§ 2. — *Considérations théoriques.*

Les considérations théoriques soulevées par l'étude des phénomènes de radioactivité se rapportent à deux problèmes; le premier est relatif à la nature de l'émission, le second consiste dans la recherche des sources auxquelles les corps actifs puisent l'énergie qu'ils dépensent à chaque instant.

Les faits exposés dans les chapitres précédents nous ont conduit à reconnaître quelques-uns des modes de transmission de l'énergie des corps actifs aux corps extérieurs, mais les analogies observées entre diverses parties de l'émission totale et d'autres phénomènes physiques n'ont fait ressortir aucune explication de la cause première de la radioactivité.

I. NATURE DE L'ÉMISSION DES CORPS RADIOACTIFS. — Examinons d'abord quelles sont les conclusions que l'on peut déduire de l'étude de l'émission; celle-ci constitue le seul phénomène abordable à l'expérimentation, et toutes ses manifestations ne nous sont peut-être pas encore connues.

L'expérience nous montre que dans l'émission totale, on doit distinguer deux phénomènes, le *rayonnement* et l'*émanation*.

Le premier se compose lui-même de diverses parties qui sont à peu près complètement identifiées avec les divers rayons observés dans les décharges électriques au travers des gaz raréfiés. Le second ne paraît jusqu'ici avoir d'analogie avec aucun autre phénomène connu.

Rayonnement. — Le rayonnement des corps actifs se manifeste sous trois formes que l'on est convenu de désigner par α , β et γ .

Les rayons α paraissent assimilables aux rayons canaux.

Les rayons β sont identiques à des rayons cathodiques, et les rayons γ se comportent comme des rayons X très pénétrants.

Dans les tubes à gaz raréfiés, les décharges électriques font naître des rayons cathodiques et des rayons canaux, et les rayons cathodiques donnent eux-mêmes naissance à des rayons X. On sait aussi que les rayons X provoquent un rayonnement secondaire formé d'une partie non déviable par un champ magnétique et d'une partie déviable transportant des charges électriques négatives.

L'association des rayons α , β et γ dans le rayonnement des corps actifs n'a donc rien qui doive nous surprendre.

Il convient de remarquer que les rayons γ se rencontrent dans le rayonnement de tous les corps actifs, même lorsque ceux-ci manifestent isolément l'une des espèces de rayons déviables à l'exclusion de l'autre. On les retrouve dans le rayonnement du polonium qui ne contient pas de rayons β , et dans celui de l'uranium qui ne paraît pas émettre de rayons chargés d'électricité positive.

Cette constatation n'est pas contraire à l'existence d'une dépendance mutuelle entre les rayons γ et les rayons α ou

β , mais elle n'est pas suffisante pour nous indiquer si certains rayons donnent naissance aux autres.

L'une des hypothèses les plus vraisemblables consiste à regarder les rayons X et par suite les rayons γ comme des impulsions de l'éther, ne constituant pas des ondes régulières. D'autre part, on verra plus loin que l'une des hypothèses que l'on peut faire sur la radioactivité, est de considérer le phénomène, et en particulier les rayons α et β , comme les effets d'une série d'explosions atomiques. Dans cet ordre d'idées, il semble assez naturel que ces explosions provoquent des perturbations de l'éther ne se succédant pas avec la régularité que l'on rencontre dans les phénomènes lumineux.

La partie du rayonnement dont l'étude a été la plus complète, est la partie β ou partie cathodique. On a vu que l'on rendait compte de ses propriétés, dans leurs moindres détails, en considérant un faisceau cathodique comme constitué par des petits corps transportant des charges électriques négatives. Ces corpuscules, selon l'expression de M. J.-J. Thomson, ou ces électrons, comme les appelle M. Lorentz, ont été considérés comme des parcelles de matière ordinaire dont les masses seraient environ mille fois plus petites que celle de l'atome d'hydrogène.

