

schwommen und wird durch eine große Zahl von Faktoren beeinflusst<sup>1</sup>. Diese Erscheinung war im 17. Jahrhundert gut bekannt, als die Gartenkultur auf einem Höhepunkt stand. Es zeigt sich, daß z. B. die Breite einer Allee nicht konstant gehalten werden kann, wenn sie ihrer ganzen Länge nach gleich breit erscheinen soll, da die Sehgrößenkonstanz nicht der ganzen Länge nach erhalten bleibt.

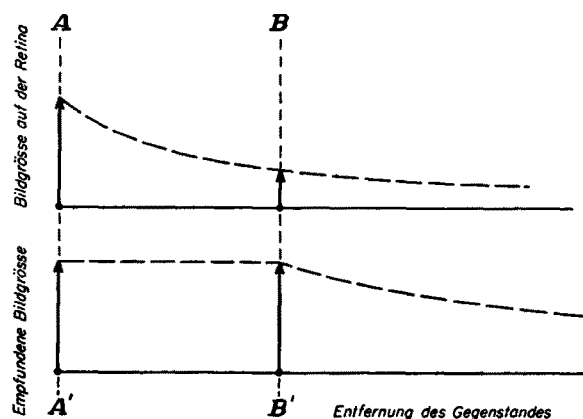


Abb. 2. Die obere Zeichnung zeigt, wie sich die Größe des Retinabildes vermindert, wenn die Entfernung zwischen Gegenstand und Beobachter zunimmt. Die untere Zeichnung zeigt demgegenüber schematisch, daß die *scheinbare* Größe des Gegenstandes bis zu einer gewissen Entfernung konstant bleibt, um erst später subjektiv abzunehmen.

Das Phänomen der Sehgrößenkonstanz kommt wahrscheinlich dadurch zustande, daß sich der Mensch hauptsächlich in der horizontalen Ebene bewegt und so Gelegenheit hat, ein und denselben Gegenstand aus verschiedenen Entfernungen zu beobachten. Da die physikalische Größe des Gegenstandes konstant bleibt, ist es nicht verwunderlich, daß das sich dauernd verändernde Retinabild durch die Gehirntätigkeit korrigiert wird.

Aus dieser Auffassung folgt, daß in der *vertikalen* Richtung die Erscheinungen der Sehgrößenkonstanz ausbleiben und die empfundene Bildgröße nun ungefähr mit der Größe des Retinabildes abnimmt. Diese Annahme konnte experimentell bestätigt werden. In einer großen verdunkelten Halle zeigte es sich, daß eine sich nach oben entfernende beleuchtete Scheibe sich sehr viel rascher verkleinert, als wenn sie sich in der horizontalen Ebene entfernt.

Auf dieser Grundlage läßt sich nun eine Sehgrößenkonstanztheorie der Mondillusion entwickeln. Danach scheint der Mond am Horizont deshalb größer, weil dort das Phänomen der Sehgrößenkonstanz bedeutend stärker zur Geltung kommt als in der Richtung nach oben.

Beobachtet man den Gegenstand durch eine lange Röhre, so verschwindet bekanntlich die Sehgrößenkonstanz. Entsprechend sollte sich der am Horizont befindliche Mond subjektiv verkleinern, wenn er durch eine Röhre beobachtet wird. Im Zenit behält er jedoch seine Größe, da er nicht durch die Sehgrößenkonstanz vergrößert ist. Diese Überlegungen ließen sich durch das Experiment bestätigen.

Weitere Einzelheiten, welche für die Theorie sprechen, und ähnliche Illusionen im akustischen und Tastraume sollen im « American Journal of Psychology » beschrieben werden.

GEORG V. BÉKÉSY

Psycho-Acoustic Laboratory, Harvard University, Cambridge, Mass., den 12. April 1949.

### Summary

A new theory of the moon illusion based on visual size-constancy is advanced. It was possible to show that an object moving away from the observer in a horizontal plane remains constant in apparent size for a greater distance than an object moving in vertical plane. Therefore, the phenomenon of size-constancy holds for a shorter distance in the vertical than in the horizontal plane. This variation in the distance beyond which size-constancy breaks down accounts for the apparent change in the size of a distant object (e. g. the moon) between the horizontal and the vertical plane.

