessont des mollécules qui contiennent jusqu'à 100 atomes différents et ce sont aussi des actions d'origine électriques qui conduisent les mollécules ou les atomes à se grouper pour former ces mollécules géantes que sont les cristaux, le quartz par exemple, le cristal de roche, se présentant sous forme d'énormes cristaux, ce sont des atomes rangés dans un ordre bien défini et là aussi ce sont des actions d'ordre électrique qui interviennent.

On soupçonnait déjà que l'électricité avait quelque chose à voir avec l'affinité chimique, depuis la découverte qu'on a appelé la galvanoplastie ou l'électrolyse, on sait que certaines

combinaisons chimiques, le sel marin mis dans l'eau était composé, quand on fait passer le courant électrique et inversement en produisant certaines combinaisons comme on fait dans les piles, Bersélius, aucommencement du XIX° siècle, indique la parenté entre le phénomène chimique et électrique, cette parenté s'est développée, nous aboutissons maintenant à une identité et non seulement identité des forces électriques, chimiques ou des forces de cohésion qui nous réunissent les atomes dans les cristaux, mais identité de la matière et de l'électricité, la chose essentielle .

Je vais avoir à vous rappeler que l'étude des phénomènes électriques s'est développée surtout depuis 150 ans, qu'elle s'est adressée à des faits tout d'abord mystérieux et imprécis... puisque l'électricité a donné l'éclair, c'est la vieille divinité Zeus des anciensnqui définissait les forces de la nature, c'est aussi le feu de Prométhée. Eh bien! la chose admirable, c'est que l'étude de cette force brutale et impressionnante qui nous a révélé le mystère de la structure del'universel feu de Prométhée qui, commele dit le mythe ancien, nous apportait non seulement la lumière, l'intelligence de tout ce qui se passe dans le monde matériel, je n'ai pas la prétention d'aller plus loin.

Eh bien! vous savez naturellement en quoi consistent ces

ces phénomènes électriques, je n'ai pas le temps de vous les rappeler, vous savez quand on frotte des corps les uns sur les autres , lorsqu'ils sont convenablement choisis, un baton de résine, une peau de chat et qu'on les sépare ils sont électrisés, il faut travailler pour les séparer, ils s'attirent et on dit que le baton de résine est électrisé nagativement, que la peau de chat est électrisée positivement, que leur attraction est due à cette électrisation, on traduit par un mot le fait de cette attraction des corps après frottement et l'étude de ces phénomènes est arrivée à montrer qu'il y a deux sortes d'électrisation: la sorte du baton de résine analogue àn ce sens que le bâton de résine on l'appela négative, par hasard, il fallait choisir, positif et négatif, c'est à dire mal commode, il aurait fallu que nos ancêtres aient appelé négatif ce qu'ils ont appelé positif, nous devons leur être reconnaissants de ce qu'ils nous ont apporté.

Ce que l'expérience montre c'est que les corps qui sont électrisés négativement se repoussent, deux bâtons de résine frottés se repoussent, de même deux corps électrisés se repoussent, de même nom, ceci tandis que ceux qui sont électrisés de nom contraire s'attirent. Voilà ce qu'on savait et on interprétait ce phénomène en disant il y a dans

la matière non seulement ce qui est pesant et inerte, mais il y a des fluides électriques, il y a de l'électricité négative et positive dans toute matière qui à l'état normal se neutralise pour faire passer autant d'électricité positive que négative, je le frotte avec une étoffe de laine on lui enlèvera de l'électricité négative, il lui restera un excès d'électricité positive, l'étoffe de laine a emporté de l'électricité négative .... sera de son côté électrisé négativement, on concevait la théorie des deux fluides en dehors de l'univers en dehors des fluides de la matière d'une part et des fluides négatifs, l'un positif et lautre négatif.

Notre progrès est ici, il n'y a plus que l'électricité, il n'y a plus deux éléments en quelque sorte l'électricité négative et l'électricité positive, je mets la négative d'abord je vous dirai pourquoi, cette électricité négative est constituée par des grains tous identiques entre eux, ce qu'onappelle les électrons ou corpuscules cathodiques, il y a l'électricité positive elle aussi constituée par des grains qui sont tous identiques entre eux, tous la meme charge électrique, comme on dit, et une charge électrique égale opposée à celle des grains négatifs, de façon que l'ensemble d'un grain positif et négatif se neutralise au point de vue

électricité, ces grains positifs tous identiques sont différents des négatifs, non seulement parce qu'ils ~~s~~ont une charge mais aussi parce qu'ils sont beaucoup plus inertes, ils ~~s~~ont une masse plus grande puisqu'il n'y a plus dans la matière que les deux électricités comme les matières appartiennent à nos grains d'électricité sont électrisées, c'est ce que nous appelons les électrons négatifs ou corpuscules cathodiques.

Les grains positifs que nous appelons électrons ou protons . Les protons ou grains d'électricité positive sont beaucoup plus inertes que les grains d'électricité négative et c'est leur association qui donne la matière, c'est une association en quantité généralement équivalente, quand la matière est neutre, il y a autant de protons que d'électrons, à ils se neutralisent mutuellement, ils ne conjuguent pas ils restent à distance, ils tournent les uns autour des autres, les électrons, plus légers, gravitent autour des protons pour donner les atomes que ça tient de la place, c'est le mouvement même des électrons autour des protons qui détermine ce que nous appellerons le rayon de l'atome, en concevant comme une sorte de système planétaire avec des protons dans le milieu, à la place du soleil, et quelques électrons, et des électrons qui tournent autour, c'est l'image

planétaire, si vous voulez, ou nucléaire. Le soleil central est le noyau de l(atome et ce sont les orbites décrites par ces électrons qui déterminent les évolutions de l'atome, quand ils se juxtaposent ce sont leurs orbites qui déterminent la place que chacun d'eux doit avoir dans l'association. Voilà, en gros, le fait essentiel et un fait que je qualifierai de merveilleux, que le problème de la structure de la matière est ramené maintenant au problème de la structure de l'électricité au milieu de centaines de milliers de composés, au lieu de la centaine de corps simples différents que les chimistes ont découverts il y a une place importante

Enfin, ce qu'on appelle les éléments radio actifs, corps simples nouveaux, mais au lieu de cette centaine d'éléments simples, les chimistes voient par combinaisons le moyen d'obtenir les corps composés, les physiciens n'ont plus des éléments simples, les deux électricités, chacune avec son grain négatif et son grain positif, est construisent toute la matière à partir de ces grains-là et allez voir, comment, en quelque sorte, de façon automatique, avec naturellement des lacunes, des ignorances que nous avons encore, mais je veux apporter des certitudes.

Je ne crois pas m'avancer en disant aujourd'hui des certitudes qui sont un repos pour l'esprit, elles sont imagées, concrètes et simples, naturellement il y a deux étapes

dans ce que j'ai à vous dire, sans parler de celle que je viens de parler, qu'on traite d'abord comment on a pu découvrir ces deux espèces de grains, faire en quelque sorte l'analyse, un peu l'historique du passé et puis faire ensuite la synthèse, avec notre puissance, avec le feu de Prométhée qui se décompose, l'électricité négative et positive, nous avons reconstruit le monde matériel, ça prend un peu de temps, pas sept jours (Applaudissements)

Je ne vous retiendrai pas ici pendant 7 jours, il n'est guère possible de consacrer plus d'une conférence, j'aurai~~s~~ besoin de votre indulgence, je vais le partager en deux temps l'analyse d'abord, pour aboutir aussi rapidement que possible aux éléments constitutifs de la matière aux deux grains de l'électricité. Je m'arrêterai pour vous laisser reposer et me reposer et ensuite je vous demanderai un peu de patience parce que faire tenir dans des mots le contenu que vous imaginez déjà ce n'est pas extrêmement facile, par conséquent cette analyse consiste à savoir comment on a pu découvrir ces deux espèces de grains de l'électricité et constater que la matière était faite avec eux, ça c'est grâce à des circonstances in petit peu accidentelles qui ont permis d'étudier les phénomènes électriques non plus dans les conditions grossières dont je parlais tout à l'heure

nous frottons un morceau de verre nous constatons qu'ils s'attirent et que même qu'ils se rapprochent assez et même il se produit une étincelle entre eux tandis que quand on a opéré dans l'air, dans les conditions ordinaires, on a eu des étincelles mais on n'a pas pu voir ce qui se passait , c'est le fait qu'on a pu de plus en plus facilement travailler dans le vide, c'est à dire raréfié l'air et le gaz et c'est l'étude du passage de l'électricité dans les gaz raréfiés et même dans le vide aussi complet que possible qui est venu apporter la lumière sur la structure de l'électricité et la nature intime des phénomènes électriques.