La théorie « balistique » ou corpusculaire a été féconde par les expériences qu'elle a provoquées. Dans cette théorie, la transmission des rayons cathodiques qui traversent les corps solides en conservant leurs charges électriques, devenait comparable au passage d'un flux de poussières au travers d'un treillage. Les masses les plus faibles et les plus rapides devaient être les plus péné-

trantes, les plus grosses et les plus lentes devaient être les plus absorbables. Les rayons secondaires pouvaient être considérés comme constitués par la matière entraînée ou pulvérisée par les projectiles cathodiques.

La réalité des charges négatives transportées par les rayons cathodiques a été démontrée, tandis que l'existence même des corpuscules est encore en question. Les expériences de M. Kaufmann ont montré que le rapport de la masse attribuée aux corpuscules fictifs, à la charge qu'ils transportent était variable avec la vitesse calculée. D'un autre côté, en s'appuyant sur la théorie de M. Lorentz, M. Abraham a montré qu'une partie au moins de l'inertie d'un électron en mouvement était de nature électro-magnétique et fonction de la vitesse. En appliquant à ses expériences les formules de M. Abraham, M. Kaufmann a cru pouvoir conclure que, dans la limite des erreurs de ses expériences, la masse calculée pour l'électron était entièrement électromagnétique, et l'importance de cette considération fait désirer des expériences plus complètes sur cette question.

Des expériences suffisamment précises manquent également pour les rayons α ; on sait seulement qu'en leur appliquant la théorie balistique, les masses calculées sont plus grosses et les vitesses moindres que pour les rayons cathodiques.

Les électrons ne semblent pas devoir être considérés comme répondant à la matière ordinaire sous les états que nous lui connaissons. Sir W. Crookes, l'initiateur de ces idées théoriques, considérait la « *matière radiante* » comme un quatrième état de la matière, et la « *matière radiante* »,

support des charges transportées, n'est autre que l'électron.

Il résulte de ces diverses considérations que si, par le fait du rayonnement, les corps actifs subissaient une perte de poids, celle-ci paraît devoir être tellement faible qu'elle échapperait à nos moyens de mesure. On a rappelé plus haut qu'aucun changement de poids des corps actifs n'avait pu être constaté avec certitude.

Le rayonnement, en rencontrant les corps ambiants et en pénétrant dans ceux-ci, s'y transforme et provoque des effets calorifiques, chimiques et lumineux.

Une partie du rayonnement peut même être absorbée et transformée sur place, à sa naissance, dans les préparations actives elles-mêmes. La phosphorescence spontanée des sels de radium accompagnée des bandes spectrales de certains gaz, et une partie au moins de la chaleur dégagée peuvent être attribuées à cette absorption.

Émanation. — Les effets de l'émanation ont été très complètement étudiés par M. et M^{me} Curie et par M. Rutherford. Ce phénomène paraît intimement lié à la présence de la matière.

L'émanation du thorium découverte par M. Rutherford se comporte comme un gaz. L'auteur expliquait la radioactivité qu'elle communique aux corps, et, en particulier, à ceux qui sont électrisés négativement, en supposant que l'émanation produit un dépôt matériel. Cette hypothèse paraît rendre compte de tous les faits, à la condition toutefois d'admettre que le dépôt est en quantité tellement faible que sa présence ne peut être révélée par aucun des procédés applicables à la matière ordinaire.

De leur côté M. et M^{me} Curie ont montré que l'activité

induite par le radium se transmettait par les gaz, qu'elle ne se produisait pas dans une enceinte où l'on entretenait le vide d'une manière continue, et que l'émanation se diffusait dans les gaz comme le ferait un gaz dans un autre gaz. L'émanation communique superficiellement aux corps des propriétés temporairement identiques à celles de la matière active elle-même.

Il semble qu'on puisse attribuer à l'état de dissociation électrolytique la mise en liberté de la cause de la radio-activité induite car la présence de l'eau et surtout l'état de dissolution dans l'eau favorise la manifestation de l'émanation.