## La teneur du noyau cellulaire en acide désoxyribonucléique à travers les organes, les individus et les espèces animales

### Etude particulière des Mammifères

Le problème de la nature chimique des gènes a suscité, depuis longtemps, de nombreuses hypothèses mais, jusqu'à ces dernières années, on ne possédait que peu de faits positifs pour les appuyer. Dans le domaine de la biologie bactérienne, le phénomène des mutations « dirigées » décrit par AVERY d'une part, par BOIVIN, VENDRELY et collaborateurs d'autre part, enfin tout récemment par MANNINGER et NOGRADI<sup>1</sup>, est venu étayer la conception selon laquelle chaque gène serait constitué par « une » macromolécule d'« un » acide désoxyribonucléique particulier. Expérimentant sur les êtres supérieurs, nous avons pu, récemment, apporter des faits nouveaux à l'appui de cette théorie<sup>2</sup>. Grâce à des techniques particulières (préparation de suspensions pures de noyaux de différents tissus, numération de ces noyaux au moyen d'une cellule compte-globules et dosage de l'acide désoxyribonucléique dans les suspensions), nous avons pu déterminer la teneur *absolue* en acide désoxyribonucléique du noyau de chaque organe: foie, thymus, rein, pancréas, chez l'espèce Bœuf; nous avons également déterminé cette teneur dans le noyau du spermatozoïde chez la même espèce. Nous avons alors constaté que, d'une part, la teneur absolue en acide désoxyribonucléique des noyaux des cellules somatiques diploïdes est constante à travers tous les organes d'un même individu et les individus d'une même espèce, d'autre part, qu'elle est moitié moindre dans les noyaux des spermatozoïdes (haploïdes).

En juillet 1948, au cours du Colloque C.N.R.S.-Rockefeller de Paris<sup>3</sup>, le grand généticien anglais DARLINGTON

<sup>1</sup> En ce qui concerne la bibliographie de la question, voir par exemple le rapport récent de A. BOIVIN présenté à l'occasion du Centenaire de la Société de biologie, séance du 22 oct. 1948, C. R. Soc. Biol. 142, 1258 (1948).

<sup>2</sup> A. BOIVIN, R. VENDRELY et C. VENDRELY, C. R. Acad. Sci. 226, 1061 (1948). – R. VENDRELY et C. VENDRELY, Exper. 4, 434 (1948).

<sup>3</sup> A. BOIVIN, R. VENDRELY et R. TULASNE, in: Colloque Rockefeller, C.N.R.S. sur les « Unités biologiques douées de continuité génétique » (Paris, juin 1948), sous presse.

<sup>1</sup> E. G. BORING, *Sensation and perception in the history of experimental psychology*, (Appleton-Century, 1942) S. 254, 262, 288, 308. – K. KOFFKA, *Principles of gestalt psychology* (Harcourt Brace, 1935) S. 211.

nous a fait l'ingénieuse objection suivante: si l'on désigne par *D* la quantité d'acide désoxyribonucléique des noyaux haploïdes, étant donné que tout porte à penser que la duplication gène à gène des chromosomes précède la mitose durant la période de repos prémitotique, alors que rien d'analogue ne se produit pour la méiose, ce n'est pas 2 *D* que devraient renfermer les noyaux diploïdes, mais quelque chose entre 2 *D* et 4 *D*, 3 *D* par exemple, en moyenne. Pourtant l'expérience est formelle et donne 2 *D*. Comment expliquer la chose? Avec des cellules comme celles du foie, du thymus, du rein, du pancréas, etc., nous avons à faire à des éléments qui ne se diviseront plus, dont l'histoire mitotique est close. Pourquoi alors, dans une période de repos qui, à vrai dire, ne précède plus rien du tout, les chromosomes subiraient-ils encore une duplication gène à gène devenue sans objet? Nous pensons que cela laisse sans portée l'objection de DARLINGTON.

