Cycle vital intracellulaire

Autor(en): **Krähenbühl, Charles**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Actes de la Société jurassienne d'émulation**

Band (Jahr): **72 (1969)**

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-684484

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Cycle vital intracellulaire

par le Dr Charles Krähenbühl

Dans les années cinquante, nous avons rassemblé, dans une étude sur *l'Evolution,* les données permettant de suivre les états successifs par lesquels la matière a passé, depuis les quanta énergétiques jusqu'aux corps composés. Nous avons vu comment la transformation de la matière, selon diverses théories, a conduit à la formation des galaxies, des mondes et des planètes, dont notre Terre. Nous avons suivi l'évolution de cette dernière à travers toutes les phases des ères géologiques jusqu'au quaternaire, dont nous sommes actuellement encore les témoins. Au long de cette évolution de la Terre, nous avons recherché les signes les plus primitifs de la vie, de laquelle nous avons dressé ensuite l'arbre généalogique jusqu'à la prolifération explosive des Mammifères, à l'ère tertiaire. Puis, à la fin de celle-ci, nous avons trouvé les traces d'un être plus développé dont l'intelligence a créé des artefacts le distançant soudain des autres Mammifères.

L'apparition de cet *Homo sapiens* à Trinil (Java) fut confirmée par des découvertes en Chine, en Afrique, en Australie, en Europe. L'évolution de cet être fut résumée, de ces lointaines origines à la naissance de l'histoire des peuples. Puis, à la lumière des connaissances du moment, nous avons cerné le plus près possible le mystère des origines de la vie.

En ce qui concerne les origines de la vie, une mise au point des connaissances acquises a pu se faire, grâce à la publication des travaux du symposium convoqué par les Russes en 1961. Les études des biologistes du monde entier présentées à cette occasion sur le sujet ont été rassemblées par Florkin et publiées en 1962. A l'usage du corps enseignant, nous avons résumé et commenté ces travaux dans la *Schweizerische Lehrerzeitung*, No. 5, du 2 février 1968. On peut y suivre toutes les séquences biochimiques qui, des composés binaires les plus simples des hydrocarbures, conduisent à l'élaboration des molécules géantes de nucléides et de protides. Par complexification progressive, loi qui régit toute l'évolution, on arrive, en fin de compte, à l'acide ribonucléique et l'acide désoxyribonucléique. Ces acides président non seulement à l'élaboration des composants de la cellule, mais

encore à sa bipartition. Ils jouent également un rôle déterminant dans la transmission des caractères héréditaires.

Pour atteindre ces buts, ils s'adjoignent d'autres acides aminés qu'ils font entrer en action séparément, chacun à un stade précis de l'édification d'une molécule, ou, en utilisant le langage des biologistes, à une séquence déterminée dans l'ascension de la molécule vers la vie. Là réside l'invention du «travail à la chaîne» .

L'activité de ces groupes d'acides aminés se borne au rôle de catalyseurs. On nomme *enzymes* les catalyseurs qui favorisent la formation de protéines et *co-enzymes* ceux qui sont attachés à l'édification des nucléines.

Finalement, nous avons noté que sous l'angle biochimique, la Vie est le jeu des interactions moléculaires, dirigées par les acides ribonucléique et désoxyribonucléique.

Le propos de ce jour est de jeter un coup d'œil sur les interactions qui entretiennent la vie. En effet, la vie ne continue pas sur sa lancée initiale. La petite âme infusée à la cellule se trouve d'emblée devant une tâche immense, compliquée, et qui, jusqu'à ces dernières années, était voilée d'un épais mystère. Nul ne savait de quel artifice usait la cellule vivante pour libérer l'énergie du glucose afin de procéder à une assimilation, à l'entretien de la chaleur chez les homéothermes, à la contraction du muscle ou à la transmission de l'influx nerveux. La découverte des phénomènes du cycle de la dégradation ou de la combustion de la molécule de glucose est de date très récente.

Imaginons une chambre noire, grande, très grande, dans laquelle est appliquée une foule de chercheurs. Dans l'une des parois, un petit orifice est pratiqué qui ne laisse pénétrer qu'un mince rai de lumière. L'accès à l'orifice est encombré d'une quantité considérable de matériaux; nul ne peut encore s'en approcher. Pendant deux siècles, de nombreux savants, et parmi eux plusieurs prix Nobel, s'acharnent à déblayer cet encombrant matériel.