Au contraire, la calcination de certains sels fait disparaître la faculté d'émettre l'émanation, sans altérer l'intensité du rayonnement; cette disparition coïncide avec la disparition des traces d'eau dans les sels. L'émanation reparait si le sel est dissous puis ramené à l'état solide. On pourrait expliquer la disparition de l'émanation par le fait que la calcination peut provoquer à la surface des particules solides la formation d'une couche vitreuse qui intercepte les échanges gazeux et confine l'émanation à l'intérieur des particules vitrifiées.

Peut-être également faudrait-il attribuer à une constitution moléculaire s'opposant à la diffusion des gaz l'absence d'émanation avec l'uranium et le polonium.

Il convient de rapprocher de ces considérations les phénomènes d'activation obtenus en précipitant des corps inertes dans des solutions actives. Ceux-ci prennent temporairement une activité de même nature que celle du corps actif dissous.

On pourrait penser que, dans ces expériences, l'activation est due à des parcelles de matière radioactive entraînées par la précipitation. Mais comme l'activité disparaît au bout de quelque temps, on serait obligé d'admettre, soit que la matière active disparaît dans l'acte de la radioactivité, et que la quantité entraînée est assez faible pour que sa disparition se fasse assez rapidement et devienne appréciable, soit que la matière entraînée a perdu la propriété d'avoir une émission permanente, et est devenue temporairement active comme l'est l'émanation.

Cette dernière conception s'exprime plus simplement en disant que le précipité a fixé l'émanation mise en liberté par la dissociation électrolytique corrélative de l'acte de la dissolution. L'affaiblissement de l'activité de la matière active dissoute serait dû à cet emprunt. On a vu, du reste, que cet affaiblissement était temporaire et que l'activité se régénérât spontanément avec le temps. Cet affaiblissement et cette récupération se manifestent avec tous les sels actifs dissous, puis ramenés à l'état solide.

J'ai pensé que la récupération d'activité observée dans les divers cas pouvait s'expliquer en admettant que l'émanation produite d'une manière continue par une préparation radioactive, se fixait en partie sur la préparation elle-même. La fixation se ferait, soit sur la matière inerte mélangée à la matière active, soit sur les molécules inactives associées chimiquement aux molécules actives. Les parties ainsi activées participent à l'émission totale, de sorte que, par l'effet de cette « auto-activation », l'activité d'une préparation doit augmenter spontanément

pendant quelque temps à partir du moment où elle a été obtenue.

L'accroissement d'activité doit tendre vers un maximum qui sera atteint lorsque la disparition naturelle de l'activité induite compensera exactement l'activation due à la production continue de l'émanation.

La quantité de chaleur dégagée augmente en même temps que l'intensité du rayonnement, et en même temps que la fixation de l'émanation, soit dans les corps solides, soit dans les dissolutions.

Lorsqu'on dissout une préparation radioactive, l'activité induite des matières mélangées et celle des éléments dissociés se répandent dans la solution d'où elles peuvent être transmises aux gaz ambiants, et lorsqu'on ramène ensuite la préparation à l'état solide, les matières inertes n'ont plus la même activation qu'avant d'avoir été dissoutes.

L'activité du sulfate de baryte précipité dans la solution d'un sel d'uranium peut être temporairement plus grande que l'activité du sel d'uranium, et ce fait montre bien que l'activation n'est pas due à des parcelles d'uranium entraînées mécaniquement.

Il semble y avoir eu dans ce cas concentration sur une petite quantité de matière inerte, de la presque totalité de l'émanation répandue dans la solution.

Un phénomène du même ordre intervient peut-être dans la concentration progressive de l'activité induite par une série de précipitations fractionnées, telle que l'a réalisée M. Debiere.

On peut même pousser plus loin les conséquences de

cette hypothèse et se demander si dans les opérations de fractionnement par cristallisation la masse totale de l'activité répandue dans la solution n'intervient pas pour communiquer aux premiers cristaux déposés une activité permanente supérieure à celle des cristaux déposés ultérieurement dans la solution déjà affaiblie.