Je prends un petit schéma ~~dxxxésixxx~~ très simple, je suppose que nous ayons là une ampoule de verre ferméedans laquelle on a fait le vide et puis que dans cette ampoule nous introduisons deux électrodes, c'est à dire deux lames métalliques qui vont partager notre cube en trois compartiments, l'une de ces électrodes, nous allons l'électriser positivement et nous l'appellerons l'anode, l'autre négativement c'est la cathode. La manière d'obtenir ces électrisations je vous la passe sous silence, on peut faire avec une machine électrostatique, on peut le faire avec une bobine de Ruhmkorf, avec des piles qu'on intercalera entre les deux électrodes d'une façon comme de l'autre nous électrisons cette anode positivement et puis de l'autre côté la cathode

sera électrisée négativement, les deux électricités s'attirent et, en quelque sorte on peut dire qu'elles tendent à sortir, la négative de la cathode et la positive de l'anode pour se rejoindre en vertu de cette attraction de l'électricité dans l'air c'est difficile il faut que l'électricité traverse la matière, si on la raréfie on facilite cette conjugaison et on constate qu'un moment donné, si on fait le vide, le courant va passer, on aura une illumination du gaz si on emploie un vide suffisant et si on perce un trou dans cette cathode et si on perce aussi des trous dans l'anode pour qu'ils ne se gênent pas mutuellement, on a constaté que la décharge passe entre les deux électrodes, mais on a constaté que si le vide est suffisant à travers le trou de la cathode il passe quelque chose un rayon et puis à travers l'anode il passe également des rayons qui traversent l'anode et viennent de la cathode, comme on peut le vérifier, ces rayons qu'on appelle cathodiques illuminent le verre, font des taches vertes et puis les autres, ceux qui sont derrière la cathode qu'on appelle rayons positifs ou anodiques produisent aussi une illumination, on peut constater, comme l'a fait M. Brun, qu'en recevant ces rayons dans des cylindres appropriés de Faradey, que ces rayons qui viennent de la cathode et passent à travers les ouvertures de l'anode, transportent

de l'électricité négative tandis que ceux qui sont de derrière la cathode et qui viennent sinon de l'anode mais de l'intervalle entre les deux électricités, ces deux expressions représentent les deux fluides,.si.de sens contraire, si s'attirant ils arrivent à vaincre la difficulté de se rejoindre la difficulté négative vient rappeler l'anode ......
à ~~x~~e que nous appelons rayons cathodiques où souvent ils sont attirés par l'électricité négative de la cathode qui vient frapper celle-ci là où elle peut, en passant à travers l'ouverture en constituant derrière les rayons positifs

Les uns et les autres représentent l'électricité qui s'est précipitée pour ~~xx~~ rejoindre l'électricité de nom contraire qui, une fois lancée s'en va tout droit.

Un autre fait essentiel est celui-ci, c'est, comme vous le savez, à l'endroit où les rayons cathodiques rencontrent un obstacle comme ici sur la paroi, apparaît une chose nouvelle, ce sont les rayons qu'on appelle rayons X, découverts par   il y a 30 ans, ces projectiles cathodiques d'électricité négative lancés derrière la cathode, lorsqu'elles rencontre un obstacle produit un nouveau rayonnement qui ne transporte pas d'électricité, c'est quelque chose qui est aveugle à la lumière et que nous appellerons les rayons X.

La découverte de ces rayons X a été liée à la possibilité de produire cette décharge dans le vide complet ou relatif et produire des rayons cathodiques, C'ést autour de ces découvertes que s'est produite la découverte des grains d'électricité et de la façon suivante.

Je prends d'abord les rayons de Roengen qui sont issus du tube de Groust et qui partent de l'endroit frappé par les rayons cathodiques et qui ont pris une des propriétés singulières c'est de rendre l' air qu'ils traversent ou les gaz qu'ils rendra conducteurs de l'électricité, c'est à dire que si on met ici dans l'air à côté une lame électrisée positivement et une autre électrisée négativement en face, on constate qu'il passe du courant entre ces deux lames quand les rayons X traversent l'air, ce passage du courant s'interprète en admettant les rayons X dans l'air libre libéré de l'électricité positive et négative, comme le fait le frottement entre deux objets et que l'électricité positive a ainsi libéré àttiré par la lame négative vient neutraliser ceci et les charges libérées. il y a passage du courant électrique entre les lames.

Quand on prend de l'air ainsi traversé par les rayons X on peut constater que ces charges électriques qui peuvent ainsi se déclasser pour venir décharger les corps électrisés

que ces charges électriques sont portées par des grains indépendants les uns des autres et dont on peut manifester l'existence, les compter tout simplement en formant des gouttes sur ces grains ou en introduisant dans le gaz des gouttes d'huile par exemple et on constate qu'une goutte d'huile ainsi introduite dans le gaz ne s'électrise pas tant qu'il n'y passe pas de rayons X, la goutte s'électrise pas par rencontre ou par attraction avec un des grains d'électricité, dont nous imaginons la présence, il y a deux manière d'obtenir par conséquent, ces gouttes électrisées, soit en provoquant dans le gaz la formation d'un brouillard par exemple dans l'air supposé très humide, l'air se refroidit par la détente et l'eau devient sursaturée, doit se condenser et il se trouve que quand il n'y a pas de rayons X la condensation est difficile, mais quand on fait passer des rayons X la condensation se produit facilement et sur des grains d'électricité les gouttes de brouillard sont électrisées, si on ne veut pas employer cette méthode pour former on peut, comme je le disais pulvériser de l'huile, on constate que les gouttes d'huile ne s'électrisent pas sans rayons X elles s'électrisent avec les rayons X, elles se mettent en marche vers le plateau négatif ou positif, où elles constituent des gouttes électrisées par le seul fait que le gaz est traversé par les rayons X. Je vais vous

montrer des images justement de ces gouttes formées dans un gaz traversé par des rayons X, on y provoque la formation d'un brouillard, on peut produire un faisceau de rayons X on met ainsi un écran, les rayons X ne passeront sous forme d'un faisceau venant de la source, plus ou moins ouvert suivant les conditions.

Le faisceau de ces rayons X traverse le gaz toutes ces trainées sont déjà pleines de gouttes d'eau qui se sont condensées sur les grains d'électricité, la preuve que si on fait agir un champ électrique, si on place un plateau électrique positivement, ainsi un plateau négatif certaines des gouttes vont aller en montant vers le plateau et les autres en descendant.

Là aussi c'est la même chose avec les rayons X,

2ème cliché, c'est une partie du cliché précédent grossie, il y a des trainées de gouttes qui se forment.

Si on prend une de ces gouttes on peut la suivre avec un microscope et on peut en exerçant sur elle une force électrique pour l'obliger à monter ou à descendre, mesurer sa charge électrique, ce que nous appelons la quantité d'électricité qu'il porte, il sera soit positif, la goutte descend, soit négatif la goutte monte. Le fait tout à fait remarquable c'est que ce soit le gaz sur lequel on opère, les gouttes portent toujours la même quantité d'électricité

de l'atome, cette charge on la mesure dans ce que nous appelons les unités électrostatiques et cette charge est très petite puisque nous la représentons comme 4,774 unités - 10 veut dire sur 10 milliardièmes, cette unité, ça veut dire par exemple que si on prend un corps électrisé quelconque il porte un certain nombre de ces grains et dans le cas ordinaire où nous frottons un morceau de verre à la façon ordinaire, la quantité d'électricité que porte le morceau de verre sera de l'ordre de 4, 5 unités électrostatiques, ça veut dire que ce morceau de verre portera 10 milliards de ces unités, c'est dire combien est petit ce grain et le merveilleux c'est qu'on a pu faire la mesure directement sur un des grains en prenant une des gouttes d'huile introduites qui s'est électrisée du fait de la conductibilité du gaz,

Je vous dirai aussi par exemple que le courant électrique passe dans nos lampes, vous aurez le droit que je vous donnerai de vous présenter ce courant électrique comme dû à la circulation dans le filament d'amenés ou de d'attente, ces grains , des électrons négatifs et le courant d'alimentation d'une lampe ordinaire d'une lampe d'une centaine de bougies correspond au passage à travers chacune les sections du fil, par seconde, à travers il passe 10 milliards de milliards de ces grains par seconde, c'est vous dire

l'extraordinaire petitesse de ces éléments. Là est la puissance de nos moyens qui a permis d'atteindre le grain isolément, quand le grain est positif, nous disons que la charge est plus grade quand le grain est négatif elle est égale, opposée, elle est moins grande.

Pour être renseigné davantage il faut que nous allions chercher ces grains pour la somme la plus pure, nous les avons collés sur des gouttes pour pouvoir mesurer leur charge, il ne faut pas les coller sur les gouttes et les laisser seules, nous allons reprendre le tube avec son anode percée où passent les rayons, si nous faisons arriver ces rayons cathodiques dans l'air on constate, on a pu fair une fenêtre, on constate que sur eux on peut faire passer des gouttes, nous devons nous représenter ce fluide électrique négatif, ce qui se précipite vers l'anode comme il est constitué par ces grains que voici dont nous connaissons la charge individuelle il faut aussi déterminer leur masse ils se comportent bien comme inertes, une fois lancés par l'action électrique par répulsion ou l'attraction, lancés comme cela ils s'en vont en ligne droite comme un projectile, en produisant ces rayons X comme je viens de vous parler. Pour étudier leurs propriétés d'inertie, il faut faire agir sur eux des forces, il faut modifier leur mouvement et pour modifier leur mouvement, soit agir électriquement en les faisant passer entre deux plateaux électrisés. Si cette partie

du plateau est négative elle est attirée seule ou repoussée par le bas, par conséquent le rayon s'incurve comme cela.

On peut aussi agir négativement si on approche un aimant comme ceci, c'est une propriété fondamentale de nos grains d'électricité que non seulement ceux qui sont de même signe se repoussent et ceux-de signes contraires, s'attirent, que même quand ils sont lancés ils exerçent des actions d'un type nouveau les uns sur les autres,, c'est l'action magnétique qui en gros se résume de la manière suivante: c'est que ces actions magnétiques tendent à ce que les mouvements des éléctrons s'organisent aussi parrallèlement que possible par exemple dans les champs d'action que nous approchons est lié dans les atomes du verre, de l'aimant, il y a des électrons négatifs qui sous l'action de ces électrons en mouvement qui ~~xxxxxx~~ sont dans l'attente ce mouvement s'oriente parallèlement, ceux-ci tournent comme cela ils tendent à ce que ceux-ci tournent comme cela, on verra s'incurver les rayons cathodiques sous l'action magnétique, expression grossière, qui au moins supporte l'examen de ce que nous avons.

