Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Wissenschaftlicher und administrativer Teil = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles. Partie scientifique et administrative = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 145 (1965)

Rubrik: Les allocutions de la cérémonie jubilaire, l'exposé du président annuel et les conférences générales

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 22.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Ansprache von Bundespräsident H. P. Tschudi

am 150-Jahr-Jubiläum der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Genf
(24. September 1965)

Vor Jahresfrist hat Kanton und Republik Genf in einer glanzvollen Feier der 150jährigen Zugehörigkeit zur Schweizerischen Eidgenossenschaft gedacht. Die würdige Veranstaltung hat in höchst eindrücklicher Form erneut die eidgenössische Gesinnung der Genfer und ihre unverbrüchliche Verbundenheit mit den andern Kantonen bestätigt.

Heute feiern wir in Genf wiederum ein 150-Jahr-Jubiläum. Diese Koinzidenz ist keineswegs zufällig, sondern es bestehen sehr enge Beziehungen zwischen den beiden historischen Ereignissen. Die Initiative zur Gründung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft ging von der Rhonestadt aus, weil hier eine ganze Reihe hervorragender Naturforscher wirkte und weil unter dem Einfluss der Ideen Jean-Jacques Rousseaus die Natur im Mittelpunkt der Interessen stand. Neben diesen fachlich-naturwissenschaftlichen Voraussetzungen spielten aber auch politische Überlegungen eine wesentliche Rolle bei der Schaffung der Naturforschenden Gesellschaft. In allen Kreisen der Bevölkerung des soeben in den Bund der Eidgenossen aufgenommenen Kantons herrschte eine patriotische Begeisterung. Aus dieser Stimmung heraus komponierte der berühmte Botaniker Augustin-Pyrame de Candolle eine «Hymne sur la Réunion de Genève à la Suisse». Die ursprünglichen Statuten setzen Ihrer Gesellschaft ein doppeltes Ziel: einerseits beizutragen zum Fortschritt der Wissenschaft und andererseits dem Vaterland nützlich zu sein. In den ersten Jahren waren die Jahresversammlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft Treffpunkte bekannter schweizerischer Politiker, und in den Diskussionen wurden auch politische, volkswirtschaftliche und philanthropische Themen behandelt. Zur Begründung führt Jacob Siegfried, der Autor der Geschichte der ersten 50 Jahre der Naturforschenden Gesellschaft, an, dass sie «als damals einziger vaterländischer Verein von ernsterer Tendenz» zwangsläufig zum Forum solcher Aussprachen wurde.

Aus der Anfangszeit möchte ich noch ein Faktum relevieren, das ein heute bedeutsames Problem berührt. Unter den Gründern der Naturforschenden Gesellschaft findet sich der Pfarrer an der Berner Heiliggeistkirche, Jakob Samuel Wyttenbach, der als Freund Albrecht von Hallers zur Beschäftigung mit den Naturwissenschaften gelangt war. Wyttenbach hatte sogar schon einige Jahre vor dem Genfer Henri-Albert Gosse einen erfolglosen Versuch zur Bildung einer schweizerischen naturforschenden Gesellschaft unternommen. Dass er, übrigens neben andern

Theologen, damals als Naturforscher anerkannt war, zeigt uns, dass die Natur- und die Geisteswissenschaften noch eng miteinander verbunden waren. Angesichts der gewaltigen Ausdehnung und Vertiefung der modernen Forschung ist die Spezialisierung heute unvermeidlich geworden. Um so mehr müssen wir unsere Anstrengungen darauf richten, dass die einzelnen Wissenschaften sich nicht nebeneinander oder gar auseinander entwickeln. Im Interesse der Forschung und zum Wohle des Nachwuchses wollen wir darauf halten, dass die Hochschule den Charakter einer Universitas litterarum behält. Ihrer Gesellschaft darf ich nahelegen, den Ideen der Gründer auch in dem Sinne nachzufolgen, dass Sie einen nahen Kontakt zu Ihrer Schwesterorganisation, der Schweizerischen Geisteswissenschaftlichen Gesellschaft, pflegen.

Dem patriotischen Enthusiasmus entsprechend, der bei der Schaffung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft herrschte, hat sie, auch nachdem sie sich auf ihre wissenschaftlichen Aufgaben konzentrierte, stets enge Beziehungen zu den Bundesbehörden unterhalten. Im Jahre 1860 begann der Bund die Naturforschende Gesellschaft mit Fr. 3000.— zu subventionieren. Dieser Beitrag, welcher heute allerdings viel höher ist, hat somit eine über 100jährige Geschichte. Ich zweifle nicht daran, dass er auch vor der Kommission von fünf Wissenschaftern, die zurzeit das gesamte Subventionswesen des Bundes überprüft, Gnade finden wird. Viele Kontakte ergaben sich daraus, dass Professoren der Bundeshochschule, der ETH, wesentliche Arbeiten im Rahmen Ihrer Gesellschaft leisteten. Der Naturforschenden Gesellschaft kommt das grosse Verdienst zu, frühzeitig das Bedürfnis nach bestimmten wissenschaftlichen Untersuchungen erkannt und auch die Bearbeitung eingeleitet zu haben. Auf der Grundlage Ihrer Vorbereitungen übernahm später der Bund verschiedene dieser Aufgaben. So hat Ihre Gesellschaft die Basis für das schweizerische Kartenwerk und damit für die Eidgenössische Landestopographie gelegt. Aus Ihrer Hydrometrischen Kommission entstand das eidgenössische Bureau, das später im jetzigen Eidgenössischen Wasserwirtschaftsamt aufging. Am bekanntesten ist die Einführung der meteorologischen Beobachtungen, welche in der Schaffung der Eidg. Meteorologischen Zentralanstalt gipfelten. Aus neuester Zeit nenne ich als bedeutungsvolles Beispiel der Zusammenarbeit zwischen Bund und Naturforschender Gesellschaft die Gründung des Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Sie haben zusammen mit der Schweizerischen Akademie der medizinischen Wissenschaften, der Schweizerischen Geisteswissenschaftlichen Gesellschaft, dem Schweizerischen Juristenverein und der Schweizerischen Gesellschaft für Statistik und Volkswirtschaft die Stiftung errichtet; die nötigen finanziellen Mittel werden ihr jährlich vom Bund zur Verfügung gestellt. Die eminent bedeutungsvolle Aufgabe der Förderung der Grundlagenforschung vertraut somit die Eidgenossenschaft einer selbständigen Stiftung an, in welcher Ihre Gesellschaft eine einflussreiche Stellung einnimmt.