On voit combien l'hypothèse qui assimile l'émanation à une matière active se prête facilement à l'interprétation des phénomènes. Dans cet ordre d'idées, pour me guider dans mes recherches, j'avais émis l'hypothèse suivante (1).

Il y aurait dans les corps radioactifs deux sortes de particules de différentes grosseurs, les unes environ mille fois plus petites que les autres; en se séparant, les plus petites emporteraient des charges négatives, et prendraient des vitesses énormes qui leur permettraient de traverser les corps solides, ce seraient les rayons β ; les autres, plus grosses, dont les masses seraient de l'ordre de grandeur de celles des ions électrolytiques, seraient animées de vitesses beaucoup moindres; les unes, chargées positivement formeraient des radiations très absorbables, les rayons α ; les autres ne traverseraient pas les solides et constitueraient l'émanation, se comportant comme une sorte de gaz qui formerait sur tous les corps, excepté sur ceux qui sont électrisés positivement, un dépôt matériel; on expliquerait ainsi les phénomènes de radio-activité induite, l'identité temporaire du rayonnement et de l'émanation des corps activés et des corps activants,

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXXXIII, p. 979 (9 décembre 1901).

et l'identité de l'induction sur les divers corps solides quelle que soit leur nature.

Ce dépôt de matière serait capable de se diviser à son tour en particules plus petites qui traverseraient le verre, donnant des rayons déviables et non déviables observés avec les substances induites, et ce serait par suite de cette subdivision moléculaire que la radioactivité induite se dissiperait, même au travers d'une enveloppe de verre.

Tout en me laissant guider par cette hypothèse pour l'exécution de diverses expériences décrites dans les chapitres précédents, je n'ai reconnu aucun fait précis de nature à établir que l'émanation fût réellement de la matière dans l'un des états sous lesquels celle-ci se présente habituellement.

M. Rutherford a été conduit de son côté à penser que l'émanation était matérielle; et même il n'a pas hésité à lui attribuer les propriétés des gaz du groupe de l'argon ou de l'hélium.

L'absence de tension de vapeur dans le vide, le fait qu'on n'observe aucune trace des raies spectrales caractéristiques du radium dans les gaz radioactifs extraits des sels de radium, et la disparition totale de l'activité de l'émanation enfermée dans un tube scellé, paraissent contraires à cette manière de voir.

Pour répondre à ces objections on pourrait admettre que dans l'émanation la matière est en quantité trop faible pour que les manifestations, par lesquelles nous caractérisons les corps, soient sensibles. On sait en particulier que les raies du radium n'apparaissent qu'avec des produits contenant une proportion notable de ce corps.

L'opinion que M. Curie (1) a puisée dans ses beaux travaux est : « qu'il n'y a pas actuellement de raisons suffisantes pour admettre l'existence d'une émanation de matière sous sa forme atomique ordinaire ».

M. Curie définit l'émanation comme étant « l'énergie radioactive émise par les corps radioactifs sous la forme spéciale sous laquelle elle est emmagasinée dans les gaz et dans le vide », et il propose la théorie suivante de la radioactivité :

« Le radium n'émet pas par lui-même des rayons de Becquerel, il n'émet que l'émanation. Dans les sels de radium solides l'émanation ne pouvant s'échapper, se transforme sur place en rayonnement de Becquerel. Pour une solution placée dans une enceinte, l'émanation se répand dans l'enceinte et provoque la radioactivité des parois ; le rayonnement est extériorisé. »

Examinant ensuite quel est le support de l'énergie qui constitue l'émanation, M. Curie signale les trois manières de voir suivantes : soit admettre avec M. Rutherford que le radium émet un gaz qui sert à transporter l'émanation, soit attribuer ce rôle au gaz qui existe dans l'espace où elle est répandue, soit supposer que l'émanation n'a pas pour support la matière ordinaire, et qu'il existe des centres de condensation d'énergie situés entre les molécules des gaz et qui peuvent être entraînés avec eux.

