

Une affaire de «plomberie»

Pour un plombier expérimenté, la prostate serait sans doute qualifiée de travail d'apprenti, parce que l'urètre, qui part de la vessie, la traverse. Cette configuration a peut-être des avantages que l'on ignore encore, mais elle entraîne des troubles urinaires chez les hommes âgés, tels une fai-

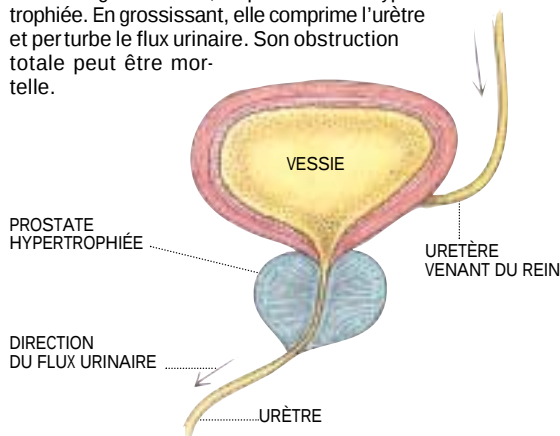
blesse du jet urinaire et un besoin fréquent d'uriner. Les femmes ont aussi des problèmes de «plomberie», notamment d'incontinence. L'évolution aurait évité bien des désagréments aux hommes et aux femmes si elle avait imaginé quelques modifications anatomiques simples.

LA PROSTATE DE L'HOMME Vue latérale

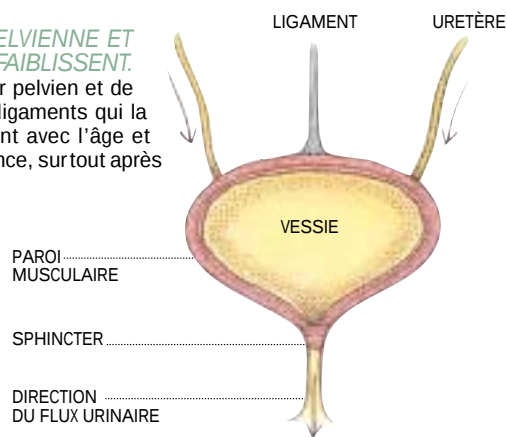
LA VESSIE DE LA FEMME Vue de face

Défauts

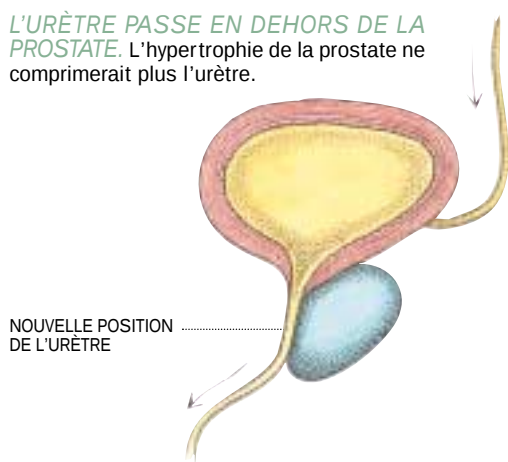
RÉTRÉCISSEMENT DE L'URÈTRE. Chez un homme âgé sur deux, la prostate est hypertrophiée. En grossissant, elle comprime l'urètre et perturbe le flux urinaire. Son obstruction totale peut être mortelle.



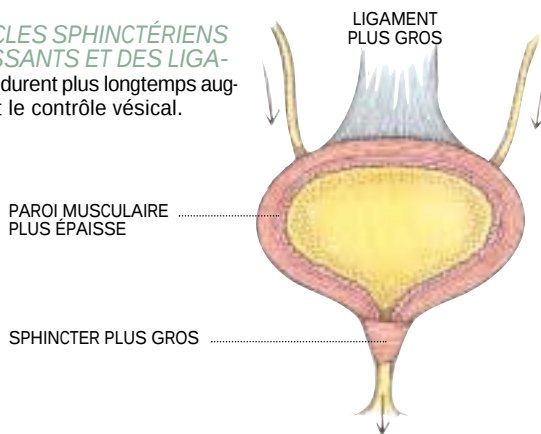
LA MUSCULATURE PELVIENNE ET LES LIGAMENTS S'AFFAIBLISSENT. Les muscles du plancher pelvien et de la vessie, ainsi que les ligaments qui la soutiennent, se relâchent avec l'âge et entraînent une incontinence, surtout après plusieurs grossesses.