Les actions électrostatiques d'attraction de même signe s'associant qui tendent à ce que ces mouvements canalisent le plus parallèlement que possible, l'étude de ces .... a permis de se guider et d'étudier,

Je vais vous projet un cliché de M. Lévy, voilà ici les

deux électrons dont je parlais, voici l'anode et la cathode il y a une ouverture dans l'anode, il se fait un rayon, des rayons cathodiques, il donne sa trace dans le gaz, le gaz est pur, raréfié, c'est de l'oxygène et les traversées cathodiques donnent une lumière.qSi nous approchons un aimant dans les électrons duquel les atomes électriques tournent comme cela, il a hâte de faire tourner les autres de la même façon, si l'aimant est assez loin, ça tourne comme cela, si j'approche davantage leimant de l'action plus intense, si j'approche davantage l'aimant pour en déduire la masse duprojectile, le résultat est tout à fait important et intéressant, c'est la masse que nous allons exprimer en grammes, ça présentera son poids en grammes aussi, c'est que cette masse n'est même pas $0,9^{-20}$, à peu près ceci dans 1 gr. d'électrons négatives on ne pourra pa ramasser un rayon de 1 gramme de rayons cathodiques, seuls, si la réaction est tellement énergique, rien ne peut résister quand ils sont dans la matière, il y aurait un milliard de grains d'électricité négative.

Maintenant, la connaissance de la masse s'accompagne pour des raisons que je n'ai pas le loisir de vous développer d'une connaissance de leurs dimensions environ 1 milliardième de milliardème de gramme, on peut en déduire leur dimension.

Nous les représentons comme de petites sphères électrisées négativement ayant cette masse elles ont un diamètre qui est 3^{-13} centimètres, ça fait 1,3 10/000e de milliardième de centimètres, c'est rien.

Ce que nous venons de faire pour l'électricité positive avant une chose tout à fait importante et fondamentale quand on recommence cette expérience du tube avec différents électro-métaux ou avec différents gaz, on trouve toujours les mêmes résultats pour l'électricité négative, ces rayons cathodiques, leur nature est indépendante de la matière dont on les avait fait ressortir par l'action électrique.

Si je passe, au contraire aux rayons positifs derrière la cathode, et qui est électrisée positivement , on constate dan les recevant sur quelque chose qui s'électrise positivement l'étude de la déviation magnétique, en opposant un aimant on montre aussi que l'inertie de ces grains d'électricité positive est plus grande que pour les négatifs, ils se laissent dévier beaucoup moins facilement, ils conservent beaucoup mieux leur mouvement lancé et ça se traduit par le fait que les masses de ces grains positifs sont beaucoup plus considérables que la masse des grains négatifs qui sont tous égaux entre eux et ici, au moins, en apparence, ces grains positifs ne sont pas d'une seule espèce, les plus

légers sont ceux qu'on obtient en faisant la décharge dans l'hydrigène ici, la nature du gaz où les électrons interviennent dans l'hydrogène on obtient les grains les plus léger qui ont la charge positive et qui ont une masse environ dix huit cents fois plus grande que celle de l'électron négatif masse qui est dans la même notation $1,618^{-26}$ grammes de sorte que dans un gramme de ces grains positifs d'hyfrogène il y y a environ $6,10^{-23}$ c'est à dire 600.000 milliards de milliards de grains positifs d'hydrogène au lieu d'un milliard de milliard d'électrons négatifs.

Maintenant, si au contraire on prenait de l'hélium dans le ~~hmt~~ tube les centres positifs ne seraient plus les mêmes, ils seraient encore plus inertes et que leur masse est 4 fois plus grande, si on prenait aussi l'on constaterait que leur masse est 16 fois plus grande et ce rapport justement de 16 à 1 pour l'hydrogène à l'oxygène, de 4 à 1, hélium et hydrogène, c'est le rapport des trois atomiques, on doit considérer sue quand on met des gaz comme ceux-là dans le tube, la séparation des deux électricités se fait en électricité négative toujours la même composée de ces corpuscules et ce qui constitue ces corpuscules ce sont les atomes d'hydrogène ou dhélium, par exemple d'oxygène, qui sont électrisés positivement après avoir perdu un électron, ces rayons positifs constitués par des grains d'électricité positive sont

sont en réalité des atomes électrisés positivement, pour pousser plus loin l'analyse et pour décomposer ces grains positifs plus profondément il nous faut faire appel aux rayons ...... je vous rappelle que ces décharges dans le vide plus ou moins élevées ne sont pas la suele circonstance où on voit apparaître des projectiles électrisés négativement ni positivement, les corps radioactifs en émettent spontanément, ils émettent ce qu'on appelle rayons alfa qui sont des projectiles électrisés positivement et qui sont en réalité, comme on l'a constaté des atomes d'hélium électrisés positivement, cet hélium provient de la désintégration des substances radioactives et puis ils émettent aussi ce qu'on appelle les rayons beta, projectiles négatifs et qui, comme toujours, se confondent. On a pu les étudier par ces mêmes actions de ces ~~phénomènes~~ déviation par l'aimant, les rayons beta des corps radio actifs se confondent avec les corpuscules cathodiques que nous allons produire ici, mélangés plus rapidement par la violence des phénomènes radioactifs, c'est surtout aux rayons alpha, à ces projectiles constitués par des atomes d'hélium électrisés positivement, qu'on a eu recours pour pénétrer plus profondément la structure de la matière.

Je vais vous projeter un cliché qui donne l'aspect des rayons alpha.

Ici un grain de substance radioactive de polonium qui n'émet que des rayons alpha autour de ce grain des traînées rectilignes qui sont la trace du passage dans le gaz de ces projectiles alpha parcours de 4 centimètres et qui sur leur trajet produisent, rendent le gaz conducteur en démolissant les atomes ou mollécules qu'ils rencontrent.

Le trajet est rendu visible parce qu'on a fait des bandes pour former des gouttes et ces traînées sont constituées par des gouttes extrêmement nombreuses qui se sont formées sur l'électricité que le projectile alpha apporte en détruisant les mollécules rencontrées par une expérience de ce genre, en rendant visible des trajets des particules alpha qu'on a pu, que M. Rubert a pu démontrer la structure nucléaire des atomes montrait que les atomes ou résidus positifs que nous avions jusqu'ici comme rayons positifs en réalité comportent une région centrale où est localisée à peu près la masse de l'atome, le reste étant constitué par une atmosphère de rayons négatifs.

Voici un coin agrandi du cliché précédent, vous voyez que la plupart des trajectoires de ces particules alpha se poursuivent rectilignement, elles s'arrêtent.

Il y a une goutte encore mieux marquée ici, ces gouttes là correspondent évidemment au fait que le projectile vient

de rencontrer un obstacle extraordinairement rare, les rencontres avec l'obstacle~~s~~ sont rares , nous avons calculé que s'il y avait une élévation de charge chaque fois que l'électron rencontre un atome, les déviations seraient infiniment plus nombreuses, la rareté de ces coudes signifie que les chances de rencontre du projectile alpha avec ceux qu'il dévie~~n~~, de cette manière sont extrêmement minimes et sans intérêt.

En admettant que les obstacles produisent ces déviations d'atomes, sont de dimensions extrêmement petites de manière que la partieule alpha a largement la place de passer à côté.Encomptant le nombre de ces déviations exceptionnelles, on a pu évaluer les dimensions de ces masses très condensées et on les trouve de l'ordre de ce que je donnais tout à l'heure pour les rayons des électrons 10^{-13} à 10^{-8}.

Bien plus, en étudiant plus complètement ces déviations exceptionnelles le nombre de ces coudes et leur importance M. Ruterford a pu en déduire non seulement les dimensions de ces noyaux, mais leur charge électrique, il a pu montrer que les déviations s'interprètent complètement en admettant que ces centres très condensés non seulement ont les dimensions que je viens de dire extrêmement réduites, mais ont une charge électrique positive et quand une particule alpha, c'est

à dire un atome d'hélium chargé positivement vient à passer au voisinage c'est la répulsion de la charge positive du noyau rencontré et la charge positive de la particule alpha qui produit la déviation.

En étudiant la répartition des déviations on a pu en déduire la valeur de la charge du noyau invariable d'une espèce d'atome à l'autre et alors voilà le résultat fondamental c'est que si nous rangeons nos atomes dans l'ordre que les chimistes avaient obtenu à très peu d'exceptions près on peut numéroterles gaz depuis 1 hydrogène, 2 pour l'hélium 3 pour le lithium jusqu'à 92 pour l'uranium.

Le résultat extraordinaire c'est que la charge du noyau des atomes du gaz ou bien d'une lame de métal qu'on fait traverser par les rayons alpha se décharge~~nt~~ du milieu et toujours un mutiple de la charge élémentaire que je représenterai par 7 et un multiple entier qui justement est égal au rang de l'atome dans la classification, dans le cas d'hydrogène la charge est une fois ceci, par conséquent ces grains d'électricité positive c'est le noyau d'hydrogène pour le cuivre, par exemple, qui se trouve ici dans la case 29 on trouve que si on fait traverser aux rayons alpha une lame de cuivre ce plateau correspond à une charge du noyau., de l'atome de cuivre, ~~pour aller se condenser~~ C'est ce qu'on

appelle le rang atomique ou la charge du noyau.

Alors si le noyau est ainsi chargé positivement et si cette charge positive dans l'atome à l'état neutre, il faut une quantité d'électricité négative allant de c'est à dire 7 électrons négatifs de sorte que notre découverte de l'existence du noyau extrêmement petit de l'atome et de sa charge 7, voilà la charge élémentaire impose comme conception de l'atome qu'a ce noyau positif s'associent des électrons négatifs en nombre égal à 7, de manière à donner un atome neutre.

Quand un électron négatif sera parti, l'atome aura intérêt, il constituera un de ces centres positifs que nous avions là. On trouve dans ces centres positifs les atomes de charge double, les expériences dont je viens de vous parler aboutissent par conséquent à affirmer à cause de la rareté des collisions violentes entre la particule alpha et les atomes, la structure de ceux-ci sous forme d'un noyau très petit électrisé négativement et autour de ce noyau des électrons négatifs dont nous connaissons l'intensité qui, vraisemblablement, gravitent autour de lui.