Considérant nos premiers résultats comme bien établis, nous nous sommes attaqués aux Mammifères en général, expérimentant sur des espèces de taille les plus diverses et de mode de vie les plus différents, à savoir: la Souris, le Lapin, le Cobaye, le Porc, le Chien, le Cheval, le Mouton, le Bœuf et l'Homme. Nous avons cherché, toutes les fois que cela nous a été possible, d'une part à confirmer la constance de la teneur du noyau en acide désoxyribonucléique chez les diverses cellules somatiques d'un même individu, d'autre part à retrouver la même constance chez des individus différents d'une même espèce; enfin nous nous sommes efforcés d'établir, pour chaque espèce animale, la valeur caractéristique du noyau diploïde, afin d'en tirer, si possible, quelques conclusions générales sur le groupe des Mammifères considéré dans son ensemble.

Nous ne reviendrons pas en détail sur les techniques utilisées tant pour la préparation des suspensions des noyaux isolés que pour leur numération et la détermination de la teneur absolue en acide désoxyribonucléique par noyau, ces problèmes ayant été exposés en

détail dans une note précédente<sup>1</sup>. Nous ajouterons simplement qu'en ce qui concerne l'isolement des noyaux et la préparation de suspensions pures, nous avons souvent dû, en généralisant l'emploi de notre technique, apporter quelques modifications de détail aux conditions de centrifugation, en particulier recourir à des vitesses plus réduites, de l'ordre de 1000 à 1500 tours/minute seulement.

Nous rapportons, dans le tableau I, les différents résultats obtenus à partir de noyaux d'individus différents et de divers organes. Ils ont été établis, le plus souvent, en recourant à la technique colorimétrique de DISCHE pour le dosage de l'acide désoxyribonucléique. Dans la plupart des cas, ces résultats ont été recoupés par les méthodes de dosage faisant appel à la détermination des purines (SCHNEIDER modifié et SCHMIDT et THANNHAUSER modifié). L'accord entre les diverses méthodes a été en général satisfaisant, sauf dans quelques cas; nous nous proposons de revenir sur cette question dans une note ultérieure

De ces résultats, il apparaît assez nettement que le noyau a une teneur constante en acide désoxyribonucléique à travers les divers organes (Bœuf, Porc, Chien, Souris) et chez les divers individus dans une même espèce (Bœuf, Chien, Homme, Mouton). A titre comparatif nous ajoutons, à ces valeurs obtenues sur les Mammifères, quelques valeurs relatives à un Oiseau, le Canard, et à un Poisson, la Carpe. Ils ont déjà leur intérêt, car on relève la même constance en acide désoxyribonucléique à travers les organes et les individus. A noter aussi que les noyaux d'érythrocytes d'Oiseau, bien qu'ils appartiennent à des cellules étroitement spécialisées, véritables sacs bourrés d'hémoglobine, dont le cytoplasme est considérablement simplifié et le noyau assez petit, n'en contiennent pas moins la même teneur en acide désoxyribonucléique que les noyaux des

<sup>1</sup> R. VENDRELY et C. VENDRELY, *Exper.* 4, 434 (1948).

Tableau I  
Teneur en acide désoxyribonucléique (exprimée en γ) des noyaux des divers organes chez diverses espèces animales (essentiellement mammifères)

Espèces étudiées	Bœuf				Porc		Cobaye	Chien			Homme		
Origine du matériel	plusieurs animaux (résultat moyen)				même animal		2 ani- maux	même animal			enfant	adulte	enfant
Organes	Foie	Thy- mus	Rein	Pan- créas	Foie	Rein	Foie	Foie	Foie	Rein	Foie	Foie	Foie
Acide désoxyribonucléique	6,4· 10 <sup>-6</sup>	6,6· 10 <sup>-6</sup>	6,0· 10 <sup>-6</sup>	6,9· 10 <sup>-6</sup>	5,0· 10 <sup>-6</sup>	5,2· 10 <sup>-6</sup>	5,9· 10 <sup>-6</sup>	5,5· 10 <sup>-6</sup>	5,0· 10 <sup>-6</sup>	5,3· 10 <sup>-6</sup>	6,3· 10 <sup>-6</sup>	5,9· 10 <sup>-6</sup>	5,8· 10 <sup>-6</sup>