Enfin, il n'y a pas vingt ans, une équipe arrive à la paroi et jette le premier coup d'œil à travers l'orifice. De l'autre côté de la chambre noire, en pleine lumière, dans un champ visuel prenant toujours plus d'ampleur, apparaît successivement la grande partie des réponses aux questions que posait le mystère du cycle vital intracellulaire.

Tel se présente à nos yeux émerveillés le progrès soudain et considérable réalisé par les biochimistes depuis 1950. Le cycle de la production d'énergie par la combustion de la molécule de glucose est éclairci.

Ce cycle est basé sur l'oxydation successive de la molécule de glucose, oxydation s'exerçant sur les produits de dégradation de ce sucre. L'oxydation est une combustion, combustion lente qui s'effectue dans la cellule même. Par cette combustion fractionnée, une grande quantité d'énergie est libérée, suffisant non seulement à alimenter les manifestations vitales de la cellule mais encore, avec le concours de milliards d'autres cellules, à maintenir la vie communautaire. *Le mécanisme extraordinaire et délicat du cycle vital intracellulaire est donc à l'origine de la genèse énergétique et se révèle comme l'essence même de la Vie.*

Cela se vérifie dans le fait que le dérèglement d'une seule séquence du mécanisme de l'oxydation suffit pour conduire la cellule à sa mort. Car l'être vivant ne dispose pas d'un générateur central d'énergie. La cellule est tributaire de son propre foyer d'énergie. Le surplus de sa production, en revanche, est livré à la vie communautaire.

Maintenant, nous allons tenter de suivre les phases de la production énergétique intracellulaire.

Le phénomène de la transformation d'énergie en matière (assimilation chlorophyllienne) et de matière en énergie (combustible alimentant le feu d'une chaudière) est connu depuis fort longtemps. Atome par atome, molécule par molécule, l'hydrogène, le carbone et l'oxygène se combinent en corps binaires qui, s'associant, se transforment finalement en glucose. Le soleil fournit l'énergie requise et la chlorophylle conduit les opérations. Par osmose, le glucose pénètre dans la cellule et, dans ce milieu, le cycle inverse s'élabore, libérant l'énergie empruntée à l'astre du jour. La molécule de glucose, en se désagrégeant, livre ses constituants originaux: l'eau et l'acide carbonique. Ces corps, récupérés par le règne végétal, reconstituent le glucose et le cycle inverse recommence.

Chaque adulte cultivé connaît cela.

Mais le savant ne s'arrête pas à ces constatations. Il veut savoir comment et pourquoi.

Pour comprendre les réponses données à ces deux postulats, il est indispensable de se remémorer la structure de la cellule.

Quelle que soit sa forme, une cuticule la sépare de son entourage. A l'intérieur de cette cuticule se trouve une masse protoplasmique plus ou moins homogène. Une concentration du protoplasme forme, généralement au centre de la cellule, un noyau avec son nucléole. Ces derniers éléments jouent un rôle déterminant dans la partition de la cellule (caryocinèse), mais la multiplication de la cellule est hors du propos de ce jour. Il en va de même de la cuticule dont nous ne traiterons

pas la part active qu'elle prend aux phénomènes d'osmose. En revanche, la masse protoplasmique retiendra particulièrement notre attention.

Le protoplasme est plus ou moins homogène, avons-nous dit. Cela tient à la présence de grains, de bâtonnets et de filaments. Ces corpuscules sont révélés dans le champ visuel d'une préparation microscopique, grossie 300 et mieux 500 fois, par leur propriété de réfracter la lumière différemment du protoplasme. Les grains contenus dans le protoplasme se nomment des mitochondries; les bâtonnets et les filaments sont des chondriochontes. Le nom général de ces corpuscules est chondriosome; l'ensemble des chondriosomes d'une cellule forme le chondriome.

Le chondriome a été aperçu dès 1890 par Altmann. Dès 1900, on lui attribua une activité élaboratrice d'amidon et de chlorophylle. Depuis ce moment-là, les connaissances sur le chondriome ne font aucun progrès. En 1941 toutefois, on voit poindre d'autres possibilités attribuées aux chondriosomes. En effet, dans la seconde édition de *Biologie végétale* de Guillermond et Mangenot, qui faisait loi à cette époque, on peut lire: «Dans de très nombreux cas, le chondriome ne donne aucun signe d'une activité élaboratrice quelconque. Quel est donc son rôle? Des hypothèses émises à cet égard, on retiendra que le chondriome, formé d'éléments petits et très nombreux, présente une énorme surface; or, de telles surfaces peuvent exercer de puissants effets catalytiques. Il est donc possible que les chondriosomes agissent comme catalyseurs de nombreuses réactions biochimiques, réactions dont les produits sont tantôt insolubles et se déposent alors *in situ* (élaboration visible), tantôt solubles et diffusent dans la cellule (élaboration invisible).»