L'URÈTRE PASSE EN DEHORS DE LA PROSTATE. L'hypertrophie de la prostate ne comprimerait plus l'urètre.



DES MUSCLES SPHINCTÉRIENS PLUS PUISSANTS ET DES LIGAMENTS qui durent plus longtemps augmenteraient le contrôle vésical.



Solutions

Jay Olshansky est professeur à l'Université de Chicago, où travaille aussi Bruce Carnes. Robert Butler est président du Centre international de longévité, à New York.

D'Arcy WENTWORTH THOMPSON, *On Growth and Form*, Expanded edition, 1942. (Reprinted by Dover Publication, 1992).

Stephen Jay GOULD et W.W. NORTON, *The Panda's Thumb : More Reflections in Natural History*, 1980.

Richard DAWKINS et W. W. NORTON, *The Blind Watchmaker : Why the Evidence of Evolution Reveals a Universe without Design*, 1986.

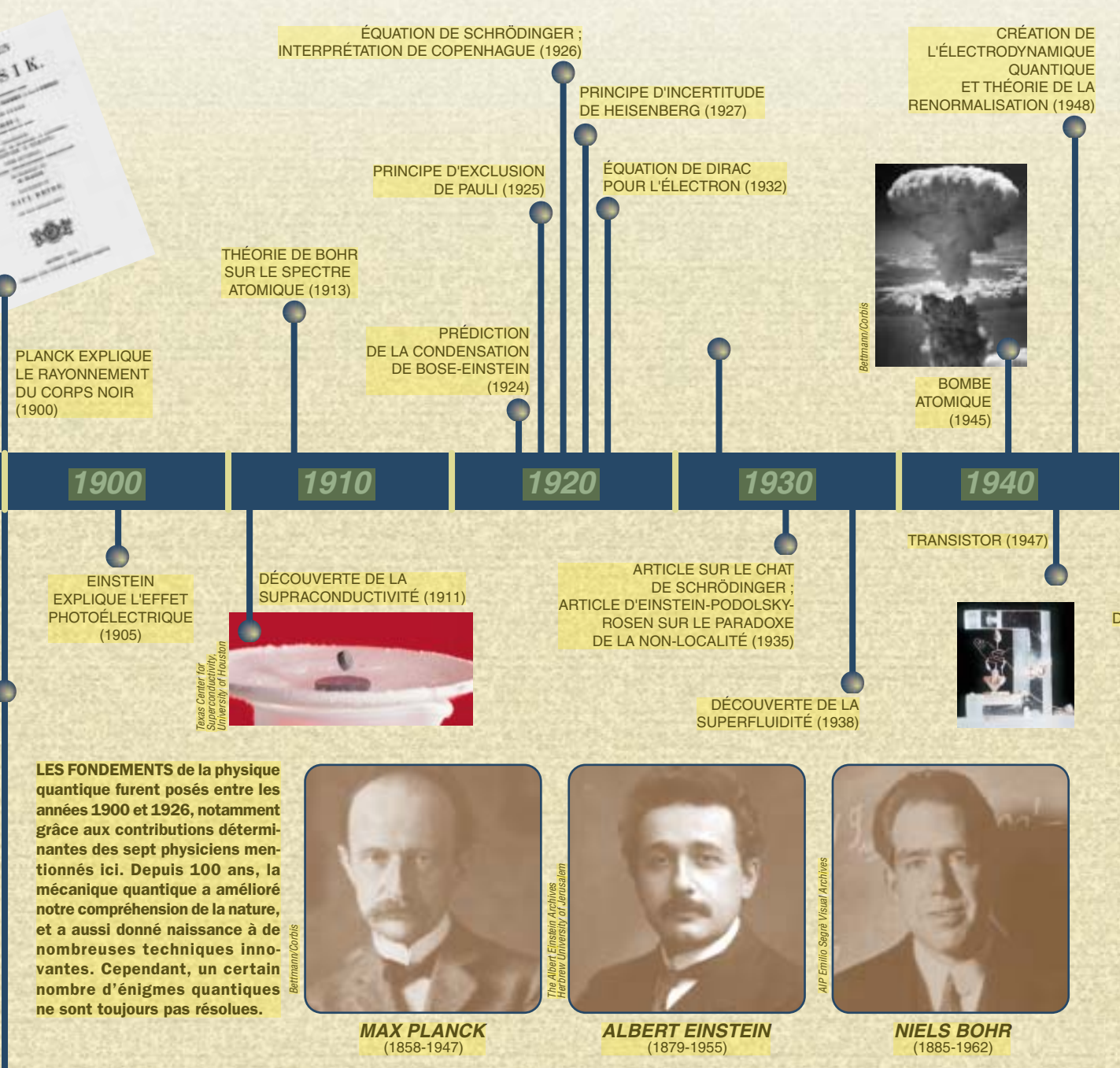
Elaine MORGAN, *The Scars of Evolution : What our Body Tells Us about Human Origins*, Souvenir Press, 1990. (Reprinted by Oxford University Press, 1994.)