M. Debierne a récemment repris et développé l'hypothèse des centres d'énergie ou *ions activants* à l'occasion

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXXXVI, p. 225 (26 janvier 1903).

d'une étude sur l'activité induite par les sels d'actinium. Cette hypothèse rend compte des différences que l'on observe dans le vide entre la diffusion de l'activation produite par l'actinium, et celle du radium. M. Debièrne a montré en outre qu'un champ magnétique agit sur la cause de l'activation et il attribue cette cause à un rayonnement nouveau qui aurait la propriété de rendre temporairement actifs les corps qui le reçoivent.

Il faut attendre de nouvelles expériences avant de pouvoir se prononcer sur la valeur de cette dernière hypothèse.

Ainsi l'étude de l'émission des corps radioactifs, émission se faisant, soit par rayonnement, soit par émanation, nous conduit à concevoir la matière dans un état différent de l'état atomique ordinaire. Les électrons, tels que les a imaginés M. Lorentz dans sa théorie électro-magnétique de la lumière, paraissent répondre à cette conception, et ce rapprochement établit un lien entre les manifestations de la radioactivité et les causes qui donnent naissance aux phénomènes électriques, électro-magnétiques et lumineux.

II. — *Hypothèses relatives aux sources de l'énergie dépensée.* — Les premières observations qui permirent de découvrir le rayonnement de l'Uranium, mirent en évidence la spontanéité et la permanence de l'émission.

Ces deux propriétés inattendues, et qui, du reste, ne sont pas nécessairement corrélatives l'une de l'autre, ont posé dès l'origine de ces études le problème de la recherche des sources de l'énergie dissipée.

La première idée qui se présenta fut de rattacher le phénomène nouveau à une transformation d'énergie de l'ordre des phénomènes de phosphorescence.

Les anomalies décrites dans le chapitre II étaient de nature à appuyer cette manière de voir, mais bientôt les expériences démontrèrent l'inefficacité de toutes les causes excitatrices connues pour modifier l'intensité du rayonnement; la spontanéité et la permanence apparurent alors comme caractéristiques du rayonnement de l'uranium. Ces propriétés constatées depuis avec les divers corps doués d'une radioactivité propre constituent l'un des caractères les plus importants du phénomène; elles dérivent de son essence même et apparaissent comme l'effet, soit d'une propriété nouvelle de la matière, soit d'une source d'énergie dont l'existence aurait échappé jusqu'ici aux expérimentateurs.

Cette considération avait frappé M. et M^{me} Curie dès l'origine de leurs travaux faisant suite à mes premières recherches, et, dans la première note publiée par M^{me} Curie se trouve énoncée l'hypothèse suivante :

« On pourrait imaginer que tout l'espace est constamment traversé par des rayons analogues aux rayons de Röntgen, mais beaucoup plus pénétrants et ne pouvant être absorbés que par certains éléments à gros poids atomiques tels que l'uranium et le thorium. »

Le fait que le radium se classe à côté des corps dont le poids atomique est élevé, n'est pas contraire à cette conception. L'énergie serait empruntée à un rayonnement cosmique ou solaire, et les corps actifs la transformeraient comme les corps matériels transforment les

rayons X en rayons secondaires, ou comme ils transforment la lumière ultra-violette en rayons cathodiques.

La transformation pourrait s'appliquer soit à la totalité soit à une partie de l'émission, et l'autre partie serait alors un effet secondaire du rayonnement lui-même.

Rien n'est venu jusqu'ici ni confirmer ni infirmer cette hypothèse. L'activité des corps radioactifs n'a pas paru subir de modification lorsqu'on les a transportés au fond d'une mine profonde, ou au milieu d'une masse importante de minerai radioactif, qui, conformément au principe de Kirchhoff, eût pu absorber le rayonnement exciteur.