A partir de 1950, parmi les chondriosomes, les mitochondries ont été soudain l'objet de recherches passionnantes et fertiles. En l'espace de cinq ans, plus de mille mémoires ont paru à leur sujet. Grâce au microscope électronique et aux nouvelles techniques en biochimie, il est possible non seulement d'isoler la mitochondrie, mais encore de la briser et d'analyser ses éléments constitutifs.

La mitochondrie se compose d'une petite agglomération de nucléines, dont l'arrangement détermine le rôle précis qu'elle est appelée à jouer. Ces petits paquets correspondent à ce que, plus haut, nous avons nommé enzyme et co-enzyme. Dans le protoplasme, généralement le long de la cuticule, la cellule contient tout un assortiment de mitochondries placées dans l'ordre où se succèdent les différentes séquences de la dégradation de la molécule de glucose, autrement dit

de l'oxydation ou combustion de ce sucre. Le travail est fractionné de telle façon qu'une mitochondrie ne catalyse l'oxydation qu'au niveau de la dégradation de la molécule de glucose pour laquelle son arrangement propre la détermine.

Ce travail fractionné libère d'énormes quantités d'énergie. Ces quantités dépassent de beaucoup les besoins de la cellule. Aussi cette énergie est-elle captée par une sorte d'accumulateur qui la livre à l'économie générale au moment précis des besoins. Cette batterie d'accumulateurs est constituée par des molécules d'adénosine triphosphate et couplée sur le cycle d'oxydation. Cette relation se nomme phosphorylation.

La fourniture d'énergie à un moment précis est déterminée par une propriété spécifique de l'adénosine triphosphate. Lorsqu'il est fait appel à la charge de la batterie, instantanément le triphosphate abandonne un groupe de phosphate et, par là, descend au stade de diphosphate. Durant l'éclatement du triphosphate en diphosphate, ce qui est comparable à la soudaine décharge de la batterie, l'énergie est brusquement libérée et utilisée, ici pour transmettre le flux nerveux, là pour provoquer la contraction d'un muscle.

La batterie d'adénosine diphosphate est comparable à une batterie déchargée, en tout ou en partie, selon la quantité d'énergie prélevée. Nous avons vu, plus haut, que cette batterie est couplée sur le cycle d'oxydation du glucose. Ce cycle, n'étant nullement au repos, livre son surplus d'énergie à la batterie à plat. Cette énergie est utilisée à récupérer le groupe de phosphate abandonné, lorsque la batterie a été sollicitée à fournir de l'énergie. Ainsi, le diphosphate se reconstitue en triphosphate, ce qui signifie que la charge de la batterie est remontée et de nouveau prête à entrer en action.

Le cycle vital de la cellule a terminé sa révolution.

Nous nous rendons compte de la grossièreté de l'image utilisée pour faciliter la compréhension de la phosphorylation, face aux délicates élaborations qui se succèdent. Néanmoins, elle permet de saisir mieux la catastrophe engendrée par un découplage, à n'importe quel niveau de l'oxydation et de la phosphorylation. Toute interruption dans ce cycle prive la cellule d'énergie et la batterie de courant. Ce qui conduit à l'arrêt de la vie, à la mort de la cellule.

Certaines molécules, étrangères à la Nature ou à l'être vivant, bloquent le courant énergétique ou, par élection préférentielle, détruisent un des enzymes, ou encore modifient l'ordre dans la succession des opérations du cycle vital. Dans le premier cas, l'effet est toxique

(poisons[1]); dans le second, aberrant (cancer); dans le dernier cas, mutilant (Thalidomide).

En tout état de cause, les récentes découvertes des biologistes sur l'activité des mitochondries dépassent déjà largement les problèmes propres à la vie cellulaire. Ils débordent les éprouvettes et les préparations microscopiques pour se hisser au niveau des problèmes sociaux et industriels.