Randolph M. NESSE et George C. WILLIAMS, *Why We Get Sick : The New Science of Darwinian Medicine*, 1994.

100 ANS de mystères quantiques

MAX TEGMARK • JOHN ARCHIBALD WHEELER

Alors que la théorie quantique fête son centième anniversaire, les succès spectaculaires le disputent aux énigmes persistantes.



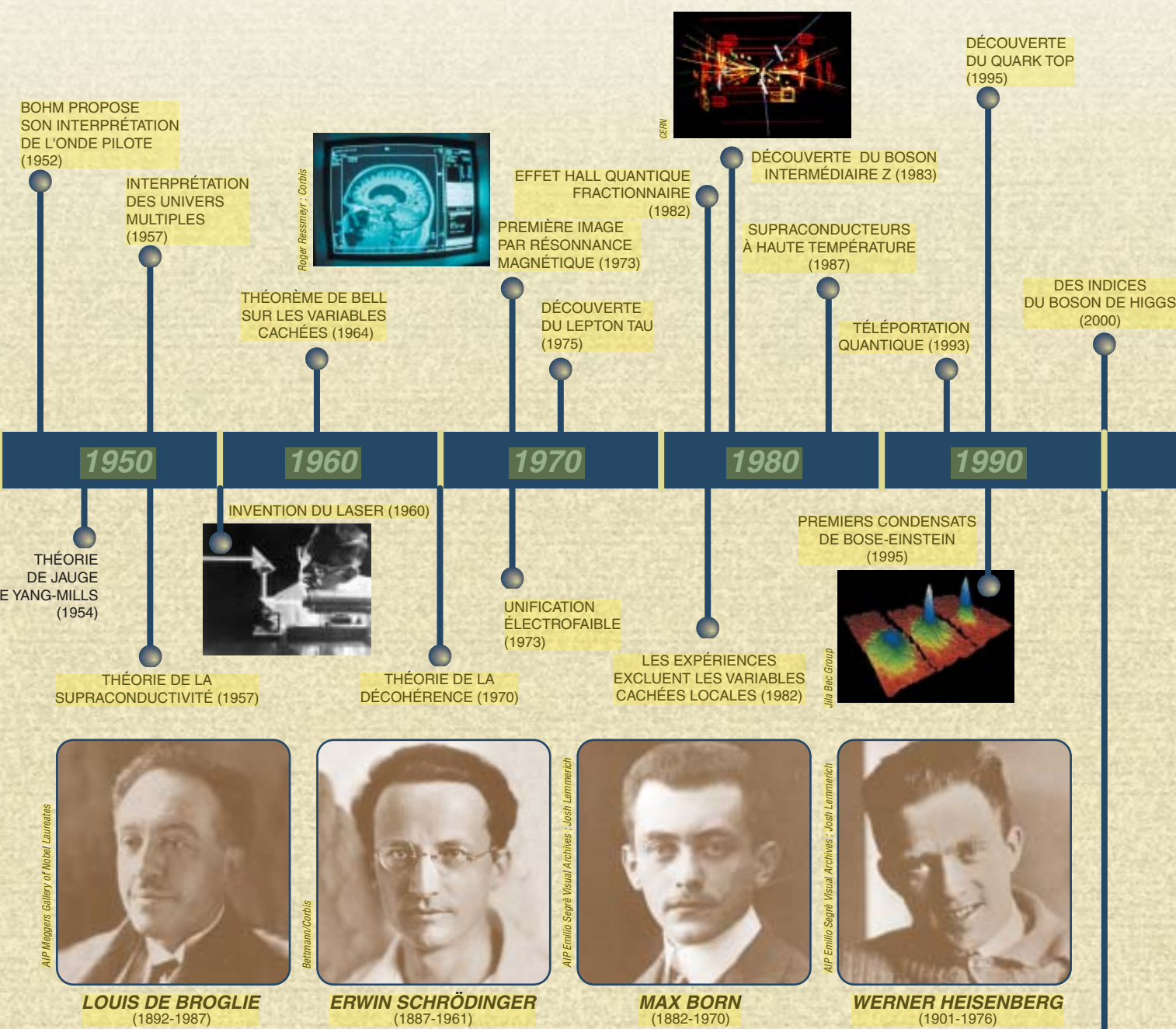
« **D**’ici quelques années, toutes les grandes constantes physiques auront été estimées... Le seul travail qui restera alors aux hommes de sciences sera d’améliorer leurs précisions. » Tandis que, dans le brouhaha des commentaires sur les réussites du siècle passé, nous entrons dans le XXI^e siècle, cette citation semble d’actualité... à ceci près qu’elle est due au physicien écossais James Maxwell qui la prononça, en 1871, pour inaugurer son cours à l’Université de Cambridge ; il exprimait le sentiment général des physiciens de son temps. Trente ans plus tard, le 14 décembre 1900, Max Planck