Ich freue mich, der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft und besonders ihren leitenden Persönlichkeiten den herzlichsten Dank

und die Anerkennung des Bundesrates für die der Wissenschaft und dem Lande geleisteten grossen Dienste aussprechen zu dürfen. Die wissenschaftlichen Arbeiten, welche von Ihrer Gesellschaft angeregt und unter ihrer Leitung innerhalb von anderthalb Jahrhunderten durchgeführt wurden, haben reiche Früchte erbracht. Die Erfolge unserer Naturforscher tragen massgeblich zum Ansehen und zum guten Ruf der Schweiz in der Welt bei.

Das 150jährige Bestehen und noch mehr die in dieser langen Zeit geleistete, der Erforschung der Wahrheit dienende Arbeit darf Sie mit Stolz erfüllen. Doch würde uns die Feier eines Jubiläums nicht befriedigen, wenn sie allein der Rückschau gewidmet wäre. Besonders auf wissenschaftlichem Gebiet, wo eine faszinierende Entwicklung im Gang ist und wo deshalb die Erwartungen auf neue Erfindungen und Entdeckungen hoch gesteckt sind, richten sich die Blicke in die Zukunft. Ich wäre nicht kompetent, Erörterungen darüber vorzutragen, welche Fortschritte die naturwissenschaftliche Forschung auf der Erde, in den Tiefen des Meeres und im Kosmos in den nächsten Jahrzehnten erzielen, und welche Erfolge sie bei der Untersuchung des Atoms, der Zelle und des Menschen in seiner körperlichen und seelischen Ganzheit realisieren dürfte. Ich muss mich darauf beschränken, einige Gesichtspunkte hervorzuheben, welchen vom Standpunkt des Bundes aus grosses Gewicht und aktuelle Bedeutung zukommt.

Der Bundesrat stimmt mit Ihnen darin überein, dass Wissenschaft und Forschung im Rahmen der öffentlichen Aufgaben eine hohe Priorität einzuräumen ist. Diese Stellungnahme kommt in einer ganzen Reihe von wichtigen Massnahmen der letzten Zeit zum Ausdruck. Ich erwähne die Einsetzung des Schweizerischen Wissenschaftsrates als zentrales Konsultativorgan, die sehr substantielle Erhöhung des Kredits des Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, ferner die weittragende Vorlage für den Ausbau der ETH, vor allem der Lehr- und Forschungsinstitute für die Physik. Endlich seien die mit grosser Intensität geführten Untersuchungen und Verhandlungen über eine direkte Subventionierung der kantonalen Hochschulen durch den Bund hervorgehoben, deren Ergebnisse bald in Form konkreter Anträge vor das Parlament gebracht werden.

Die den heutigen Anforderungen entsprechende Wissenschaftspolitik des Bundes soll es unserer Forschung erlauben, mit der internationalen Entwicklung Schritt zu halten, und soll es den Hochschulen ermöglichen, die wachsende Zahl der Studierenden aufzunehmen und ihnen einen Unterricht auf hohem Niveau zu vermitteln. Die bisherigen finanziellen Aufwendungen und die in Aussicht stehenden Begehren weisen uns rasch auf die Grenzen hin, welche einem Kleinstaat gesteckt sind. Die entsprechenden Beschränkungen ergeben sich auch aus der Tatsache, dass das Reservoir an schöpferischen Wissenschaftern ebenfalls limitiert ist. Damit stellt sich für uns mit grosser Dringlichkeit die Aufgabe des besten Einsatzes unserer finanziellen und personellen Mittel oder, in andern Worten ausgedrückt, das Problem der Koordination zwischen den Hoch-

schulen unter sich und zwischen der Hochschulforschung und der angewandten Forschung der Industrie. Im Bund obliegt die Bearbeitung dieser verantwortungsvollen Verpflichtung vor allem dem neu geschaffenen Wissenschaftsrat. Die besondere Schwierigkeit ergibt sich daraus, dass die unerlässliche Koordination in ein Spannungsverhältnis kommt zur Autonomie der Hochschulkantone und der Universitäten. Ferner steht einer Auswahl der Forschungsprojekte die Tatsache gegenüber, dass keine wertvollen Ideen unterdrückt werden sollten und dass die freie Initiative der Forscher eine wesentliche Bedingung für den Erfolg bildet. Der richtige Weg zwischen der Skylla einer unverantwortlichen Geldverschwendung und der Charybdis einer wissenschaftsfeindlichen Reglementierung muss mit grossem Ernst und höchster Sorgfalt gesucht werden. Diese Aufgabe ist derart weittragend, dass ihre Lösung nicht allein den Behörden des Bundes und der Hochschulkantone überlassen werden sollte. Der Rat und die Mitwirkung sowohl von privaten wissenschaftlichen Gesellschaften als auch von Verbänden der Wirtschaft erscheint mir als unerlässlich. Das Koordinationsproblem ist in den Naturwissenschaften aus zwei Gründen dringlicher als in den Geisteswissenschaften. Die naturwissenschaftliche und technische Forschung verlangt viel höhere finanzielle Mittel für Gebäude, Apparate und Einrichtungen, und nur bei ihr stellt sich die Aufgabe der Zusammenarbeit zwischen Hochschulen und Forschungsinstitutionen der Industrie. In der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft vereinigen sich Naturwissenschafter aus allen Fachgebieten, und zwar sowohl aus den Hochschulen als auch aus der Industrie. Ihre Gesellschaft scheint mir deshalb das prädestinierte private Gremium zu sein, das sachkundig und ohne Bindung an bestimmte Interessen die Koordinationsprobleme studieren und den verantwortlichen Instanzen Anregungen unterbreiten könnte. Das Studium der 150jährigen Geschichte zeigt, dass diese Aufgabe Ihnen nicht fremd ist. Im letzten Jahrhundert hat die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft sich ausgezeichnet durch die Erforschung unserer Alpen und besonders der Gletscher. In den Vordergrund wurden somit Forschungsaufgaben gestellt, die mit den besonderen Gegebenheiten unseres Landes im Zusammenhang standen. Bedeutende Erfolge wird unsere Forschung kaum erzielen, wenn sie sich auf zu viele Gebiete zersplittert und die gleichen Probleme aufgreift, welchen die Grossmächte ihre Aufmerksamkeit schenken. Uns ist somit die nicht leichte Aufgabe gestellt, unsere finanziellen Mittel und die besten Kräfte auf Projekte zu konzentrieren, welche in der Grössenordnung schweizerischen Möglichkeiten entsprechen und für die in unserem Land besonders günstige Voraussetzungen gegeben sind. In der sorgfältigen Abklärung dieser grundlegenden Zukunftsprobleme sehe ich eine schöne Aufgabe der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft.