Ruterford a pu pénétrer dans la structure du noyau parce que non seulement lorsque la particule alpha produite par une matière radioactive passe au voisinage d'un noyau elle

est déviée mais il arrive quelque fois encore plus rarement qu'elle vient, en quelque sorte, faire un coude en bas et frapper le noyau dans ce cas-là on voit apparaître de nouveaux projectiles qui sont des noyaux atomiques au moins un grand nombre d'entre eux, au moyen de projectiles alpha, on a fait sortir de l'hydrogène des particules qu'on veut identifier.

On peut apporter cette conception que toute la matière est constituée par des parties d'électrons négatifs d'une part et des noyaux d'hydrogène d'autre part , et puis les noyaux d'hydrogène qui ont la charge positive équivalente et qui ont cette masse si quand on prend un seul noyau d'hydrogène, un proton il est électrisé positivement avec la charge 1, une fois, on l'associe à un électron, cet électron va graviter autour du noyau d'hydrogène avec sa charge négative et donner un atome qui aura cette masse-ci plus celle-ci très sensiblement, c'est à dire la masse de l'atome d'hydrogène.

Si maintenant nous prenons le second atome l'hélium il a une masse quadruple et on le considèrera comme formé par 4 atomes d'hydrogène qui se sont associés pour donner un seul atome, ces quatre atomes d'hydrogène comprennent par

par conséquent quatre protons dans cette masse et quatre électrons négatifs, les quatre protons étaient des électrons.

Nous n'avons pas la prétention de savoir en core comment ça s'organisé là-dedans, nous savons que ce noyau est formé de quatre noyaux d'hydrogène et deux électrons négatifs sa charge est plus quatre fois ceci mais doivent aussi être de même quantité, ça fait une charge de deux,nles deux autres électrons vont graviter autour du noyau d'hélium; ça nous fait un atome dont le noyau a bien la charge que donhe la masse et 4 ousensiblement 4 puisque la masse, l'atome d'hélium est un peu moins de quatre fois, celle de l'hydrogène, si on prend, comme on fait d'habitude 16 pour représenter arbitrairement la masse , citons celle de l'hélium est 4 et celle de l'hydrogène un peu plus de 1.

Il y a là un point essentiel que je vous signale en passant, c'est que pendant longtemps cette conception de l'unité de la matière, c'est à dire de la constitution de tous les atomes à partir de l'hydrogène et comme nous ne venons maintenant, et l'hydrogène étant toute la constitution de la matière à partir de ces deux éléments proton ou électron, des groupes qu'ils forment en atomes d'hydrogène,

cette idée de l'unité de la matière a été longtemps combattue par le fait justement que quand on passe de l'hydrogène à l'hélium la masse n'est pas exactement quadruplée, si l'hélium est 4, l'hydrogène est 1,08, la contradtétionxx xx se rapporte à la masse et les faitsqueje viens de vous indiquer, qui conduisent de façon nécessaire à admettre l'unité de la matière, la contraction je l'ai faite à cause de ce qu'on a appelé l'inertie de l'énergie, le fait que la masse et le poids des corps qui ne constitue au fond qu'une seule notion des réalités sont des manifestations de ce qu'on appelle l'inertie de l'énergie interne de la matière car elle diminue la masse et le fait que l'atome d'hélium a un peu moins de 4 fois, celles de l'hydrogène s'unissent pour donner une masse 4,032 et qu'on ne trouve plus que 4.

C'est une partie de l'énergie qui correspond à 0,32 c est à dire le 125èmede l'énergie totale a dû disparaître de la masse et proportionnelle à l'énergie, elle s'en va xxxxx sans doute sous forme de lumière, de rayonnement, c'est que c'est là l'origine de la chaleur solaire, c'est la seule interprétation donnée.

Maintenant, avec l'énormité de la chaleur solaire c'est qu'lle provient justement de cette espèce de combustion mutuelle des atomes d'hydrogène que contient le soleil, lorsqu'ils se condensent dans des conditions de haute tempé-

rature ou grande pression pour former de l'hélium et quantitativement nous savons combien il doit y avoir de chaleur ains émise et quelle est la quantité d'hydrogène transformée en hélium dans le soleil pour nous donner la chaleur solaire observée.

Et puis, quand on passe à des atomes plus complexes eh bien! le mécanisme sera le même, ce sont toujours des atomes d'hydrogène qui soit directement entre eux, soit par l'intermédiaire des groupes d'hélium qui sont déjà formés, s'associent pour donner les noyaux dans lesquels sont tous les protons et une partie des électrons et les autres électrons tournent autour par exemple, je prends le cas de l'uranium, qui a le rang de 92, ça veut dire que son noyau a la charge 92 fois 1 grain d'électricité positive et par conséquent autour de lui 92 électrons, seulement la masse de l'uranium, comme l'a montré la découverte des corps radio actifs, le plus courant a une masse que nous appelons 238, c'est à dire qui correspond à la condensation de 238 atomes d'hydrogène dans son noyau, par conséquent l'atome d'uranium aura les 238 protons et comme la charge totale est 92, et qu'il y a en même temps les 238 protons, tous les électrons moins 92, c'est à dire 146 électrons, ça fait une charge totale de 92 unités et les 82 autres électrons

constituent le cortège autour de l'atome.

Voici la conception à laquelle nous aboutissons à la suite de cette analyse, vous voyez que l'étude des rayons cathodiques, d'une part, des rayons beta du radium et des corps radioactifs conduisent à la découverte des grains d'électricité négative tous identiques, que l'étude des centres positifs en particulier, la possession des centres positifs lapha lancés par le radium et les corps radioactifs permettent de mettre en évidence à l'intérieur des atomes de noyaux particulièrement réduits en dimensions et particulièrement condensés et que l'examen des déviations qui a pour résultat de résoudre la formation de ces rayons et d'autre part, lorsque le choc de la particule alpha est suffisamment direct pour détacher des noyaux d'hydrogène, montrant la présence de ces noyaux d'hydrogène dans le noyau de l'atome, on aboutit à cette conception que tous les atomes résultant de lacondensation de l'hydrogène en quantité aussi grande avec la masse de l'atome ou avec le rang qu'il occupe dans la classification des éléments.

Je vous demande la permission de m'arrêter un moment pour vous laisser reposer parce que maintenant nous allons, en quelque sorte, examiner l'origine de ces conceptions des deux électricités et la possibilité de construire la

matière avec elles. Nous avons à passer rapidement en revue les résultats de cette reconstruction pour voir comment on fait apparaître les propriétés à la fois physiques et chimiques, comme conséquences de la structure des atomes. (Applaudissements)

(Repos)

Je vais vous demander encore un effort d'attention pour voir précisément comment nous pourrons reconstruire la matière avec toutes ces propriétés diverses à partir de nos deux substances fondamentales de notre électricité positive avec ses grains, protons ou noyaux d'hydrogène, et puis les grains de l'électricité négative, les atomes, nous les concevons comme ainsi formés d'un noyau renfermant à la fois des protons et des électrons, le noyau d'hélium, c'est 4 protons et deux électrons, puis les deux autres électrons tournent autour c'est un noyau très stable, très solide mais bien entendu, à mesure que les noyaux se compliquent le nombre des protons et des électrons augmente, comme dans le noyau de l'uranium qui en contient 238 pour l'uranium ordinaire, qui ont la même charge totale du noyau, le mêe nombre d'électrons et un nombre différent de protons , pas très différent, d'ailleurs, 234 et 206 au lieu de 38, on a assisté aussi à des complications, nous ne savons pas très bien comment

tout cela change, pas toujours, et que de ce système peut-être instable et aboutir à des catastrophes telles qu'elles se sont font le noyau, l'expulsion soit des électrons , on appelle les rayons beta des corps radioactifs mais non pas de protons, mais de groupes de quatre protons et deux électrons, ce sont par les particules alpha seules, la radioactivité, nous constatons à l'analyse.

Maintenant que nous savons dans le cas de l'uranium nous avons 92 électrons qui vont s'arranger autour de ce noyau pour constituer l'atome électriquement neutre, tous les atomes auront ainsi leur système planétaire d'électrons autour du soleil central que sera le noyau, le soleil central électrisé positivement, il attire les électrons comme le soleil attire la terre dans la gravitation et les électrons circulent autour du noyau comme les planètes circulent autour du soleil.

Nous verrons qu'il y en a qui jouent le rôle des comètes, ça prolonge l'analogie entre le système de l'atome nucléaire et un système planètaire quelconque.

Première question: comment tous les électrons, dans chaque type d'atomes vont-ils s'organiser autour du noyau ?

D'autre part, quand les atomes vont s'associer pour donner des mollécules chimiques, quand va se manifester l'affinité chimique? D'où viendra cette affinité? Quelle parenté

elle aura avec les phénomènes électriques? Comment se fera l'association des atomes en trop? C'est une autre question d'un degré plus élevé de complexité.

La première, structure du noyau je la laisse de côté, elle se manifeste par de l'instabilité quand le noyau est trop compilé, c'est la radioactivité.

En second lieu, structure de l'atome et structure des mollécules,-- Lorsque l'atome s'associe, en raison de l'attitude chimique et, enfin, structure énorme des mollécules que sont les cristaux ou les atomes sont placés dans des ordres bien définis.

Nous allons examiner successivement les résultats correspondants.