publia sa formule sur le spectre du corps noir : le premier coup de la révolution quantique était tiré.

Depuis, 100 ans se sont écoulés, plusieurs mystères persistent, et des débats continuent à agiter la communauté scientifique : quelles sont les conséquences de la mécanique quantique dans des domaines tels que le calcul quantique, les univers parallèles, la conscience ou encore la nature même de la réalité physique ? Sur le plan pratique, nous mesurons mal à quel point les apports pratiques et scientifiques de la mécanique quantique sont immenses : environ 30 pour cent de la production de l’Europe et des États-

Unis dérivent d’inventions qui en sont issues ; cela va des semi-conducteurs des circuits intégrés aux lasers en passant par les lecteurs de disques compacts et l’imagerie médicale par résonance magnétique, etc.

En 1871, les physiciens avaient toutes les raisons d’être optimistes. La mécanique classique et la théorie de l’électromagnétisme avaient stimulé la révolution industrielle, et ils avaient l’impression que leurs équations fondamentales pouvaient décrire la quasi-totalité des systèmes physiques. À quelques petits détails fâcheux près... Ainsi, quand ils calculaient le spectre de la lumière émise par un objet chaud

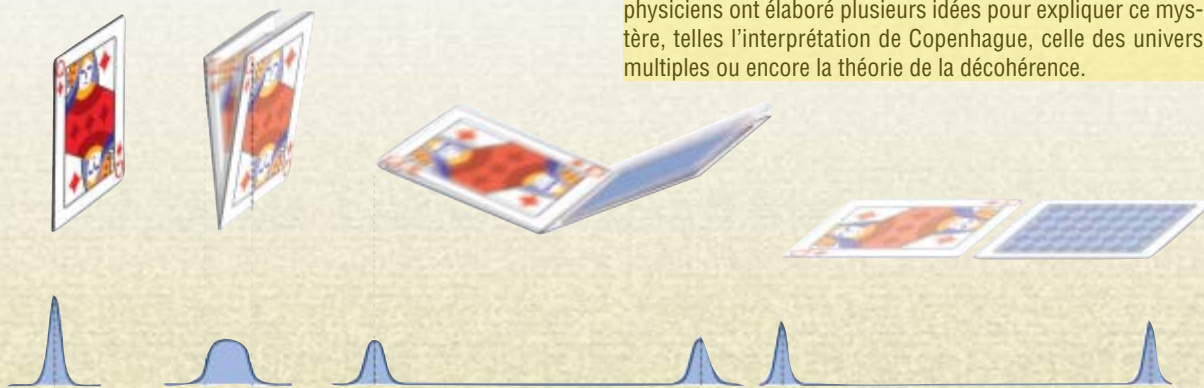


Des cartes quantiques

Interprétée du point de vue quantique, la chute d'une carte à jouer est un phénomène mystérieux.