Nach Ihren Statuten pflegen Sie internationale wissenschaftliche Beziehungen. Zahlreiche Ihrer Gesellschaft angeschlossene schweizerische Komitees wirken in den grossen internationalen Fachvereinigungen mit. Diese Tätigkeit muss ohne Zweifel in den nächsten Jahren verstärkt wer-

den. Für ein kleines Land sind die Kontakte über die Grenzen noch nötiger als für ein grosses. Wenn wir im rasch fliessenden Strom des wissenschaftlichen Fortschritts nicht zurückfallen wollen, müssen wir uns an den internationalen Diskussionen beteiligen. Besondere Aufmerksamkeit ist allerdings der gründlichen Vorbereitung unserer Vertreter zu schenken und ebenso der Auswertung der Ergebnisse einer Mitwirkung in internationalen wissenschaftlichen Vereinigungen und bei internationalen Forschungsprojekten.

Der Arbeitsbereich des Eidgenössischen Departements des Innern berührt sich mit demjenigen Ihrer Gesellschaft nicht nur in der Forschung, sondern auch auf dem Gebiet des Naturschutzes. Die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft hat das unvergängliche Verdienst, der Idee des Naturschutzes in unserem Lande zum Durchbruch verholfen zu haben. Den Kulminationspunkt Ihrer Bemühungen erreichten Sie kurz vor dem Ersten Weltkrieg mit der Schaffung des Schweizerischen Nationalparkes im Unterengadin. Diesem herrlichen Reservat gilt nach wie vor Ihre besondere Aufmerksamkeit. Eine sehr kompetente wissenschaftliche Kommission sorgt für die gründliche Erforschung des Parks in geologischer, hydrologischer, meteorologischer, botanischer und zoologischer Richtung. Die rasche Zunahme der Bevölkerung und die Industrialisierung unseres Landes bedrohen immer mehr die nicht sehr zahlreichen unversehrten Naturlandschaften wie auch die Ortsbilder, die geschichtlichen Stätten und die Kulturdenkmäler. Der Natur- und Heimatschutz hat deshalb grösste Dringlichkeit erlangt. Angesichts seiner kulturellen und gesundheitlichen Bedeutung erscheint eine Mitwirkung des Bundes als unerlässlich. Der im Jahr 1962 von Volk und Ständen genehmigte Verfassungsartikel hat ihm dazu die Kompetenz gegeben. Der Bundesrat wird den eidgenössischen Räten demnächst den Entwurf zu einem umfassenden Ausführungsgesetz zuleiten. Beim Vollzug dieses Gesetzes werden die Bundesbehörden gerne an die Mithilfe Ihrer Gesellschaft appellieren und bei Ihnen sachkundigen Rat einholen.

Obwohl meine Darstellung sehr unvollständig bleiben musste, lässt sie doch die Bedeutung des Wirkens der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft erkennen. Sie wird weiter zunehmen; unser Land wird in Zukunft Ihre Vereinigung noch weniger entbehren können als bisher! Deshalb überbringe ich Ihnen im Auftrag des Bundesrates und im Namen des ganzen Schweizervolkes die herzlichsten Glückwünsche zu Ihrem Jubiläum. Ich hoffe, dass sich immer wieder sowohl junge als auch erfahrene Naturwissenschafter Ihrer Gesellschaft uneigennützig zur Verfügung stellen werden, damit sie mit Erfolg ihre vielfältigen Aufgaben erfüllen kann.

Par son étymologie et le sens subjectif que le commun des mortels lui donne, le mot anniversaire résume merveilleusement la nature à la fois discrète et continue que l'homme attribue au temps.

Cette réflexion s'impose à qui se prépare à rappeler une date. Or, 1965 correspond au 150e anniversaire de la fondation de la Société helvétique des sciences naturelles.

Il convenait donc, en marge des sentiments de satisfaction ressentis à l'issue de cette longue période, de s'interroger et de rassembler les concepts que la science formule aujourd'hui au sujet du temps. Ainsi s'explique le choix du thème des conférences générales de la session de Genève: Le temps, étoffe de la matière et modulateur de la vie.

Scrutant à nouveau ce phénomène, trois savants ont cerné l'énigme du temps, indétachable de l'être vivant. Qu'ils en soient remerciés.

Fernand Chodat

Die Anpassung der Organismen an die zeitliche Struktur der Umwelt

Prof. Erwin Bünning
Botanisches Institut der Universität Tübingen

Vorbemerkung

Während des Vortrags selber wurden die mitgeteilten Forschungsergebnisse durch Diapositive belegt. Auf die Wiedergabe entsprechender Abbildungen ist in diesem Text verzichtet worden. Es sei dazu auf die am Schluss zitierten zusammenfassenden Darstellungen verwiesen.

1. Einleitung

Erst in neuerer Zeit wurden bei der experimentellen Analyse der zeitlichen Ordnung biologischer Vorgänge ermutigende Fortschritte erzielt. Einige Prinzipien biologischer Zeitmessung beginnen wir zu verstehen, andere sind uns noch ganz rätselhaft.

Ich möchte vor allem biologische Zeitmessungen berücksichtigen, die in Beziehung stehen zur zeitlichen Ordnung der Umwelt.