En effet, parmi ces derniers, ceux qui talonnent de plus près les autorités sanitaires du pays, à part l'abus des analgésiques et des hypnotiques, c'est, d'une part, la frénésie avec laquelle les femmes s'adonnent à la tabagie et, d'autre part, le nombre croissant des véhicules à explosion. Je m'explique:

L'apport de l'oxygène à la cellule, par l'intermédiaire de l'hémoglobine, est une notion si répandue que, jusqu'à présent, nous n'avons pas jugé nécessaire de la mentionner. A cet endroit de notre propos, ce rappel vise à introduire les faits suivants:

En laboratoire, on observe que la réduction de l'admission d'oxygène aux cellules embryonnaires trouble l'harmonieux déploiement des formations tissulaires. Aussi éprouvons-nous une terreur instinctive à voir une femme enceinte aspirer la fumée de ses cigarettes. Cela s'impose à nous comme un acte criminel. En effet, n'est-ce pas une des façons les plus répandues, de nos jours, de réduire l'oxygène au fœtus? Aucune enquête officielle n'a encore été menée pour connaître la somme des malformations de l'enfant dont la nicotine est responsable. Mais c'est à peine si on ose y faire allusion. La mise en garde du public contre la tabagie n'a-t-elle pas eu comme effet d'augmenter la vente du tabac manufacturé?

Il est une autre réduction de l'oxygène respirable qui s'élabore sur un champ beaucoup plus vaste. Par suite de la monstrueuse aug-

[1] On oublie trop facilement que les relaxants (Valium, Librium, etc.), les calmants ou analgésiques (Saridon, Antipyrine, etc.), les tablettes pour «doper» (Amphétamine, Dexédrine, etc.), les hypnotiques (Noludar, Mogadon, etc.), les hallucinogènes (Belladone, Hachich, etc.), les stupéfiants (Opium et ses dérivés) sont tous des poisons. Ce n'est qu'affaire de dosage. Une statistique toute récente montre qu'en Suisse la consommation d'analgésiques, par exemple, a triplé par tête d'habitant durant ces dix dernières années. Fait encore plus troublant: sur le nombre de consommateurs, les femmes représentent les deux tiers. Cela ne fait-il pas frémir ceux qui se rendent compte que les générations futures germeront dans des organes de plus en plus empoisonnés?

Dans la même statistique, on lit que durant le mois d'octobre 1966, en ne considérant que les analgésiques, il s'est vendu dans les pharmacies, drogueries, épiceries et autres lieux, 6 225 000 tablettes de ces poisons. La conséquence logique est que, bientôt, les directions des affaires sanitaires cantonales seront amenées à mettre les analgésiques sous clef, comme les stupéfiants.

mentation du nombre des véhicules à moteur, consommant mazout ou benzine, des quantités inimaginables d'oxygène sont brûlées. En retour, ces moteurs souillent l'atmosphère d'une somme équivalente de gaz usés: oxyde de carbone et gaz carbonique en particulier. Mais cet empoisonnement ne paraît pas suffisant. On ajoute à l'essence, surtout à la «super», une certaine quantité d'octanes, afin d'augmenter la vigueur de l'explosion des gaz. Ces octanes sont des composés d'alcool éthylique et de sels de plomb. C'est ainsi que la toxicité des gaz d'échappement, et singulièrement de l'oxyde de carbone, est solidement renforcée par l'addition de produits saturniques. Les accidents rapportés par la presse, ayant trait à la mort d'automobilistes dans leur garage, où ils s'occupaient sans arrêter la marche du moteur, en font foi.

Dans les villes et surtout dans les grandes villes, l'air que respirent les habitants, les piétons en particulier et singulièrement les enfants, se modifie progressivement dans un sens péjoratif. Les gaz de combustion répandus par les moteurs sont plus lourds que l'air. Ils stagnent au niveau du sol, les gaz contenant du plomb tout spécialement. Cela signifie que ce sont justement les petits enfants qui les respirent. Pour remédier au danger grandissant d'asphyxie, les villes se verront bientôt dans l'obligation de prohiber dans leurs murs la circulation des véhicules à moteur à combustion. Ces derniers seront obligatoirement remplacés par des moteurs électriques à commandes électroniques. Car, lorsque l'esprit humain veut employer ses facultés dans un but constructif, il dispose d'autant de ressources et de moyens que pour la destruction.

J'en trouve la preuve dans un article de *Touring* étalé sous mes yeux, daté du 4 octobre 1968. On y fait état de l'invention des frères Jarret, ingénieurs, ayant justement trait à un véhicule à traction électrique, à l'usage citadin.

Saint-Imier, octobre 1968

Post-scriptum. — Dans *Médecine et Hygiène* de décembre 1968, une étude a paru, qui apporte un intéressant complément aux lignes ci-dessus. Elle concerne la découverte toute récente du mécanisme intracellulaire de résistance à l'action bactéricide des rayons ultra-violets (UV). Cette découverte n'est pas encore la réponse à tous les mécanismes de défense des bactéries aux antibiotiques, bien sûr. Car les moyens de la cellule vivante à résister aux attaques sont multiples et variés. Néanmoins, la dernière découverte en date oriente sur la direction à donner à cette quête scientifique spéciale.