En théorie quantique, une carte parfaite posée sur la tranche tombe des deux côtés à la fois quand on la lâche ; une fois tombée, elle est dans un état de superposition. La fonction d'onde quantique de la carte (*en bleu*) passe uniformément et continûment de l'état d'équilibre instable (*à gauche*) à un état final d'équilibre aux caractéristiques étonnantes (*à droite*) : la carte y est présente sur ses deux côtés à la fois ! En pratique,

une telle expérience est impossible avec un objet macroscopique, telle une carte, mais ce type de situations a été mis en évidence avec des particules, des électrons, des atomes et même avec des objets plus gros. Quelle est la signification de telles superpositions quantiques d'états ? Pourquoi n'en observons-nous pas dans notre monde macroscopique ? C'est là le mystère central de la mécanique quantique. Avec le temps, les physiciens ont élaboré plusieurs idées pour expliquer ce mystère, telles l'interprétation de Copenhague, celle des univers multiples ou encore la théorie de la décohérence.



Laurie Grace

(un corps noir) en se plaçant dans le cadre classique, ils ne retrouvaient pas le spectre mesuré. Les calculs prédisaient même une absurde «catastrophe ultraviolette», c'est-à-dire une intense émission de rayons ultraviolets et X, susceptible d'aveugler quiconque regarderait, par exemple... un poêle !

Le désastre de l'hydrogène

Dans un article daté de l'année 1900, Planck donna l'expression correcte du spectre du corps noir. Toutefois, sa démonstration s'appuyait sur une hypothèse tellement étrange que lui-même la renia pendant plusieurs années : il avait dû admettre que son corps noir n'émettait de l'énergie que par petites bouffées, par «quanta». Cette singulière hypothèse allait se révéler extrêmement fructueuse. En 1905, Albert Einstein poussa l'idée un peu plus loin. Il voulait expliquer l'effet photoélectrique, utilisé aujourd'hui dans les cellules photoélectriques et dans les capteurs des caméras numériques (CCD) : il supposa que le rayonnement électromagnétique transporte, lui aussi, l'énergie par petits grains, les photons.

Dès 1911, les physiciens furent confrontés à une autre difficulté : Ernest Rutherford les avait convaincus que les atomes sont constitués d'électrons

en rotation autour de noyaux chargés positivement, à la façon de minuscules systèmes solaires. Toutefois, la théorie classique de l'électromagnétisme de Maxwell stipulait qu'une particule chargée en mouvement perd de l'énergie par rayonnement. Ainsi, les électrons en orbite autour du noyau auraient dû perdre leur énergie en moins d'un millionième de millionième de seconde et être «aspirés» par le noyau. Impossible, puisque les atomes d'hydrogène sont stables. C'était le pire des camouflés que la physique avait jamais subi, puisque l'électromagnétisme prédisait la durée de vie des atomes d'hydrogène avec une erreur de 40 ordres de grandeur !

En 1913, le Danois Niels Bohr vint travailler avec Rutherford à l'Université de Manchester, et trouva une explication qui, une fois encore, faisait appel aux quanta. Il postula que le moment angulaire des électrons ne pouvait prendre que certaines valeurs bien précises, ce qui confinait les électrons sur quelques orbites discrètes (aux énergies bien précises). Les électrons ne peuvent plus libérer de l'énergie qu'en sautant de leur orbite vers une orbite inférieure : ils émettent alors un photon. Ce modèle expliquait aussi la stabilité de l'atome d'hydrogène : un électron parvenu sur l'orbite la plus

basse y reste, car il ne peut plus sauter sur une orbite d'énergie inférieure.

Ce «modèle de Bohr» expliquait non seulement la stabilité atomique, mais aussi la structure du spectre de cet élément, c'est-à-dire les fréquences spécifiques d'émission des atomes d'hydrogène excités. Il s'appliquait aussi à l'hélium, mais seulement quand cet atome était dépourvu de l'un de ses deux électrons.

De retour à Copenhague, Bohr reçut une lettre de Rutherford l'enjoignant de publier ses résultats. Il répondit à Rutherford que personne ne le croirait tant qu'il n'aurait pas réussi à expliquer le spectre de tous les éléments. «Bohr, vous expliquez l'hydrogène et vous expliquez l'hélium, et l'on vous croira pour le reste», insista Rutherford.

Malgré les premiers succès de l'idée quantique, les étranges règles de quantification embarrassaient les physiciens du début des années 1920, car aucune loi générale ne s'appliquait. En 1923, Louis de Broglie en proposa une dans sa thèse de doctorat. Il considérait que les électrons et les autres particules se comportent comme des ondes stationnaires. De telles ondes, tout comme les oscillations d'une corde de guitare, ont des fréquences discrètes (quantifiées), c'est-à-dire qui ne prennent que des valeurs bien précises. L'idée était