Une autre hypothèse consiste à supposer qu'en l'absence de toute cause excitatrice connue l'énergie émise pourrait être empruntée à l'énergie qui serait mise en liberté par une destruction moléculaire de la matière elle-même. Cette destruction, qui pourrait mettre en jeu des quantités d'énergie considérables, aurait lieu, soit spontanément en vertu d'une propriété physique nouvelle, soit sous l'influence d'une intervention extérieure.

Le phénomène serait une sorte d'évaporation ou de pulvérisation comparable à la production des odeurs qui sont émises par certains corps sans que l'on puisse, même au bout d'un temps assez long, constater une diminution appréciable de leurs poids. L'émanation serait comparable à un gaz transportant une odeur.

Cette idée était de celles qui semblaient compatibles avec l'extrême ténuité des corpuscules auxquels la théorie balistique attribue le rayonnement cathodique, et je l'avais accueillie avec faveur au début de mes recherches.

Je comparais alors les corps actifs à des réservoirs contenant une quantité considérable d'énergie dans un état de disponibilité latente, et qui dépenseraient peu à peu leur réserve. Si la réserve est très faible le phénomène est temporaire; si elle est considérable l'émission nous semble être permanente.

Parmi les corps dans lesquels on peut accumuler de l'énergie d'une manière permanente on peut citer le fer et l'acier qui s'aimantent, et peuvent servir de transformateurs d'énergie sans perdre leur aimantation, mais le phénomène est différent de celui qui nous occupe. Les corps qui deviennent phosphorescents quand on les chauffe et qui sont appelés aujourd'hui thermo-luminescents emmagasinent l'énergie lumineuse, peut-être sous forme de combinaison chimique, et la conservent pendant un temps indéfini jusqu'au moment où une élévation de température fait émettre cette énergie sous forme lumineuse. Certaines combinaisons chimiques formées avec absorption de chaleur conservent l'énergie qui leur a été fournie et la restituent au moment de leur décomposition.

On peut donc rechercher si la source qui fournit l'énergie dépensée dans les corps actifs n'est pas une dislocation continue des molécules ou même des atomes. Il n'est pas contraire à ce que l'on connaît de supposer que l'énergie emmagasinée par l'action qui relie entre elles les particules les plus ténues de la matière pour constituer l'atome soit considérable.

L'atome des corps actifs ne serait donc pas invariable et on serait conduit à admettre qu'il se détruit par une sorte d'explosion. Les débris pourraient être, en partie de

la matière inerte, et en partie des électrons ou des groupements d'électrons qui constitueraient les divers rayonnements α et β , et communiqueraient des ébranlements à l'éther (rayons γ); les corpuscules resteraient répandus dans la matière ou dans l'espace. Dans cet ordre d'idées l'émanation pourrait être regardée comme formée par des groupements d'électrons transportés par la matière gazeuse.

Nous avons déjà vu que l'hypothèse de transformations chimiques altérant la molécule s'était présentée à divers observateurs. Les corps hypothétiques qu'ils ont imaginés pour rendre compte des faits d'expérience, l'Ur.X, de Sir. W. Crookes, le Th.X et le Ra.X de M. Rutherford peuvent être considérés comme des noms différents donnés à l'émanation de l'uranium, du thorium et du radium.

M. Rutherford imagine même que la matière passe par une série de transformations moléculaires successives dont le terme serait une transformation *subatomique*.

Cette conception n'est pas essentiellement différente de celle qui a été exposée plus haut, et qui aboutit à une pulvérisation de l'atome.

Enfin je dois mentionner qu'après avoir observé un dégagement continu de chaleur au sein d'une masse de chlorure de radium, M. Curie a été également conduit à invoquer l'hypothèse d'une modification très lente de l'atome de radium, tout en faisant remarquer que le dégagement de chaleur pourrait encore s'expliquer en supposant que le radium utilise une énergie extérieure de nature inconnue.

