
ÉLECTRO-OPTIQUE. — *Sur la distribution des électrons dans les atomes lourds.*
 Note de MM. A. DAUVILLIER et L. DE BROGLIE.

Dans une précédente Note (1), l'un de nous a exposé le schéma des niveaux d'énergie dans les atomes lourds auquel l'avait conduit l'étude détaillée des séries L de l'uranium. Nous avons pu depuis, en nous basant sur ce schéma, et grâce aux mesures de Coster pour les raies et de Duane et Patterson pour les limites d'absorption, calculer la grandeur de la plupart de ces niveaux, du tungstène à l'uranium, et tracer les droites de Moseley correspondantes (2). Les cinq niveaux M sont très bien définis :

(1) A. DAUVILLIER, *Comptes rendus*, t. 173, 1921, p. 35. Dans une Note ultérieure (*Comptes rendus*, t. 173, 1921, p. 77), M. Coster a cru être arrivé à un résultat différent du nôtre au point de vue du classement des raies L γ . En réalité, nos notations seules diffèrent, comme on s'en rendra compte au moyen du Tableau de correspondances suivant :

D. Coster.....	γ_6 .	γ_2	?	β_8	β_9	β_{10}
A. Dauvillier.....	γ_2	γ_7	γ_6	β_2''	β_8	β_9

Les mesures de M. Coster confirment l'hypothèse que nous avons énoncée, à savoir que les raies γ_6 et γ_7 coïncident pour l'uranium. De plus, l'intensité de γ_7 est invariable : c'est une ligne plus forte que γ_3 et plus faible que γ_2 ; γ_6 est une ligne faible.

Les limites N₆ et N₇ nous avaient aussi montré, sur le graphique de Moseley, que les lignes désignées par γ_3 pour Bi et Pb étaient en réalité leurs lignes γ_7 , fait mis en évidence par M. Coster. Nous trouvons ainsi finalement 8 limites N et le schéma est le même pour tous les éléments depuis Ta jusqu'à U. Si, d'autre part, comme le dit M. Coster, Stenstrom a reconnu que la ligne M α est double, ses composantes doivent être très voisines, à en juger par les photographies publiées par cet auteur. Or, β_7 et β_7' étant très écartées, la première doit provenir d'un anneau O. Les analogies semblent aussi indiquer que γ_8 provient d'un niveau différent de celui de γ_2 et β_5 , ce qui porterait à 4 le nombre des niveaux O reconnus. L'attribution de 3 quanta à la couche O exigerait d'ailleurs 5 limites O et les combinaisons OL seraient identiques aux passages ML : β_5 aurait ainsi un satellite de grande longueur d'onde définissant O₁; le doublet $\gamma_2\beta_5$ proviendrait de O₂; γ_8 et γ_4 définiraient O₃ et O₄, et O₅ le serait par un doublet de Sommerfeld dont la composante β_7 est encore seule connue. (Incidentement nous venons par ailleurs d'observer les raies K $\alpha_3\alpha_4$ de Ni et Cu : elles sont confondues et très faibles; elles mesurent respectivement 1647,9 et 1530,6.10⁻¹¹ cm.)

(2) En abscisses, les racines carrées des rapports des fréquences à celle de Rydberg; en ordonnées, les nombres atomiques N.

M_1, M_2, M_3 donnent des droites concourantes qui couperaient l'axe des nombres atomiques vers $N = 30$. M_3 et M_2 sont parallèles, de même que M_4 et M_5 . Les limites $N_3, N_4, N_5, N_6, N_7, N_8$ forment un groupe dans lequel N_6 et N_8 concourent vers $N = 42$, N_3 et N_7 vers $N = 46$, N_4 et N_5 vers $N = 50$.

La limite N_2 , qui est très bien définie grâce au doublet $M_{\alpha\beta}$, quoique de *pente* voisine de celle de N_6 , se comporte tout différemment et rencontrerait l'axe des N vers $N = 68$. Enfin les niveaux O sont encore trop mal déterminés pour que les points d'intersection soient nets : on voit seulement que ceux-ci existeraient au-dessus de $N = 70$.