Je voudrais vous dire un mot enfin des moyens que les physiciens ont pu employer pour étudier ces problèmes-là d'une organisation des électrons autour du noyau et le problème dans les mollécules et dans les cristaux . Pour ce qui concerne d'abord l'atome et la distribution des électrons c'est en s'adressant à ce qu'on appelle les spectres d'inition des atomes qu'on a pu avoir des indications sur la structure des mouvements ~~électriques~~ électroniques de nos planètes électroniques. Vous savez que les atomes, quand ils sont excités, quand on fait passer la décharge électrique et muette de la

lumière et même quand on l'excite assez violemment en les frappant fortement avec des rayons cathodiques ils émettent des rayons de Roengen qui ne sont que la continuation de la lumière, c'est une lumière extrêmement ultra-violette, la lumière se décompose dans le spectre depuis les rayons infra-rouges, caractérisés par périodes de vibration longue ou des nombres de vibrations courtes relativement faibles, après-l'infra-rouge, on passe au spectre rouge, jaune, vert, etc... on va ensuite dans l'ultra-violet à mesure que ce qu'onappelle la fréquence des vibrations lumineuses augmentent et quand on va dans l'extrême ultra-violet, on se raccorde avec les rayons X qui sont une lumière, quand on supppose notre conception actuelle de l'émission de la lumière et de l'émission des rayons X qui n'en sont qu'une variété, c'est que les atomes, avec leur cortège électronique autour du noyau ont des états que nous appellerons normaux, il y a là des conditions que nous étudions en ce moment qu'on appelle conditions de quantité déterminées de la manière dont chacun des électrons gravite circule autour du noyau et à l'état normal, en quelque sorte, ces mouvements sôorganisent d'une certaine manière que nous voulons connaître, mais quand l'atome est excité qu'il a reçu le choc d'un électron extérieur, corpuscule cathodique, son système de mouvement planétaire est modifié il est unpeu disloqué, les orbites s'agrandissent, les

mouvements se font avec des énergies considérables et c'est pendant le retour à l'atome qde cet état excité à l'état normal que l'atome émet de la lumière et suivant que l'énergie d'excitation est plus ou moins considérable, cette lumière est plus ou moins vers l'ultraviolet, plus l'énergie dépensée au cours est grande ou plus l'excitation avait modifié profondément l'état du système, plus le rayonnement émis est éloigné dans l'ultra-violet.

Cette conception de l'origine du rayon a donné lieu à des progrès extraordinaires récemmant et nous devons la considérer comme vraiment définitive, c'est que la lumière avec toute ses modalités et émise par les atomes ou pat les mollécules pendant le retour de celle-ci d'un état anormal excité, produit par des chocs extérieurs ou par l'absorption d'un rayonnement vers l'état normal, ce retour pouvant se faire par étapes successives, chacue étant marquée par un rayonnement particulier.

L'étude va nous renseigner sur lèétat normal par les anomalies,éèarts en partant de l'état normal écarts en y revenant. Pour en bien faire l'anatomie on regarde comment l'atome se comporte écarté de son régime normal et qu'il revient en même temps du rayonnement on étudiera le rayonnement en faisant ~~de~~la spectroscopie, on prendra la

lumière émise par une .... excitée d'une certaine manière on regardera comment la lumière se répartit, comment sont placées les raies spectrales émises par chaque espèce d'atomes, cette spectroscopie qui a commencé par les régions visibles du spectre, rayons X les plus durs elle se fait maintenant par les mêmes moyens . C'est même un jeune physicien français .... qui a pu obtenir la spectroscopie dans toute l'étendue des rayons X, exactement par les mêmes appareils, les réseaux qui servent à disperser la lumière ordinaire, mais en se plaçant deans des conditions convenables, il y a un spectre qui s'applique maintenant d'un bout à l'autre, que nous appelons le spectre depuis l'infra rouge jusqu'à l'extrême ultra-violet, le spectre des rayons X présente d'une façon analogue au spectre de la lumière, excité par ...... correspondant chacune à une certaine vibration lumineuse émise.

Je vous demande la permission de projeter deux clichés

En voici un qui représente un spectre, la partie intéressante et ici on a dispersé les rayons X émis par le tincstène, ce métal frappé par les rayons cathodiques émet des rayons X de même un gaz émet de la lumière, on voit ici en étalant au moyen d'un réseau ce spectre de rayons X, des raies apparaître qui sont caractéristiques d'un tincstène

Regardez ici en penchant la tête un peu à gauche, nous ne pouvons pas mettre le cliché verticalement, il représente une partie le spectre de rayons (Didot)

Les raies qui sont ici pour chacun de ces métaux correspondent aux raies que vous voyez tout à l'heure dans le spectre du tincstène, on voit que le métal a l'aspect de doubler les raies qui sont déplacées à mesure que le métal augmente de nombre atomique vers l'ultra violet et la simplicité de ces relations entre les spectres a rendue féconde l'étude de leur étude pour nous renseigner sur cette structure des atomes, ils sont venus entre les mains d'unjeune physicien anglais, Moseley, qui a été tué aux Dardanelles en 1917, cela a permis de confirmer par l'étude le spectre le résultat qu'il nous annonçait, le nombre d'électrons qui gravitent autour de ces rayons dans chaque atome.
C'est parce que ce nombre est la charge du noyauaugmentent progressivement depuis le calcium jusqu'au cuivre, que les raies correspondantes se déplacent vers l'ultra violet, je vous dirai, dans un instant, quels sont les résultats.

D'abord l'étude des molléculés, ceci concerne l'étude de la distribution des mouvements électroniques dans l'atome il y a aussi la sprectroscopie, les molléculés émettent aussi des spectres qu'on appelle des spectres de bandes par opposition aux spectres de raies qui émettent des atomes, et la

structure des mollécules peut aussi s'aborder maintenant par un autre procédé quiconsiste non plus à regarder ce qui émettait ces mollécules quand il existe une flamme par exemple, mais ce qui se passe quand on les fait traverser soit par de la lumière beaucoup trop grossière plutot̂ que par des rayons X, de même les énormes mollécules que constituent les cristaux on a pu en pénétrer, mais en regardant ce qui se passe quand on fait traverser par des rayons X, c'est en somme ces rayons viennent nous apporter pour la microscopie extrême de la structure des mollécules ou de la structure des cristaux, viennent nous apporter un moyen de vision que ne nous donne pas la lumière, permettent de voir et déterminer, comme vous le savez, par la longueur d'onde de la lumière cette espèce de longueur de la vague d'ondulation que la lumière représente, la lumière ordinaire... pour le rouge c'est plutôt 1/10.000ème de centimètre et ça c'est très grossier, c'est un moyen d'analyse qui peut suffire à nous donner des détails ordinaires que donne le microscope mais qui ne suffit pas pour une analyse plus grande, les régions de ...... montrent, ont des longueurs d'onde de l'ordre de 10.000 fois plus petites qui vont depuis 10 (moins 800 mètres), c'est à dire 1/100.000.000 ème de centimètre, jusqu'à environ autour de 10-9, le milliardième de centimètre et même au delà pour les rayons X qui constituent une lumière à longueur d'onde extrêmement courte.

La finesse extrêmement grande de structure qui permet d'analyser des structures de cet ordre de finesse se sont précisément, c'est l'ordre de structure des mollécules et des structures des cristaux, pour utiliser ce procédé un premier moyen a été indiqué par M. Law et, il y a 20 ans, et qui consiste en ceci, on prend un faisceau de rayons x, celui que nous produisions tout à l'heure, avec ouverture dans un écran de .... et que nous ayons fait une plaque photographique, en face, alors, les rayons X agissent somme toute et donnent une tache, s'il n'y a pas d'obstacle sur le trajet du faisceau de rayons, si on met une lame cristalline, par exemple,ici, on constate qu'il y a toute une série de taches qui apparaissent et qui, comme le montre la théorie correspondent à une véritable réflexion de ces rayons sur ce qu'on appelle les plans réticulaires de cristal.

Nous avons dans le cristal des mollécules qui s'orientent s'organisent en réseaux réguliers avec des plans qui contiennent toute une série de mollécules, la réflexion des rayons sur un plan réticulaire donnera justement une tache et on conçoit que l'observation de toutes ces taches vient renseigner sur l'orientation des plans réticulaires et l'intensité relative, permet toute une analyse du cristal.

Un second procédé qui n'oblige pas à avoir des cristaux

et qui est applicable même à la structure des mollécules a été étuliéée par M. de Bailly, il consiste non plus à utiliser un faisceau de rayons X, mais correspondant à une seule raie du spectre il fait traverser à ces raies un faisceau, une petite baguette de cristaux en poudre ou bien de matière qu'on peut étudier, on constate qu'il y a du rayonnement, disposition tout à fait symétrique autour du faisceau du rayon primitif, on a des directions prvilégiées dans lesquelles le rayonnement monochromatique a pu être diffusé et si on met autour une pellicule en observant les raies qu'on aperçoit là dessus, on peut être renseigné sur la structure ou de la poudre cristalline ou de la substance e, mollécules qui se trouve ici.

Je vais vous projeter quelques clichés qui donnent les résultats des expériences de Law.

Voici, par exemple, ceci c'est le cas du diamant, voici ici la tache centrale, le faisceau primitif, toutes ces petites taches qui se distribuent suivant la circonférence, à ce que les cristallographes appellent..... renseignent sur la distribution des atomes.

Voici, dans le cristal du diamant, voici le suivant une autre substance, c'est de la ..... de sulfure de zinc. Vous voyez le faisceau central ici, on traverse une lame, il y a

toute une espèce de courbes de distribution sans transition qui permettent ~~à~~ d'analyser la structure cristalline.

Voici un autre cristal, c'est du diamant..

Ceci, c'est justement le schéma de l'expérience de M. Debailly, ici, c'est la substance, soit poudre cristalline ou matière organique quelconque, qui produit une diffusion, la pellicule photographique disposée et v us voyez en perspective la voici développée, il y a là, ici, se trouve la centrale et la position de ces raies, leur intensité et leur distance permettent d'analyser la structure de la substance qui permet la diffusion.

Ainsi la spectroscopie, pour ce qui concerne l'atome et les petites molléoules que ~~xxxx~~ diffraction ou diffusion des rayons X pour les autres gros cristaux, l'ensemble des propriétés chimiques que notre organisation de la structure doit nous permettre d'interpréter, j'énumère des résultats et je voudrais qu'ils laissent dans votre souvenir des images c'est le grand service que le développement permet d'éliminer des choses trop abstraites indépendamment, il y a des choses que nous ne comprenons pas sur la structure exacte dunoyau il y a le mystère initial des deux électricités, pourquoi deux substances fondamentales, pourquoi chacune constituée de grains tous identiques électrisés de la même quantité, de même masse de grains, tous identiques, pour les protons,

qui sont tous de la même masse, 1800 fois plus grande, que les électrons, pourquoi? Ce n'est qu'un mystère.