Le fait qu'aucun corps radioactif n'a été trouvé dans un minerai qui ne contenait pas de l'uranium ou du tho-

rium, et la similitude entre les propriétés chimiques des corps actifs et celles d'autres corps beaucoup plus répandus, ont encore suggéré l'idée de la possibilité d'une transformation de la matière inerte en matière active sous l'influence d'une cause extérieure. Une telle transformation n'apparaîtrait pas comme étant plus invraisemblable que ne l'est la transformation de la matière inerte en matière aimantée. Cependant une telle hypothèse, qui conduit à admettre une transmutation entre les éléments, est contraire à toutes les lois physiques et chimiques établies.

Si l'énergie émise est empruntée à la transformation de la matière active, l'activité doit s'épuiser.

Une participation de la matière inerte à la formation de la matière active augmenterait la réserve de radioactivité dans la nature et reculerait l'échéance de sa disparition finale. Si la transformation est excessivement faible par rapport aux masses matérielles que nous pouvons mesurer, et très lente par rapport à la durée des phénomènes au milieu desquels nous vivons, l'émission doit nous paraître permanente.

Cependant une variation continue dont la durée serait comparable à celle des phénomènes géologiques devrait être appréciable, et l'on est en droit de penser que, depuis l'époque de leur formation dans la croûte terrestre, ces corps instables eussent dû disparaître si aucune cause extérieure ne tendait à les reconstituer.

L'hypothèse d'une destruction de l'atome s'est présentée assez naturellement pour justifier l'émission de matière corpusculaire; mais l'hypothèse inverse, proposée

par M. Filippo Re (1), n'est pas moins intéressante.

Après avoir émis l'idée que les atomes matériels seraient formés de corpuscules dont le groupement obéit aux lois de la gravitation, et avoir constaté que l'énergie dépensée pour réaliser ce groupement a dû être énorme si l'on en juge par l'impossibilité où nous sommes de la détruire, M. F. Re compare les atomes inertes à des soleils éteints, arrivés à un état stable, et les atomes radioactifs à des soleils en activité, subissant une condensation progressive qui dégage l'énergie observée.

On doit rapprocher de cette conception l'hypothèse émise il y a quelques années par M. J. Perrin (2) et dans laquelle l'auteur assimile la constitution des atomes à celle d'une sorte de système solaire réduit. En appliquant à un pareil système les lois de la gravitation, on trouve que les mouvements périodiques des corpuscules sont de l'ordre de fréquence des mouvements lumineux. M. Perrin assimilait les atomes radioactifs à des systèmes dont les planètes les plus éloignées pourraient échapper à l'attraction centrale.

L'hypothèse de M. F. Re peut être prise en considération au même titre que l'hypothèse inverse. Elle partage avec celle de M. Perrin l'intérêt puissant qui s'attache aux tentatives faites pour ramener à des lois communes l'infiniment petit de l'atome et l'infiniment grand de l'Univers.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXXXVI, p. 1393 (8 juin 1903).

(2) *Revue scientifique*, 13 avril 1901.

Nous avons été amenés à examiner deux groupes d'hypothèses entre lesquelles aucune expérience ne vient nous imposer un choix.

1° La matière se transforme, soit spontanément soit sous l'influence d'une cause extérieure; si l'atome se détruit, l'énergie libérée a été empruntée antérieurement à des sources extérieures; si l'atome se condense, l'énergie dégagée est le résultat de la contraction actuelle.

2° L'énergie dépensée est empruntée actuellement à des sources extérieures, et elle est transformée à chaque instant par la matière.

Dans ces diverses hypothèses la question de la permanence dans l'intensité de la radioactivité n'est qu'une des formes sous lesquelles se présente la question générale de la permanence des causes dans l'Univers.

Peut-être celle-ci constitue-t-elle seulement une apparence qui réside dans l'ordre de grandeur de la durée du temps que peut concevoir notre raison; nous observerions alors l'effet d'une cause dont l'évolution lente et continue nous donnerait l'illusion de la permanence.

Août 1903.