2. Messung des Verlaufs von Tageszeiten

Zunächst etwas zur zeitlichen Orientierung der Organismen über den Verlauf der Tageszeiten. Nur einige der wesentlichen Ergebnisse seien hier zusammengefasst.

Zur Anpassung an den Gang der Tageszeiten benutzen die Organismen physiologische Schwingungen, die mit Perioden von ungefähr 24 Std. arbeiten (sog. endogene Tagesrhythmik, circadiane Rhythmik, «innere Uhr», «physiologische Uhr»).

Die Periodenlängen dieser Schwingungen betragen, wie gesagt, nicht genau, sondern nur ungefähr 24 Std. Werden die Organismen unter konstanten Laboratoriumsbedingungen, d.h. bei konstanter Temperatur im Dauerlicht oder in Dauerdunkelheit, untersucht, so ergeben sich Periodenlängen, die meist zwischen 23 und 26 Std. liegen, dabei aber individuell und erblich verschieden sind.

Bei Organismen, für die diese Periodenlängen keinen Selektionswert mehr haben, z.B. bei Pflanzen der Arktis oder bei Höhlentieren, kann die Rhythmik fehlen, oder ihre Perioden zeigen keine klare Beziehung mehr zum 24-Std.-Zyklus.

Diese Schwingungen von ungefähr 24 Std. werden von Aussenfaktoren, namentlich vom Licht-Dunkel-Wechsel gesteuert und dadurch zu Schwingungen mit Perioden von genau 24 Std. synchronisiert. Die Vorteile der

Zeitmessung mit solchen Schwingungen, im Gegensatz zur Zeitmessung mit einmaligen Vorgängen, die nach dem Sanduhrprinzip arbeiten, liegen auf der Hand. Vor allem ist so eine «Vorausplanung» möglich. Die Organismen können schon vor Sonnenaufgang Verhaltensweisen einleiten, die unmittelbar nach Sonnenaufgang notwendig werden. Die Pflanze kann so z. B. ihren ganzen biochemischen Mechanismus schon schon vor Sonnenaufgang allmählich umstellen für Bedingungen, die für die Photosynthese günstig sind, während umgekehrt vor der Abenddämmerung eine rechtzeitige Umstellung auf Bedingungen für andere chemische Prozesse möglich ist. Eine Pflanze kann auch z. B. das Öffnen der Blüte vor der Morgendämmerung vorbereiten und zu einem geeigneten Zeitpunkt rechtzeitig Pollen oder Nektar darbieten. Umgekehrt kann z. B. eine Biene rechtzeitig zu einem Standort fliegen, an dem zu dieser Zeit bestimmte Pflanzen Pollen und Nektar darbieten. Ein Insekt kann auch mit dieser inneren Uhr schon am Ende der Nacht das Schlüpfen aus der Puppe vorbereiten, welches aus mehreren Gründen während oder kurz nach der Morgendämmerung vorteilhaft ist.

Die Genauigkeit des Zeitmessens mit dieser endogenen 24-Std.-Rhythmik wird eingehalten, weil die Periodenlängen nur sehr wenig von der Temperatur beeinflusst werden. Diese Präzision ist notwendig, weil die innere Uhr z. B. auch beim Richtungfinden von Tieren im Zusammenhang mit einem Sonnenkompass genutzt wird oder weil sie bei Pflanzen und Tieren ziemlich genauen Tageslängenmessungen dient, die einen Kalender ersetzen.

Das Laufen dieser inneren Uhr ist an biochemische und biophysikalische Mechanismen geknüpft, mit deren Erforschung jetzt viele Laboratorien beschäftigt sind. Diese Mechanismen laufen auch in einzelligen Lebewesen oder in isolierten Geweben und Zellen aus höheren Organismen weiter.

Viele physiologische Leistungen können an die innere Uhr gekoppelt sein. Wir nannten das Schlüpfen aus den Puppen bei Insekten und biochemische Kapazitäten bei Pflanzen. Entsprechendes gilt für viele Stoffwechselleistungen, für Wachstum, Bewegungsaktivität, die Reaktionsweise auf die belebte und unbelebte äussere Natur, für das Zeitgedächtnis im strengen Sinne des Wortes usw.

Eine dieser Koppelungen sei hervorgehoben, weil sie zeigt, wie die Organismen mit Hilfe dieser endogenen Tagesrhythmik sogar die Tageslänge messen und damit die Jahreszeiten erkennen können.

3. Messung des Verlaufs der Jahreszeiten

Die Organismen können mit den oben erwähnten endogen-tagesperiodischen Oszillationen den Verlauf der Jahreszeiten messen, indem sie bestimmte Arten des Reagierens auf Licht an die innere Uhr koppeln. Eine Koppelung der Lichtempfindlichkeit an die endogene Tagesrhythmik zeigt sich bei vielen Organismen schon, wenn wir deren phototaktische Reaktion zu verschiedenen Tageszeiten messen. Die Reaktionsstärke

dieser Bewegungen zur Lichtquelle kann tagesperiodisch schwanken, und wegen der Koppelung an die endogene Rhythmik setzen sich diese Schwankungen ungefähr tagesperiodisch fort. Aber nicht nur quantitative Schwankungen können so erreicht werden, sondern auch qualitative. Infolge solcher Koppelungen reagiert der Organismus zu den einzelnen Tages- und Nachtzeiten quantitativ und qualitativ unterschiedlich auf Licht, jedenfalls auf Licht, welches von einzelnen Organen oder von bestimmten Pigmentsystemen absorbiert wird. So erkennt der Organismus, ob die Zeit von Morgen- bis Abenddämmerung länger oder kürzer ist als bestimmte erblich fixierte kritische Werte von z.B. 11, 12 oder 13 Std. Licht, welches noch später als nach dem täglichen Ablauf jener kritischen Tageslänge einwirkt, verhindert oder ermöglicht bestimmte physiologische Verhaltensweisen. Es ist also so, als ob wir eine Photozelle mit einer Schaltuhr und einer Alarmanlage koppeln und so eine Einrichtung schaffen, bei der Licht nur zur Nachtzeit ein Alarmsignal auslösen kann. Da die Organismen mit diesem Prinzip schon Differenzen der Tageslängen von wenigen Minuten «erkennen», können die Jahreszeiten recht genau bestimmt werden.