Espèces étudiées	Lapin	Cheval	Mouton		Souris		Canard			Carpe	
Origine du matériel			animal N° 1	animal N° 2	groupe de 30 animaux			même animal		animal N° 1	animal N° 2
Organes	Foie	Foie	Foie	Foie	Rein	Foie	Foie	Erythrocytes	Foie	Foie	Foie
Acide désoxyribonucléique	5,3· 10 <sup>-6</sup>	5,8· 10 <sup>-6</sup>	6,1· 10 <sup>-6</sup>	5,4· 10 <sup>-6</sup>	5,0· 10 <sup>-6</sup>	6,0· 10 <sup>-6</sup>	2,1· 10 <sup>-6</sup>	2,3· 10 <sup>-6</sup>	2,1· 10 <sup>-6</sup>	2,8· 10 <sup>-6</sup>	3,2· 10 <sup>-6</sup>

Tableau II

Teneur comparée (exprimée en  $\gamma$ ) en acide désoxyribonucléique des noyaux diploïdes chez diverses espèces animales (essentiellement mammifères)

Bœuf	Porc	Cobaye	Chien	Homme	Lapin	Cheval	Mouton	Souris	Canard	Carpe
6,4· 10 <sup>-6</sup>	5,1· 10 <sup>-6</sup>	5,9· 10 <sup>-6</sup>	5,3· 10 <sup>-6</sup>	6,0· 10 <sup>-6</sup>	5,3· 10 <sup>-6</sup>	5,8· 10 <sup>-6</sup>	5,7· 10 <sup>-6</sup>	5,0· 10 <sup>-6</sup>	2,2· 10 <sup>-6</sup>	3,0· 10 <sup>-6</sup>

cellules somatiques beaucoup plus complexes du tissu hépatique.

Nous avons rassemblé, dans le tableau II, les diverses espèces de Vertébrés déjà étudiées, Mammifères essentiellement, en faisant figurer en regard le chiffre considéré comme caractéristique du noyau somatique de chacune d'elles<sup>1</sup>.

Bien qu'il s'agisse encore de résultats fragmentaires, ils ne laissent pas cependant de présenter un réel intérêt: il semble que, dans le groupe des Mammifères, toutes les espèces étudiées présentent sensiblement la même teneur en acide désoxyribonucléique de leur noyau. Cela signifierait-il la présence, à travers tout ce grand groupe, si homogène au fond par son organisation générale, malgré des différences de taille énormes et des différences non moins grandes dans le mode de vie, d'un même équipement fondamental en gènes, ne subissant, d'espèce à espèce, que des variations de détail? Nous serions fort enclins à le penser. Ajoutons, pour terminer, que nous pouvons déjà noter, en attendant plus ample confirmation, que lorsqu'on s'adresse à d'autres Vertébrés que les Mammifères, la valeur obtenue paraît s'écarter assez notablement du chiffre moyen caractéristique du premier groupe.

La signification des résultats chimiques que nous présentons, s'éclaire d'une façon remarquable, si l'on vient à les rapprocher des notions déjà établies par les généticiens. D'après un mémoire de MATTHEY, paru dans ce même Journal<sup>2</sup>, la longueur totale des chromosomes, mis bout à bout, serait constante dans la plupart des grands groupes d'animaux. Si l'on admet alors que les gènes désoxyribonucléiques s'alignent les uns à côté des autres le long des chromosomes, en séries linéaires, la longueur totale constante des chromosomes équivaudrait à une quantité donnée, elle aussi constante, d'acide désoxyribonucléique, chez tous les individus d'un même grand groupe. Les résultats chimiques, que nous apportons dans cette note, semblent parfaitement plaider en faveur de cette conception.