La signification de ces chiffres est très importante au point de vue de la structure de l'atome, car ils renseignent sur la distribution des électrons dans les diverses couches corpusculaires. Une limite d'absorption ne se manifeste que lorsque le niveau d'énergie correspondant est occupé d'une façon normale et stable par un ou plusieurs électrons. A mesure que le nombre atomique croît et que l'atome devient plus chargé en corpuscules, ces niveaux sont successivement garnis, et l'on voit apparaître de nouvelles limites d'absorption en même temps que le spectre X d'émission s'enrichit en lignes de relativement plus haute fréquence. Il était donc intéressant de comparer ces indications avec celles que nous avons données, du point de vue physico-chimique, dans une précédente Note (¹).

Depuis la publication de celle-ci nous avons aussi eu connaissance d'une lettre récemment adressée par M. N. Bohr à *Nature*, et dans laquelle le savant danois propose un schéma légèrement différent du nôtre en s'appuyant sur des considérations tirées de la dynamique des quanta, tout à fait différentes de celles qui nous avaient guidés. Le Tableau suivant, relatif à l'uranium, dans lequel les grands chiffres représentent le nombre des corpuscules des diverses couches, et les indices celui des quanta attribués à chacune d'elles, permet la comparaison des deux points de vue :

	K.	L.	M.	N.	O.	P.	Q.
N. Bohr.....	2 ₁	8 ₂	18 ₃	32 ₄	18 ₃	8 ₂	6 ₁
Nous.....	2 ₁	8 ₂	18 ₃	18 ₄	32 ₇	8 ₇	6 ₇

Nous sommes donc d'accord en ce qui concerne les couches K, L, M, P et Q, mais en opposition pour les couches O et N.

Or, le groupe des limites d'absorption N_3-N_8 confirme l'existence d'environ 46 électrons internes (18 corpuscules N) et la limite N_2 d'une soixantaine de ceux-ci (32 corpuscules N). Les deux hypothèses sont donc à la fois confirmées par le spectre de rayons X et il faut admettre l'existence de deux groupes d'électrons N. On aurait

(¹) L. DE BROGLIE et A. DAUVILLIER, *Comptes rendus*, t. 172, 1921, p. 1650.

(3)

donc, dans le cas de l'uranium :

K.	L.	M.	N'.	N''.	O.	P.	Q.
2 ₁	8 ₂	18 ₃	18 ₄	14 ₄	18 ₃	8 ₂	6 ₁
			Couche N de Bohr.		Couche O de notre schéma.		

Les couches N' et N'' ont été réunies par Bohr comme ayant le même nombre de quanta sous le nom de « couche N à 32 électrons ». Guidés par les propriétés physico-chimiques des éléments, nous avons au contraire été amenés à réunir les couches N'' et O, d'énergies voisines, en une seule couche O à 32 corpuscules. Cette explication paraît pour l'instant la plus naturelle, car si d'une part les droites de Moseley rapprochent les niveaux N₁ et N₂ des niveaux O, l'origine des lignes M α et M β implique la nécessité de leur attribuer 4 quanta, ce qui les rapproche des autres niveaux N.

L'existence de 14 électrons constituant le groupe N'' expliquerait par ailleurs pourquoi les 14 éléments des terres rares, du cérium au tantale, ont des propriétés chimiques si voisines. Il suffit pour cela d'admettre que les deux couches les plus externes (8 électrons O et 5 électrons P de valence) ne se modifient pas dans cet intervalle qui correspondrait à l'édification de la couche interne N''. Les deux schémas sont enfin d'accord pour affirmer l'existence de 78 électrons internes par rapport aux niveaux O. Aux 8 électrons O de la série xénon-tungstène s'ajouteraient, entre W et Pt, 4 nouveaux électrons qui se placeraient sur les niveaux O les plus profonds ⁽¹⁾ et qui seraient ainsi responsables de l'accroissement d'intensité des raies γ_2 et β_3 . Pour Au la couche O se compléterait brusquement à 18 électrons et les raies β_7 , γ_4 et γ_8 devraient devenir plus intenses. En fait, γ_8 qui est très apparente pour U n'a jamais été observée pour W.

⁽¹⁾ Cette condensation électronique entre W et Pt est aussi révélée par notre Table périodique (*loc. cit.*). En outre, celle-ci indique que l'élément inconnu 87 est un métal très alcalin, radioactif et probablement le plus conducteur de tous les éléments. Nous pensons que la radioactivité du potassium et du rubidium est due à la présence de traces de cet élément et nous nous proposons d'essayer d'en déceler prochainement l'existence par son spectre de rayons X.

(Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*,
t. 173, p. 137, séance du 18 juillet 1921.)