Der Organismus kann auch ermitteln, ob eine so gemessene Tageslänge auf das Frühjahr oder den Herbst fällt. Dazu wird in einigen Fällen das Hintereinanderschalten von zwei verschiedenen Tageslängenmessungen benutzt, nämlich einer Messung, bei der Licht bestimmte Vorgänge stimuliert, wenn es vor Ablauf einer kritischen Tageslänge einwirkt, und einer anderen Messung, bei der es gerade nur stimuliert, wenn es nach Beendigung einer kritischen Tageslänge wirkt.

Beispiele: Viele Pflanzen blühen nur, wenn ihnen zuerst kurze Tage («Frühjahr»), dann lange Tage («Sommer») geboten werden. Andere Arten (normalerweise Herbstblüher) blühen nur, wenn sie erst lange Tage, dann kurze geboten bekommen. Bei Vögeln kann für die Kontrolle der Fortpflanzungs- und Wanderungszyklen Entsprechendes gelten.

In anderen Fällen wird die Temperatur als zusätzliche Informationsquelle benutzt, d.h. eine spezifische Tageslängenreaktion wird erst möglich, wenn niedrige Temperatur Winter oder hohe Temperatur Sommer angezeigt hat.

Die biologische Orientierung über die Jahreszeiten ist aber noch komplizierter, noch mehr gesichert gegen Fehlerquellen. Viele Organismen lassen sich nicht überraschen durch vorübergehend auftretende abnorme Temperaturen. Auch jene Signale, welche eintreten, wenn die Tage kürzer oder länger werden als die ererbten kritischen Längen, treffen die Pflanzen und Tiere meistens nicht unvorbereitet. In vielen Fällen jedenfalls besteht eine erblich festgelegte und dadurch endogene Tendenz zum jahresrhythmischen Verhalten, also z.B. zur Bereitschaft des Reagierens auf jenen Tageslängenfaktor. Die äusseren Faktoren haben dann nur die Aufgabe, die endogene Jahresrhythmik, die ererbte Tendenz zur Jahresperiodik des Verhaltens, zu steuern, ihre Phasen festzulegen und ihre Periodik mit der des 12-Monats-Zyklus zu synchronisieren.

Die Existenz einer endogenen Jahresrhythmik wurde zunächst an

Pflanzen gefunden, die aus Europa in die Tropen übertragen worden waren. Die Periodik des Laubwechsels, der Blütenbildung und Knospenruhe blieb erhalten, aber die Synchronisierung ging verloren. Die Perioden waren nicht mehr genau zwölfmonatig, und die einzelnen Entwicklungsphasen traten bei den einzelnen Individuen, oft sogar bei den einzelnen Ästen eines Baumes völlig desynchronisiert auf.

Laboratoriumsversuche haben weiterhin bekräftigt, dass Aussenfaktoren, etwa eine spezifische Tageslänge oder eine bestimmte Temperatur, bestimmte Entwicklungsprozesse nicht zu jeder Zeit gleich leicht auslösen können. Bei mehreren Pflanzen zeigte sich ein jahresperiodisches Schwanken in der Bereitschaft, auf einen Tageslängeneinfluss zu reagieren, z. B. hinsichtlich der Blütenbildung. Bei Eidechsen und bei Vögeln wurde hinsichtlich des Keimdrüsenwachstums eine analoge Schwankung der Bereitschaft zum Reagieren auf den Tageslängenreiz gefunden. Es kann also durch eine bestimmte Tageslänge das Keimdrüsenwachstum in einigen Monaten leicht, in anderen nur schwer oder gar nicht stimuliert werden.

Das Keimdrüsenwachstum gehört bei vielen Tieren zu den Vorgängen, die von der Tageslänge gesteuert und dadurch den Jahreszeiten eingeordnet werden. Für Entwicklungsvorgänge bei Insekten, z. B. für die Induktion von Ruheperioden, sogenannten Diapause-Stadien, ist eine entsprechende Steuerung ebenfalls bekannt. Aber auch unter konstanten Laboratoriumsbedingungen können solche Zyklen bei Wirbeltieren und Insekten oftmals, wenn schon weniger genau und mit der Tendenz zu baldiger Desynchronisierung, ungefähr jahresperiodisch eintreten. D. h., Aussenfaktoren der genannten Art wirken mehr oder weniger dadurch, dass sie einen endogenen, erblich festgelegten Zyklus von etwa 12 Monaten Dauer mit den Jahreszyklen der Aussenfaktoren synchronisieren. Die Kontrollierbarkeit des endogenen Zyklus durch Aussenfaktoren wie die Tageslänge kann sogar verlorengehen, wenn sie keinen Selektionswert mehr besitzt. Das trifft z. B. für manche Pflanzen und Vögel der Tropen zu, aber auch für domestizierte Tiere.

4. Zyklen, die grösser oder kleiner sind als 12 Monate

Die Existenz endogener Entwicklungszyklen von etwa 12 Monaten wird bei vielen Pflanzen und Tieren, die unter Bedingungen leben, wo die Periodenlänge von 12 Monaten keinen Selektionswert hat, noch aus einem anderen Grunde deutlich. Dann können nämlich oft erbliche Periodenlängen gefunden werden, die sehr stark vom 12-Monats-Zyklus abweichen. So zeigen viele tropische Pflanzen Zyklen der Laubentfaltung, des Blühens usw., die Perioden von z. B. 4, 6 oder 8 Monaten haben. Aber auch erbliche Perioden mit einer Länge von 2–3 Jahren sind nicht selten. Bei Vögeln tropischer Regionen wurden endogene Zyklen des Keimdrüsenwachstums, des Brütens oder des Wandertriebes mit Perioden von z. B. 6 Monaten oder ungefähr 10 Monaten beobachtet. Es tritt also etwas ganz Analoges ein wie hinsichtlich der endogenen Tages-

rhythmik bei Organismen unter Bedingungen, bei denen die endogene Tagesrhythmik keinen Selektionswert hat.

Das Besondere der Anpassung an Gebiete mit einem Wechsel der Jahreszeiten ist also die Selektion von Typen mit einer endogenen Tendenz zu Rhythmen mit Perioden von ungefähr 12 Monaten und die Synchronisation dieser Rhythmen mit den Jahreszeiten durch Temperatur- oder Tageslängenreaktionen.