Je vous avouerai que nous avons reculé les bornes singulièrement de ce mystère. Voici les résultats, qui concernent les atomes, la structure est particulièrement importante et particulièrement symétrique, pour ce que nous appelons les gaz rares. Cette première colonne de gauche, hélium, émanations du radium, etc.....

Ces gaz rares, comme je vous l'ai rappelé, se caractérisent surtout par l'absence de toute espèce de tendance à s'associer à d'autres atomes ou même à s'associer les uns les autres, ces gaz sont comme on dit monoatomiques chacun constitué par des atomes qui s'agitent de plus en plus fort à mesure que la température s'élève, indépendamment les uns des autres, ils rebondissent et ils subissent des chocs élastiques toute propriété correspond à une espèce de fermeture de ces atomes là sur eux-mêmes, ils représentent des organisations de ...électroniques autour du noyau qui sont particulièrement stables.

Le premier l'hélium a par conséquent 4 protons et comme rang 2,7 égal 2 électrons, dans son noyau, il y a deux électrons qui gravitent autour de lui, comment ces électrons

s'arrangent-ils? On a essayé de deviner, mais pour l'instant on ne pense pas grand chose à ce sujet, nous ne savons pas encore, nous savons que ces atomes sont très solides, mais les atomes d'hélium peuvent, quand ils s'entrechoquent, s'associer à d'autres atomes restés eux-mêmes ne pas s'associer à l'extérieur, ne pas échanger des électrons avec l'extérieur, nous avons donc une masse atomique 4, 2 électrons dans le système planétaire .

Après l'hélium viennent le néon qui a rang 10, le fluor, nous allons de 2 à 9, et puis le néon est le 10ème, son noyau a la charge 10, maintenant la masse de l'atome du néon exprimée comme multiple de celle de l'atome de l'hydrogène est 20 ou 22, il y a deux sortes d'atomes de néon qui diffère par la masse de leur noyau, mais qui ne diffèrent pas par la charge. Il a par conséquent 10 électrons qui gravitent autour de lui mais dans le néon il y a condensation de 20 atomes 20 atomes d'hydrogène, ont 20 protons qui sont réunis dans le noyau avec 10 électrons et 18 autres électrons qui passent tout en tournant dans le néon 22, il y a 22 protons et 12 électrons, dans le noyau il y a 10 électrons qui gravitent autour, la plupart des propriétés physiques des atomes chimiques sont dues surtout à leur partie périphérique comme le soleil central a la même charge, qui a le même

nombre d'électrons, qui gravitent autour de l'organisation électronique et ces atomes électroniques leurs propriétés sont déterminées en somme uniquement par la charge du noyau et l'organisation électronique qui dépend de la charge du noyau.

Comment ces électrons s'arrangent-ils? Ils s'arrangent [illegible] en deux groupes, dans le cas de l'hélium un seul groupe, deux groupes 4 ici, les deux premiers électrons qui vont être attirés beaucoup plus énergiquement la charge est 10, la traction est 10 fois plus grande, plus près, il y a le groupe 4 près du noyau, et puis 8 autres qui constituent un second groupe complet et le est de 8 électrons pour l'argon qui suit, il y a aussi plusieurs masses possible avec toujours la même charge du noyau qui est la charge 18, l'argon est si je prends par exemple l'argon 40, il y a 36 et 40, il est formé par 40 atomes d'hydrogène avec dans son noyau, 40 protons, ça fait 42 électrons, 18 s'organise en 52, l'hélium et du néon, plus resserré à la charge plus intense.

Cette répartition en groupe est assurée par la structure du spectre de rayons x, suivant exemple des électrons en fait augroupe 4 ét donne des éléments variables suivant la distance qu'ils ont à franchir. Après l'argon nous avons le Xénon, qui a le rang 54, le cripton qui a le rang 36, il

a la masse atomique différente 66, 8,82, 3, 4, 6

Je prends le moyen 82 protons dans son noyau et un nombre d'électrons qui sera 46 et 36 autres gravitant en un groupe l de 8, un groupe M qui en aura 18, un groupe N qui en aura 8 et ainsi de suite.

Voilà la structure, nous avons l'hélium deux cas et elle correspond à la ligne, le néon à 2, et puis l'argent 2,8 et le xénon, les émanations du radium 90 électrons.

Vous remarquerez, comme conséquence de l'analyse de ces structures, ces atomes-là ont une,sauf l'hélium, ont une carapace extérieure de 8 électrons et il semble que cet ensemble de 8 électrons soit particulièrement stable. Il semble que c'est la symétrie du cube qui constitue un solide particulièrement bien constitué et en réalité nous devons considérer que ces électrons prériphériques sont constamment en cirulation, il n'est pas impossible que malgré leur mouvement ils restent toujours distribués au sommet d'un cube.

Fermeture de l'atome sur lui-même et tous les chimistes sont en somme d'accord avec cette conception que quand un système atomique a ainsi une carapace extérieure de 8 électrons de gaz rares il est particulièrement stable, satisfait,

si vous voulez c'est une définition qui laisse encore place à beaucoup de compréhension qui résume un nombre énorme de faits chimiques, c'est que les atomes, tendent, en quelque sorte à se faire une carapace de 8 électrons, un atome particulièrement stable.

L'affinité chimique c'est latendance analogue à celle des gaz rares qui sont dans la première colonne, si nous partons maintenant de ces gaz rares qui sont en quelque sorte les jalons, la classification des atomes se jalonne par les gaz rares qui n'ont aucune affinité chimique, qui sont partcilulièrement stàbles, si de l'hélium nous passons aux atomes N° 3, le litium, il y a litium, il y aura 6 atomes d'hydrogène, 6 protons et 4 électrons ...... mécanique, comme une carapace d'hélium, le 3ème il va commencer à constituer le groupe L complet quand nous sommes arrivés au néon, il va faire cavalier seul, il est seul de son espèce il a une trajectoire, il va se promener assez loin, il va tout saper d'un trait, on n'est pas plus fixé que cela sur XXXX au point de vue de son association avec son système atomique, il gravite autour .

Le même fait se retrouve dans tous les alcalins, prenez justement touseles atomes qui suivent, évidemment les gaz rares, suit le sodium, suit le néon, le potassium, l'argon,

laissons le cuivre de côté, le rubinium suit le crypton, le 87, nous sommes , c'est un alcalin quand on l'aura trouvé...

Ca veut dire ceci après le néon, très fermé, j'ajoute un électron la charge deviendra 11 le sodium seulement les dix premiers électrons sont se grouper suivant un système qui fera le cavalier seul comme le 3ème du litium, le potassium dérivera. Il y aura un proton de plus dans le noyau.

Le 19ème électron sera aussi in électron très lâchement associé également pour le rudium avec .....

Quand on a passé aux métaux suivants le magnésium appele sodium, il y aura deux électrons de plus, ceux-là comment seront pas oublié que la charge du noyau augmente en même temps, ils commenceront à être plus omplètement liés tout en restant plus libres que dans les carapaces de gaz rares, puis n arrivera à la première colànne, le ...... aura 3 électrons dans le nouveau groupe, autour du système l'hélium, le carbone qui est particulièrement important, aura le rang 6 et la masse sera formée par tous les atomes d'hydriègne avec tous les protons et si les électrons, deux électrons dans le groupe L l'azote.... l'oxygène et le fluor.

Vous remarquerez que chacun des allogènes qui sont dans la colonnefluor et puis un allogène 86, qu'on ne connît pas qui est dans les corps radioactifs, quand on l'aura trouvé

certainement ilecomportera comme un alcalin. Il est tout à fait remarquable que chacun de ces allogènes précède immédiatement un gaz rare, qu'il a une carapace de 7 électrons, au lieu de 8, le chlore par exemple aura exactement une organisation d'argon, seulement avec 7 électrons au lieu de 8 en sa périphérie, vous voyez quand on part des gaz rares, pour passer de l'un d'eux suivant qu'on commence par rencontrer ~~atxxx~~ un métal alcalin et puis avant d'arriver aux gaz rares, suivant qu'on a un allogène et entre l'hélium et le néon on a le litium et puis le fluor et le sodium et le chlore entre l'argon et le fidon il faut ajouter non pas 8 mais 18 électrons, cette addition de 18 se fait en commençant par le potassium avec le calcium et puis au lieu de rencontrer un allogène au bout de 8, c'est au bout du 17ème qu'on rencontrera le brome et dans l'intervalle on a des métaux qui suivent les gaz rares et prolongent d'autant plus loin que le nombre des électrons est plus grand......... par le nickel, le zinc, et puis on trouve desmétalloïdes ici, les allogènes, le plus caractérisé sont des métalloïdes comme ...... oxygène au-dessus ~~gmxx~~ du scripton au xénon ~~dmmkx~~ on a encore une addition de 18 électrons on trouve même succession des métaux.

Ici, un qu'on ne connaît pas, l'argent, ... étain on arrive à des métalloïdes à mesure qu'on s'approche du gaz rare l'iode et l'allogène qui précède le xénon entre le xénon et le .... on a entre les deux à ajouter, là on traverse des métaux d'abord le groupe d'éthers rares, le tantol, ce nouveau métal qu'on a trouvé à Prague et qu'on appelle le pragnium, je crois, et puis l'or, le mercure on arrive ici, de cet allogène à la veille de l'émanation, on arrive au radium, suit un alcalin qu'on ne connaît pas, le radium et puis là il est probable que les noyaux deviennent trop compliqués, ça se démolit, l'absence d'atomes rend plus élevé et est lié à l'instabilité du noyau remarquable, nous constatons qu'il y autant de types possible d'atomes au point de vue propriétés chimiques et physiques qu'il y a de nombres entiers possible entre l'hydrogène qui correspond à une charge de noyau et l'uranium arche du radium, 92, tous les nombres entiers à ces deux exceptions près, vous voyez, au fond nous attribuons les propriétés chimiques d'un atome à l'organisation au système de synthèse, et quand nous arrivons à avoir 7, comme dans le fluor, le chlore, le brome, nous avons un allogène mais comment ces faits vont-ils se répercuter sur les propriétés chimiques et les propriétés physiques?