Jusqu'à ce jour, il était généralement admis que toute lésion de la molécule d'*a*cide *d*ésoxyribo*n*ucléique (ADN) d'une cellule, par l'action ionisante des rayons ultra-violets (UV), plaçait cette cellule devant l'alternative: mutation ou mort.

Or, dernièrement, des savants ont observé, en laboratoire, qu'il existe une troisième possibilité: la réparation des lésions *ad integrum.*

Les travaux de Kelner, parus en 1948, sont à la base de ces recherches. Certaines bactéries, l'actinomycète par exemple, soumises à de fortes doses d'irradiation aux UV, paraissaient toutes occises. Toutefois, il se trouva de rares survivantes, car, exposées à une lumière visible très intense, on en compta rapidement plus de 100 000. Cela est dû à un phénomène appelé photoréactivation. La lumière visible exerce une excitation sur un enzyme, dont la fonction est de réparer les dégâts causés par les rayons UV.

D'abord, il fallait rechercher la nature de ces dégâts.

La structure de la molécule d'ADN comprend normalement un certain nombre de bases apparentées aux pyrimidines. Il s'en trouve qui sont adjacentes dans l'une des chaînes de l'ADN. Sous l'action des rayons UV, deux bases de même nature se touchant se soudent l'une à l'autre et forment un dimère. Or, ce dimère devient un corps étranger à la chaîne, au point qu'il empêche la réplication de l'ADN. Mais, sans réplications, pas de multiplications. Une semblable lésion conduit à l'alternative citée ci-dessus: mutation ou mort.

Dans la famille des pyrimidines, la thymidine est particulièrement sensible à l'action des rayons UV. Il s'ensuit que plus l'ADN est riche en thymidine, plus elle est vulnérable et plus la bactérie à laquelle elle appartient est vouée à la mort par irradiation.

Pour la suite des recherches, les souches bactériennes les plus riches en bases thymidiniques furent l'objet de choix. L'enzyme réparateur put être localisé sur les chaînes porteuses de dimères. Puis, l'observation révéla que le rôle de l'enzyme est de briser la soudure du dimère. Ainsi, les deux molécules de thymidine libérées sont restituées à la chaîne qui retrouve son intégrité: la bactérie est sauvée car, du même coup, elle retrouve sa faculté de se diviser, donc de se multiplier.

Mais ce n'est pas tout. Les savants, au cours de certaines expériences, ont remarqué qu'il y avait d'autres circonstances où la réparation de lésions de l'ADN s'effectuait sans que la photoréactivation entre en jeu. Donc, un autre enzyme doit intervenir. Ils ont pu vérifier qu'après certaines manipulations — trop longues à décrire ici — le dimère était excisé de la chaîne et remplacé par deux bases thymidiniques nouvelles. Ce phénomène est la scotoréactivation.

Encore fallait-il savoir si ce remplacement n'était dû qu'à un accident expérimental ou si l'ADN avait retrouvé dans cette réparation sa faculté d'autoréplication. Après quelques minutes (temps requis pour l'apparition d'une nouvelle génération), la preuve était faite que la bactérie s'était multipliée. Ainsi, par chance, l'expérience avait suivi le mécanisme biologique et le confirmait.

Ce qui est à retenir des lignes qui précèdent, c'est que la bactérie est capable de créer des enzymes chargés de réparer les dégâts causés par les bactéricides. La nature des dégâts et le mécanisme de la réparation sont connus dans deux cas précis. Le procédé qu'utilise la bactérie pour résister aux antibiotiques doit être semblable. Lorsque le mécanisme en sera connu, un notable progrès sera réalisé dans l'emploi de ces derniers pour la lutte contre les affections bactériennes.

Saint-Imier, janvier 1969

Références:

1959: Ch. Krähenbühl: *L'Evolution de la Terre et de la Vie.* «Actes de la Soc. jur. d'Emulation», 63e vol., pp. 61 - 148.

1962: M. Florkin: *L'Origine de la Vie.* Gauthier et Villars, éditeurs, Paris.

1967: R. Carson: *Printemps silencieux.* Plon, Paris.

1968: Ch. Krähenbühl: *L'Origine de la Vie sur la Terre.* «Schweizerische Lehrerzeitung», No. 5, pp. 160 - 162.