Zur physiologischen Erklärung solcher Zyklen sind oft biochemische Rückkopplungsmechanismen angenommen worden, die mit der allmählichen Anhäufung bzw. dem allmählichen Verbrauch von Nahrungsstoffen, Hormonen, Hemmstoffen usw. rechnen. Doch das Problem ist wahrscheinlich noch schwieriger zu lösen als solche Hypothesen annehmen. Die Schwierigkeiten werden schon dadurch deutlich, dass auch für isolierte Gewebe und sogar für trocken aufbewahrte Samen solche Phänomene beschrieben worden sind.

5. Messung sehr langer Zyklen

Vor allem werden die Schwierigkeiten einer einfachen biochemischen Deutung endogen-jahresperiodischer Zyklen aber durch den Hinweis auf extreme Fälle deutlich. Wie kann eine Zikadenart die 17 Jahre genau zählen, welche sie zu ihrer Entwicklung benötigt? Noch mehr müssen uns solche Fähigkeiten bei Pflanzen wundern. In den Tropen gibt es Pflanzen, bei denen ein Entwicklungszyklus wesentlich mehr als ein Jahr dauert. Die Jahrzehnte oder Jahrhunderte alt werdende Knolle von Amorphophallus titanum lässt auf Sumatra alle 2½ Jahre nach einer mehrmonatigen Ruheperiode einen Zyklus der Blütenbildung und anschliessender Blattentfaltung beginnen. Eine Agavenart lebt 5–6 Jahre. Während dieser Zeit bildet ihr Vegetationspunkt etwa 300 Blätter, dann wandelt er sich zu Blütenknospen um, und nach dem Blühen muss die Pflanze, da sie nur diesen einen Vegetationspunkt hat, absterben. Die Agave misst diese Zeit recht gut, einerlei ob günstige oder ungünstige Bedingungen gegeben sind, ob die Blätter zur Faserernte entfernt wurden oder nicht. Noch berühmter geworden ist das Verhalten einiger Bambusarten. Eine benötigt 28–30 Jahre, eine andere 32–34, noch eine andere 45 Jahre für einen Entwicklungszyklus. Man kann die Pflanzen vegetativ vermehren und die so entstehenden Individuen unter verschiedenen Bedingungen aufwachsen lassen. Sie blühen trotzdem gleichzeitig.

Mit der einfachen Hypothese der Anhäufung von Stoffwechselprodukten oder allmählich gestörten Hormonrelationen sind solche Phänomene nicht erklärbar. Das Problem ist ähnlich schwierig wie das des Alterns. Vielleicht ist es mit diesem Alterungsproblem sogar physiologisch verwandt. Dafür sprechen manche Ähnlichkeiten zwischen den Phänomenen solcher Zyklen und dem Altern. Eine solche Vermutung wird auch durch die Tatsache unterstützt, dass in den eben genannten Fällen der Messung extrem langer Zeiten der Übergang zur Blütenbildung parallel läuft mit dem Auftreten von Alterungserscheinungen an den Pflanzen. Genauer

gesagt: Die Alterungserscheinungen werden schon kurz vor der Blütenbildung deutlich. Gelegentlich kann dieses Altern und Absterben zu den vorher genannten erblich festgelegten Zeiten sogar erfolgen, ohne dass es zum Blühen kommt.

6. Messung lunarer Zyklen

Auch das Problem der biologischen Messung von Zeitspannen, die einige Tage oder Wochen umfassen, ist ungelöst. Wir begegnen solchen Phänomenen z. B. bei den lunaren Zyklen vieler mariner Pflanzen und Tiere, andererseits auch bei den Östruszyklen der Säuger.

Die Entleerung von männlichen und weiblichen Geschlechtszellen in lunaren Rhythmen von 29 Tagen oder auch zweimalige Entleerung innerhalb dieses Zyklus ist für marine Organismen überaus wichtig, weil so eine Synchronisation und damit überhaupt erst eine reale Befruchtungschance erreicht wird. Die Phasen dieser Zyklen werden in einigen näher untersuchten Fällen vom Mondlicht determiniert. Die Zyklen können aber auch ohne Mondlicht, d. h. bei längere Zeit bedecktem Himmel oder im Laboratorium, viele Monate endogen weiterlaufen. Die Präzision ist dabei oft beachtlich. Da solche Zyklen auch bei Algen möglich sind, ist eine allgemeine Erklärung auf der Basis des Zusammenwirkens endokriner Drüsen nicht möglich.

Möglicherweise ist an solchen Phänomenen ein Zusammenwirken der vorher genannten endogenen 24-Std.-Rhythmik mit einer ebenfalls endogenen Rhythmik aus Perioden von etwa 12,4 oder 24,8 Std. beteiligt. Diese 12,4- bzw. 24,8-Std.-Rhythmik entspricht dem Gezeitenwechsel. Ihr tatsächliches Vorkommen ist für marine Organismen nachgewiesen. Beim Zusammenwirken dieser beiden Rhythmen kann es zu Schwebungen in den genannten Abständen von etwa 15 bzw. 29 Tagen kommen. Einige Experimente sprechen für diese Deutungsmöglichkeit. Die Zyklen können nämlich kleiner als etwa 15 Tage werden, wenn die Differenz zwischen jenen 24–24,8 Std. experimentell vergrössert wird, Schwebungen also häufiger werden müssen. Das spricht für jene Deutung. Die Versuche sind aber noch nicht ganz beweisend.