La chose importante c'est qu'ayant un électron

comme cela, vagabond, qui n'est lié de manière peu énergique ils perdront facilement tandis que les allogènes qui en ont déjà 7 et qui se stabiliseront lorsqu'ils en prendront un 8ème vont pouvoir recueillir les électrons aux vagabonds qui vont de l'alcalin, si nous mettons en présence du sodium avec son noyau de charge 11 ces électrons 4 qui sont 2, ces électrons qui sont 8 et sont des électrons périphériques si nous mettons en présence de chlore avec son noyau 17 avec 2 électrons ici 8, ici et puis 7, les électrons périphériques du sodium vont quitter l'atome de sodium et passer sur l'atome de chlore pour passer ensuite à 8, sa carapace, le sodium aura une architecture électronique ...... de gaz rares le chlore, avec les électrons supplémentaires aura....
et l'or ces deux systèmes seront beaucoup plus solides que ne l'étaient les atomes primitifs, celui ci que nous appelons sodium qui a un noyau positif, 11 électrons négatifs, celui-ci l'atome de chlore ayant capté un électron qui a un noyau 17 et 18 électrons autour de lui est négatif,
ça constitue de qu'on appelle l'un électrisé positivement ~~l'autre négativement~~ parce qu'il a perdu un électron, l'autre négativement parce qu'il en a perdu un de trop.

Nous interprétons l'électrisation des corps qu'on peut interpréter des électrons négatifs, ils passent sur l'autre

le premier reste électrisé positivement l'autre négativement le processus de la combinaison est le même que leprocessus d'un corps .... de l'électron de l'un sur l'autre, ces deux systèmes étant électrisés de signes contraires s'attirent pour donner la mollécule de sel marin, à l'état de vapeur, constituée par des mollécules comme cela.

Vous voyez la généralisation, si au lieu de sodium nous passons aumagnésium, qui est l'élément 12, il a deux électrons périphériques qui peuvent satisfaire deux atomes de chlore. Nous aurons la mollécule constituée d'un ion, magnesium positif, deux fois et de deux ions négatifs, chlore négatifs parce que chacun d'eux a pris l'électron périphérique qui/le satisfait pour avoir sa carapace d'argon, vous voyez que ceci nous fait considérer la distinction entre les métaux et les métalloïdes en considérant les métaux comme système ..... et les éléctrons périphériques ne son pas très fortement liés, les aidant à s'en aller pour compléter d'autres atomes, par exemple en laissant des systèmes des ions métalliques tandis que lesmétalloïdes allogènes sont les mieux caractérisés, sont des systèmes qui tendent à rendre les électrons supplémentaires pour se faire des carapaces de gaz rares de se stabiliser dans l'intervalle entre le litium et le fluor qui ne fonctionne

que comme allogène, les propriétés évoluent progressivement par exemple un corps comme le carbone qui a 4 électrons périphériques peut compléter sa carapace de gaz rares soit en perdant ses 4 électrons pour devenir un système d'hélium, il pourra s'associer à un métal en prenant des électrons pour compléter sa carapace.

Je vais vous projeter un cliché qui représente le modèle de ce que nous devons nous rappeler le cristal de sel marin qui est cubique, voici on a là une charpente ayant la symétrie d'un cube, comportant des ampoules blanches et noires, blanche représente les ions ou chlore et les ampoules noires représentent les ions sodium électrisés positivement, toutes les rangées qui sont ici dans les trois directions principales, ce système-là est parfaitement stable, chaque ion n'y étant pas associé à un autre ion pour formr une mollécule mais se trouvant également écarté de sections les plus rapprochées du type différent cet atome de section que l'on ne peut pas .... à ces deux atomes de sodium qu'à cex deux-ci ou ces deux-là,

Ce système a une stabilité particulièrement grande le cliché suivant montre la représentation concentrée du schématiquement par ses ampoules sont assimilables à des sphères qui se touchent dans ce réseau. Vous reconnaissez l'alternance chlore sodium dans chacune des directions et les données justement de l'analyse par la différenciation

des rayons X, permet d'évaluer les rayons, que ces ions présentent comme en sorte limite des mouvements électroniques dont ils sont le siège, l'atome de sodium se comportant comme plus gros que l'atome de chlore les dimensions auxquelles on est conduit sont les suivantes:

Pour l'atome distance entre les centres de 2 atomes, le centredl atome à distance est de xxxx 2,214/100.000.000ème de centimètre avec la répartition, le rayon de l'atome de sodium étant 1,77, toujours 100.000.000ème de centimètres et pour l'atome xxxx chlore 1,05282, c'est la même chose.

Eh bien! tous les nombres qu'on obtient ainsi pour les dimensions des atomes d'étude de ces cristaux sont du même ordre par exemple pour l'atome d'hydrogène on doit lui supposer un diamètre de 1/100.000.000ème de centimètre, c'est à dire àpeù près un peu moins de la moitié du rayon de l'atome du sodium, c'est une chose assez remarquable que tous ces systèmes atomiques se comportent comme ayant des dimensions dumême ordre du 100.000.000ème de centimètre, on s'en rend compte en concevant que chacun des électrons extérieurs n'est attiré que par une charge positive, puisque l'ensemble du noyau et des autres électrons ne laisse une charge positive supplémentaire, c'est pour ce fait là que tous les atomes .... qui font que xxxxxxxx les dimensions

sont tellement pareilles quand on passe d'une variété à l'autre.

Un mot sur cet ordre de grandeur qui est si remarquablement petit, ce sont les dimensions des atomes, les noyaux je vous l'ai dit sont de l'ordre de 10.000 fois plus petits comme diamètre de sorte que~~xx~~ vous voyez bien l'organisation le noyau qui est de cet ordre de grandeur et~~t~~ autour de lui les orbites avec des dimensions de cet ordre.

Si on veut se faire une idée de la petitesse de ce nombre-là, imaginez que nous prenions tous les atomes d'hydrogène contenus dans un gramme d'hydrogène, je vous ai dit que d'après la masse il y en a 18-^{23}, 600.000.000.000.000 de milliard et puis si on suposait que ces masses d'hydroè gène soient bout à bout de façon à faire comme un collier de perles contenues dans un gramme d'hydrogène ~~xxxxxxxxxx~~ quelle longueur chacun à ce diamètre comme il y en a en nombre ça fait ~~xxxx~~ cette longueur-ci 8-^{20} x 18-^{8} ça fait 60.000.000.000 de kilomètres par seconde. Il resterait d~~xxxx~~ 50 heures ou si on cherchait avec ce ruban de colliers d'atomes d'hydrogène enfilés comme des perles et pesant 1 gramme autour de la terre on trouve qu'il ferait 1.500.000. fois le tour de la terre, ça nous indique l'extraordinaire petitesse de ces atomes et l'énormité du nombre contenu dans la moindre quantité de matière.

Maintenant à côté du cristal de chlorure de sodium, nou avons d'autres structures cristallines, je vais vous projeter le cristal, ceci c'est ce qu'on appelle la fluorine..... alcalino-terraux et puis du fluor, un calcium peut le satisfaire, Voilà le réseau qui est cubique, les boules noires représentent le calcium et les boules blanches le fluor si on juxtapose, on voit qu'il y aura deux fois plus de fluor qu'il y a de calcium, ceci c'est le carbonate de calcium, c'est le spatz d'Islande, c'est du carbonate de calcium .

Ces arrangements-là: carbone, oxygène , calcium permet à chacun de ces atomes de se faire une carapace de gaz rare.

Si on regarde par la pointe en haut, on voit cet aspect ci 6 atomes de calcium, 1 en haut et un en bas, l'atome de carbone ici et si on juxtapose indéfiniment des mailles comme celles-là, on a le cristal de chlorure de calcium, les dimensions sont marquées là.

Voici la structure du quartz, celle du cristal de roche, constituée par de la silice, le silicium a 4 électrons périphériques, il se combine avec l'oxygène qui a 6 électrons périphériques, chaque oxygène prendra deux pour se compléter et comme le silicium peut en perdre 4 il peut satisfaire l'ocygène.

Ces mollécules d'oxygène s'organisent par groupes de

trois qui sont dans le même plan. Si on regarde par la pointe, les trois atomes, les mollécules qui s'associent à la même hauteur et constituent une espèce de vis à laquelle est lié le pouvoir, toute structure est fournie par rayons X et implique toutes les propriétés chimiques et physiques du cristal de quartz.

Enfin, un mot pour donner ce qui correspond à un autre mode essentiel aussi d'association des atomes, les modes d'association que nous venons de voir dont les plus caractéristiques sont ceux du sodium avec le chlore, du calcium avec le fluor, du magnesium avec le chlore, appartiennent au groupe de liaison ou un atome perd un ou plusieurs électrons, ou un autre atome prend les électrons supplémentaires pour se faire l'un et l'autre une carapace de gaz rares et l'associations se fait parce'que l'un reste positif et l'autre reste négatif, ce genre de liaison qui figure dans les sels .