R. VENDRELY et C. VENDRELY

Laboratoire de biologie bactérienne du Centre national de la recherche scientifique, Strasbourg, le 6 avril 1949.

### Summary

The authors have continued their research work on the absolute amount of desoxyribonucleic acid in the cellular nucleus. A number of results are reported, concerning mainly the mammals. They point out that

<sup>1</sup> Les valeurs que nous donnons ne représentent, bien entendu, qu'une première approximation, susceptible d'être un peu modifiée par la suite, lorsque les expériences auront été suffisamment répétées. Nous ne prétendons pas non plus établir, en nous basant sur ces chiffres, un classement des diverses espèces animales.

<sup>2</sup> R. MATTHEY, Exper. 1, 50, 78 (1945).

this amount is very similar in the different species. If desoxyribonucleic acid is really the essential constituent of the gene, this would mean that all mammals have approximatively the same genetic equipment.

### Fractions protidiques du plasma et réaction au thymol

La réaction au thymol de MACLAGAN<sup>1</sup> a rapidement suscité un vif intérêt en clinique et l'étude de son mécanisme a fait l'objet de plusieurs travaux dont les résultats sont discordants. Pour MACLAGAN<sup>2</sup> lui-même, ce sont les phospholipides et  $\gamma$ -globulines pathologiques qui entrent en réaction, alors que les fractions protidiques d'un sérum normal, obtenues par électrophorèse, ne donnent pas de trouble en présence de thymol. COHEN<sup>3</sup> a trouvé que l'analyse électrophorétique de sérum pathologique additionné de thymol présentait une diminution de l'aire des  $\beta$ -globulines et que le précipité formé au cours de la réaction et remis en solution migrerait à la vitesse des  $\beta$ -globulines. Pour d'autres auteurs<sup>4</sup> les lipides seuls interviennent dans la réaction, alors que KUNKEL<sup>5</sup> fait intervenir aussi bien lipides et lipoprotéines migrant à la vitesse des  $\beta$ -globulines que  $\gamma$ -globulines. Enfin, MARTIN<sup>6</sup> a pu négativer par adjonction de sérumbalbumines normales isolées à l'aide de l'électrophorèse les globulines donnant une réaction au thymol positive.

Nous avons pensé que le problème pouvait être repris en utilisant les fractions provenant d'un plasma humain normal, séparées selon la méthode de COHN<sup>7</sup> qui permet d'obtenir des protéines non dénaturées. Les fractions I (fibrinogène), IV-4 (globulines  $\alpha$  et  $\beta$  pratiquement délipidées) et V (albumines) ne réagissent pas en présence de thymol. Les globulines  $\gamma$  isolées à partir de la fraction II + III ne donnent aucun trouble avec le thymol, alors que la fraction complète contenant une  $\beta_1$ -lipoprotéine donne une réaction très positive. La fraction IV-1 contenant surtout une  $\alpha$ -globuline, dont la teneur en lipides est de 35 %, à côté d'un peu de  $\beta$ -globuline, réagit également positivement après adjonction de thymol. L'addition des fractions II + III et IV-1 suffit à positiver un sérum normal.

<sup>1</sup> N. F. MACLAGAN, Brit. J. Exp. Pathol. 25, 234 (1944).

<sup>2</sup> N. F. MACLAGAN et D. BUNN, Bioch. J. 41, 580 (1947); Brit. Med. J. 892 (1948).

<sup>3</sup> P. P. COHEN et F. L. THOMPSON, J. Lab. & Clin. Med. 32, 475 (1947).

<sup>4</sup> L. RECAN, E. CHARGAFF et F. M. HANGER, Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 60, 245 (1945).

<sup>5</sup> H. G. KUNKEL et C. L. HOAGLAND, J. Clin. Invest. 26, 1060 (1947).

<sup>6</sup> N. H. MARTIN, Nature 162, 145 (1948).

<sup>7</sup> E. J. COHN, L. E. STRONG, W. L. JR. HUGHES, D. J. MULFORD, J. ASHWORTH, M. MELIN et H. L. TAYLOR, J. Amer. Chem. Soc. 68, 459 (1946).