Um die grosse Bedeutung so genauer Zeitmessungen zu demonstrieren, sei nur ein Beispiel erwähnt: Die Braunalge Dictyota dichotoma ist für ihre Fortpflanzung darauf angewiesen, dass die Eizellen im Meerwasser von den Spermatozoiden befruchtet werden. Bei kontinuierlicher Entleerung der Geschlechtszellen wäre die Chance dafür gleich Null. Tatsächlich aber sorgen jene biologischen Zeitmessungen dafür, dass die Entleerung nur an wenigen Tagen im Monat möglich ist. Ausserdem trifft das nur für einige Monate im Jahr zu, nämlich dann, wenn die Temperatur hoch genug ist. Obendrein aber ist die Entleerung der Gametangien an diesen wenigen Tagen innerhalb der Sommermonate noch jeweils auf einige Minuten innerhalb der Zeit der Morgendämmerung beschränkt. So erfolgt die Entleerung innerhalb eines Jahres nur in einer Summe von Zeiten, die insgesamt nicht mehr als einige Stunden beträgt. Die Entleerung der männlichen und weiblichen Geschlechts-

zellen erfolgt dabei gleichzeitig. So also wird die Chance für eine Befruchtung mindestens tausendmal so gross, als wenn die Entleerung ohne Kontrolle durch einen biologischen Zeitmessvorgang erfolgen würde. Für andere pflanzliche und tierische Organismen gilt Entsprechendes.

7. Messung anderer Zyklen

Es ist nicht ausgeschlossen, dass auch manche Phänomene periodischer Krankheiten oder überhaupt periodischen Verhaltens mit Zyklen von etwa einer oder mehreren Wochen in einer Weise entstehen können, die der der lunaren Zyklen ähnlich ist. Dafür spricht, dass solche Phänomene bei der Schädigung von Organen oder physiologischen Funktionen (Tumorbildung, experimenteller Eingriff in die Nervenbahnen vom Auge) auftreten können, denen normalerweise synchronisierende Funktionen zufallen, die also im gesunden Körper Schwebungen verhindern müssen.

Hinsichtlich der Grössenordnung erinnern die lunaren Zyklen an die Ovulationszyklen mancher Säuger. Wir wissen natürlich, dass diese Zyklen etwas mit dem Zusammenwirken mehrerer endokriner Drüsen zu tun haben. Ob dieses Zusammenwirken, soweit wir es erkennen, wirklich die Präzision der Zeitmessung bei diesen Zyklen erklären kann, erscheint zweifelhaft. Oft wird die Zeitmessung bei den Östruszyklen zwar in dieser Weise, also ohne ein zusätzliches Prinzip der Zeitmessung gedeutet; aber es gibt doch auch Zweifel. Manche neuere experimentelle Befunde sprechen dafür, dass die Hormonausschüttungen nicht Komponenten, sondern vielmehr Folgen eines unbekannten Zeitmessungsprinzips solcher Zyklen sind.

Da eine solche Präzision andererseits, wie wir sahen, auch bei Pflanzen möglich ist, also ohne ein derartiges Zusammenwirken verschiedener Drüsen erreichbar ist, liegt die Vermutung nahe, dass auch bei den Ovulationszyklen der Säuger noch ein besonderes Zeitmessprinzip die ganzen Vorgänge beherrscht.

8. Zusammenfassung

Zusammenfassend können wir sagen: Einige Prinzipien biologischer Zeitmessung beginnen wir zu verstehen. In anderen Fällen sind die Phänomene wenigstens so gut gesichert, dass vernünftige experimentelle Fragestellungen möglich werden. Es ist aber gut, immer alle Phänomene von den niedrigsten Pflanzen bis zu den Wirbeltieren zu beachten. So können von vornherein einige Hypothesen bezweifelt werden, die sich nur auf hochentwickelte Organismen anwenden lassen. Zugleich zeigt sich bei einer solchen vergleichenden Untersuchung, die sehr verschiedene Organismen berücksichtigt, dass immer oder doch sehr häufig wieder ähnliche Prinzipien der Zeitmessung angewandt werden. Eine grosse Rolle spielen dabei endogene Zyklen, deren Phasen durch äussere Faktoren determiniert werden.

Wir können auf Grund der genannten Befunde sagen, dass sich in der zeitlichen Organisation physiologischer Vorgänge eine auffallende Ähnlichkeit, fast ein Abbild der zeitlichen Organisation ihrer Umwelt spiegelt. Zugleich zeigen die Befunde aber, dass es sich dabei nicht, wie ältere Autoren manchmal gemeint haben, um eine Art der Einprägung von aussen handelt, sondern um eine Anpassung, die ebenso wie andere Anpassungen durch Selektion aus einer grossen Zahl vieler physiologischer Möglichkeiten entstanden sein kann.

LITERATUR

(beschränkt auf neuere Zusammenfassungen)

Aschoff J. (Ed.): Circadian Clocks. North-Holland Publ. Comp. Amsterdam 1965.

Bünning E.: Die Physiologische Uhr. 2. Aufl. Springer, Berlin/Heidelberg 1963.

Sollberger A.: Biological Rhythm Research, Elsevier, Amsterdam/London/New York 1965.

Psychologie et épistémologie de la notion du temps

Prof. JEAN PIAGET

La mécanique classique, en définissant la vitesse comme un rapport entre l'espace parcouru et la durée employée considérait ces deux termes comme correspondant à des intuitions simples et même comme des absolus, tandis que l'idée de vitesse était censée s'appuyer sur eux. Dans les conceptions relativistes, c'est au contraire l'intervalle spatial et la durée qui deviennent relatifs à la vitesse. On connaît bien d'autre part, le cercle selon lequel on définit les vitesses au moyen des durées tout en ne pouvant mesurer celles-ci qu'au moyen de vitesses. Pour ces deux raisons Einstein en 1928 a bien voulu nous conseiller d'étudier la formation des perceptions et notions du temps et de la vitesse pour dégager leurs relations de filiation psychologique.

L'hypothèse a été constamment dans ces recherches (qui ont duré jusqu'à présent tant les problèmes sont complexes et multiples) que le temps est une coordination des vitesses dans le même sens que l'espace est psychologiquement une coordination des déplacements (= des mouvements abstraction faite des vitesses). Cela implique un certain parallélisme entre le temps et l'espace, mais à deux réserves près: 1° l'espace peut être abstrait de son contenu (d'où la possibilité d'une géométrie «pure»), tandis que le temps est toujours solidaire de son contenu vécu (psychologique) ou physique (vitesse, etc.); 2° psychologiquement l'estimation d'un espace concret se réfère à un champ sensoriel actuel ou simultané (positions), tandis que l'évaluation d'une durée AB est toujours une reconstitution, parce que quand l'événement est présent (en B): la durée de A à B s'est déjà évanouie dans le passé, si court que soit l'intervalle AB et si perceptive que soit l'estimation.