Il y a une sorte de relâchement sur la structure de l'eau, attaque de rayons électrostatiques, les deux ions au lieu de rester unis se dissocient de sorte que la solution de chlorure de sodium doit être instituée non plus comme forme des mollécules avec un ion sodium et un ion chlore, associés ou un réseau de ions comme dans le sel

solide mais comptant en solution des ions sodium et chlore qui se promènent librement, indépendamment les uns les autres ça fait des sens électrisés et si on plonge des électrodes une positive et l'autre positive le sodium positif va se déplacer vers les électrodes négatifs et le chlore vers la positive, on aura l'électrolyse du chlorare de sodium décomposé en sodium d'un côté et en chlore de l'autre, il y a des combinaisons qui ne donnent pas lieu à cette dissociation électrolitique entre atomes de même nature, par exemple l'oxygène gazeux, doit être considéré comme résultant des mesures de densité, comme formé d'atomes liés deux à deux dans l'air et formé de 2 atomes de même l'azote qui est le type de liaison qui intervient et et qui se retrouve dans ces (caisses) pour satisfaire ///// et se faire une carapace de gaz rares.

Il n'y a pas seulement le moyen qui consiste à ~~faire~~ prendre un électron à un autre atome, comme le cas des allogènes, ou bien en laisser partir comm c'est le cas pour les métaux, il y a le moyen quiconsiste à mettre des léectrons en commun quand on est trop pauvre, s'assurer la sta bilité ou la tranquillité en mettant quelque chose en commun

On peut faire à côté un second cube qui sera associé par une arrête, il n'y a qu'un seul électron à chaque sommet soit d'une arête quelconque, soit d'une arête commune, il y a deux de moins, ça fait 14 en se mettant à deux il y a à l'intérieur le noyau du chlore et les deux électrons K et L, 8 électrons L et nous avons deux systèmes électroniques qui ne sont pas strictement le système d'argon qui se rapproche beaucoup par cette mise en commun c'est la mollécule de chlore, tout cela danse schématiquement on peut comprendre de même au lieu de mettre les arêtes en commun ils mettent une (vague) en commun, l'oxygène ayant disponible par atomes deux en mettant à 2 atomes faire les 12 nécessaires pour donner à leurs deux cubes juxtaposés par une vague comme ceci qui vont vers les 12 électrons et les noyaux et ..... électroniques qu'a simplement à l'intérieur, nous donnera la mollécule d'oxygène, si on regarde comment ça peut s'arranger avec le carbone, c'est pas très commode pour l'azote on ne voit pas très bien pour donner une mollécule le carbone ça ne marche plus au fond, la vapeur de carbone quand on peut la produire, le carbone se refuse à l'état gazeux parce qu'il n'arrive à se satisfaire qu'à condition de faire intervenir un plus grand nombre d'atomes et en fait comme au carbone il en manque 4 il n'a

que 4 électrons périphériques, il faudra qu'il en mette un en commun avec les 4 autres en mettant chacun ça en fera deux et quatre fois deux, c'est comme cela que le diamant est fait pour trouver la structure du diamant on a imaginé le cristal qui se présente comme cubique et il suffit pour voir la structure de supposer que le volume cristal est partagé en petits cubes comme ceci, ayant un côté que nous connaissons au centre de ce cube il y aura un atome de carbone et puis à 4 des sommets formant ce qu'on appelle les deux sommets et les deux commets de l'autre diagonale et inférieure, si je joins l'atome central aux 4 atomes qui sont ici j'ai 4 directions qui sont parfaitement symétriques en l'espèce et si on juxtapose des cubes comme cela en les associant, ils vont être juxtaposés les uns avec les vagues communes, les autres avec les arêtes communes ici immédiatement en avant il y a aussi avec les sommets communs, si on suppose que dans celui-ci j'ai un sommet diagonal, seulement, je ne mettrai pas d'atomes dans ce cube-là, au milieu je ne mettrai d'atomes au milieu que pour le cube associé au premier par une arête dans celui qui serait ici, en avant, on en mettra un et un ici eh on arrivera ainsià une structure où chaque atome est le centre et les quatre sommets seront occupés par quatre autres atomes.

si onsuppose qu'un met en commun un électron, on arrive à avoir 4 doublé, ça fera ... qui entoure, voilà le diamant ce n'est pas plus difficile que cela (Applaudissements)

Vous voyez ce qu'il y a de particulier, il y a un cube libre sur deux, le diamant est assez laculaire, c'est un édifice très religieux, mais qui est tout de même assez fragile, toute la place est occupée, vous savez également que le graphite est une autre forme du carbone, il y a une toute autre association. Je vais vous projeter le cliché, dans le graphite, les atomes, au lieu de s'associer par des, être associés dans les plans par exemple des passages hexagonaux et chaque atome en un de ces passages est relié à 3,20 voisin et change avec eux un électron, par conséquent il y aura, si les électrons autour de chaque atome seulement le plus voisin, ensuite celui-ci, sont beaucoup plus loins, ça fait que le 4ème électron d'atome de carbone n'est pas mis en commun avec un autre atome du moins de la même manière qu'avec trois atomes voisins; dans le carbone n'est tout à fait complet, il y a quatre électrons.

Ici, au contraire la structure est tout à fait différente, chaque atome n'est relié qu'à trois atomes voisins, les distances sont du même ordre, le côté de ce pavage est hexagonal.

Comme conséquence, on a l'interprétation de toutes les sous-propriétés dugraphite, en particulier. Vous savez que le graphite est un lúbréfiant, la mine de plomb, ses propriétés sont liées à ce que ses dallages successigs très éloignés les uns des autres peuvent glisser, c'est le glissement de ces pavages qui donne l'interprétation du graphite.

D'autre part, le quatrième électron de chaque atome de carbone n'est pas lié originement aux autres, il peut se promener, s'élever s'il veut passer d'un atome au voisin qu'il sert de transition avec l'interprétation électrique des métaux qui eux sont trop loin de la carapace pour pouvoir songer à en faire en s'associant, ce qui arrive quand les atomes métalliques se réunissent, c'est qu'ils forment des empilements en laissant en quelque sorte à l'état vagabond les électrons périphériques et ces empilements sont de diverses natures.

Je n'ai pas le temps de vous analyser en détail le fait essentiel c'est que quand on prend par exemple le zinc à deux électrons périphériques qui peuvent les atomes de zinc, se mettre en pile de boulets, imaginez que vous ayez des gammes vous pouvez les ranger avec une au centre et 6 autour, c'est un pavage hexagonal et si vous mettez d'autres au-dessus dans les creux vous allez avoir un second plan, vous faites l'édifice le plus compact, le réseau

cristallin du zinc et quand les 2 électrons que chaque atome de zinc a autour de lui sont au milieu de cet édifice ils ne savent plus très bien à quel atome zinc ils appartiennent, ils passent à l'atome suivant ils peuvent ainsi circuler en étendue [illegible] de relâchement aux atomes dans le sillage desquels ils gravitent momentanément, ils peuvent circuler dans la période du métal, si on exerce une action électrique, si on électrise positivement une extrémité d'un fil de métal et négativement l'autre ces électrons négatifs ainsi mobiles peuvent librement obéir à l'action électrique qui tend à les repousser pour les transporter à l'extrémité positive, lesconductibilité comme conséquence de cette existence est comme liée à leurs propriétés chimiques au fait de former des ions par association avec des atomes qui prennent les électrons vagabonds pour se faire à eux-mêmes une carapace de gaz rares, ceci aussi donne la clef des propriétés métalliques de ces métaux, le fait que ces empilements qui les constituent sont les empilements les plus serrés, ça se prête beaucoup mieux aux déformations, ça peut davantage glisser en quelque sorte, la conductibilité est liée à ceci

Le diamant, au contraire, ça résiste, la charpente est très relativement compliquée, il y a des creux ménagés tandis qu'il ne se prête pas à des modifications comme les atomes métalliques.

Les conséquences que nous pouvons déduire de notre exploration des édifices atomiques ou molléculaires, ces conséquences donnent à un très haut degré la clef d'un grand nombre de phénomènes restés mystérieux, en particulier le fait qu'on peut brancher des fils métalliques les uns à la suite des autres, fils de cuivre, ça arrive dans cette salle, les tincstène qui sont dans la lampe eh bien! le courant électrique qui circule là dedans, nous le concevons comme résultant de la présence dans la charpente du zinc du fil de cuivre qui est aussi de ces électrons qui circulent comme cela et faire passer à l'intérieur d'un atome, si on le demande, une action qui tend à soulever tout le système d'électrons dans ~~[illegible]~~ dans un drain comme on le fait quand on fait tourner une dynamo alors on va avoir dans le circuit un écoulement de ces électrons et il en passera à travers chaque section du fil, le même nombre dans le même temps et dans ces lampes-ci, il en passe au moins 10.000.000.000 de milliards par seconde et là où le fil est gros le courant passe facilement, il n'y a pas beaucoup de frottement.

Nous en recevons le résultat ici au fond je pourrais continuer encore longtemps, seulement l'impression donnée est celle-ci, quand vous manipulez les matières maniées à

l'électricité, un montage électrique, ne craignez pas de voir les choses comme je viens de vous le dire, je vous présente cela avec garantie, vous avez le droit d'imaginer dans les métaux ces électrons qui sont les mêmes dans tous et quand vous avez constitué ces circuits, ils circulent comme aussi les électrons sont les mêmes dans tous les fils métalliques, comme quand vous avez des tuyaux raboutés chaque tuyau perdant autant qu'il en rеçoit, les fils métalliques en ont toujours un même nombre.

Au contraire, quand on a non plus des conducteurs métalliques mais électrolyques la solution de sodium, dans lesquels véhicules sont des ions de sodium ou de chlore, quand ceux-là circulent, il en résulte une modification dans les cas de la solution.

Ca change la solution, c'est la composition par la décomposition, c'est la chimie par l'électrolyse. (Applaudissements)

M. GABELIE - Mesdames, Messieurs,

Je me garderai bien d'ajouter le moindre commentaire à l'exposé admirable et je puis dire lumineux que nous venons d'entendre, bien qu'au début de cette conférence j'aie remercié à l'avance M. le Professeur Langevin, certain d'être votre interprète à tous, en reconnaissance du souvenir de cette belle réunion et je prie Monsieur le Prof. Langevin de vouloir garder le souvenir de cette journée en recevant cette plaquette (Applaudissements)