Notons encore que le temps comporte, comme l'espace d'ailleurs, deux sortes d'intuitions ou d'opérations: a) l'ordre de succession des événements, qui ne fait pas problème pour une seule série, mais qui soulève déjà de nombreuses questions sitôt qu'il faut comparer entre eux les événements de deux ou plusieurs séries distinctes (problèmes des simultanéités ou successions); b) l'intervalle entre les événements ou durée, dont l'estimation suppose soit un système d'emboîtements (durée AB plus courte que AC si ABC appartient à une seule série) soit une métrique.

I

Pour comprendre la psychologie et l'épistémologie du temps il faut donc partir de celles de la vitesse. Sur ce point nos résultats semblent décisifs: il existe une intuition primitive de la vitesse indépendante de toute durée et ne supposant que l'*ordre* temporel et spatial. Telle est l'intuition du dépassement: de deux mobiles A et B, A est plus rapide que B si, en un temps antérieur T_1, il était derrière B dans l'espace et si, en un temps ultérieur T_2, il est devant lui.

Cette notion ordinale de la vitesse est la seule dont se serve l'enfant jusque vers 9–10 ans, avec précision en certains cas, avec erreurs en d'autres (centration sur les points d'arrivée avec oubli des points de départ, dans les cas de simple rattrappement ou faute d'anticipation quant à la suite des mouvements, etc.). Mais elle suppose deux mobiles et n'est pas applicable en cas de mobile unique ni en cas de mouvements successifs.

Sur le terrain de la perception (adulte comme enfantine) on retrouve le même mécanisme ordinal, avec en plus une dimension «hyperordinale» (au sens de Suppes), c'est-à-dire une estimation (en plus ou en moins) des intervalles décroissants ou croissants entre les mobiles, mais sans estimation des durées ni des espaces parcourus depuis l'origine. Il faut à cet égard distinguer trois situations:

1° Deux mobiles visibles. On retrouve le rôle du dépassement, avec un effet subjectif d'accélération apparente au moment du dépassement lui-même.

2° Un seul mobile et mouvements libres du regard. En ce cas le second mobile est le regard lui-même: par exemple au moment de l'apparition du mobile dans le champ, il présente une accélération apparente parce que le regard, d'abord fixé au point d'apparition, est en retard sur ce mobile avant de le rejoindre.

3° Un seul mobile et fixation obligée du regard. En ce cas il y a encore perception de la vitesse et celle-ci paraît supérieure en fovéa par rapport à la périphérie de la rétine, parce que dans la fovéa les cellules sont plus denses, etc. Il faut donc distinguer, dans le «train» des excitations (cellules simultanément excitées) le passage du début de l'excitation (l'avant du train) et le passage de la fin de l'excitation (et la persistance rétinienne est justement plus forte dans la fovéa) et c'est à nouveau la comparaison de ces deux termes mobiles qui donne l'impression de vitesse (vitesse plus grande en fovéa puisque le train s'allonge!).

Ces résultats ont été utilisés par des physiciens. Dans leur ouvrage *Vitesse et univers relativiste*, Abelé et Malvaux, cherchant à éviter le cercle vicieux de la vitesse et du temps, ont recouru à nos travaux de psychogenèse: partant alors de la notion ordinale de vitesse–dépassement, mais la complétant par l'emploi d'un compteur assurant les conservations, d'une loi logarithmique et d'un groupe abélien, ils obtiennent un théorème d'addition des vitesses et retrouvent de là les principes de la relativité.

II

Si la vitesse nous est apparue comme initialement indépendante des durées, toute notion ou perception du temps, ordinale comme métrique ou relative à la durée, et physique comme psychologique, s'est par contre montrée solidaire des vitesses, soit directement, soit indirectement (puissance, etc.). En un mot, le temps ne semble pas correspondre à une intuition simple mais à une mise en relation entre 1° son contenu, c'est-à-dire ce qui se fait (espace parcouru, travail accompli, etc.) et 2° la vitesse du déroulement, sous la forme soit de vitesse–mouvement, soit de vitesse–fréquence (par exemple le temps d'un rythme comme pour le temps biologique), soit même de puissance (force × vitesse), etc.

A commencer par l'estimation d'un temps physique et par son aspect simplement ordinal, on constate ce qui suit:

1° Chez l'enfant la simultanétité des points de départ ou celle des points d'arrivée ne fait pas problème pour deux mouvements parallèles de même vitesse. Mais, si l'un des deux dépasse l'autre, l'enfant jusque vers 6 ans refuse d'admettre que les deux s'arrêtent «en même temps» parce qu'il n'y a pas encore de temps commun à deux mouvements hétérogènes.

2° Dans la perception (adulte comme enfantine) de deux mouvements simultanés, le mobile le plus rapide paraît disparaître *avant* l'autre faute de coordination suffisante à vitesses inégales.

Pour les durées, l'enfant de 6 à 8 ans qui admet la simultanéité des points de départ et celle des points d'arrivée de deux mobiles de vitesse inégales dira que le plus rapide prend «plus de temps» parce qu'il va plus loin, etc. (ce qui est en fait une négligence de la vitesse au profit de l'espace parcouru). De même le jeune enfant dit fréquemment qu'en courant il met «plus de temps» qu'en marchant, parce qu'il va «plus vite», etc.

Au point de vue de la perception (adulte comme enfantine), le phénomène semble clair: 1° A juger les durées de deux mouvements de mêmes durées mais de vitesses différentes et présentés en ordre successif (avec naturellement les permutations voulues pour contrôle) on retrouve la relation «plus vite = plus de temps». 2° Par contre à estimer les durées de deux mouvements synchrones (sur un film) en centrant du regard soit le plus rapide soit le plus lent, on trouve la relation «plus vite = moins de temps» parce que, les mouvements étant visibles à la fois, il est impossible de négliger la vitesse au profit de l'espace parcouru, etc. (comme en 1).

Dans la perception des temps très courts, soit 0,5 à 1 sec (on sait que le point neutre est situé vers 0,7 à 0,8 sec), compris entre deux signaux lumineux sans déplacements, mon collaborateur G. Voyat a trouvé récemment que dans la majorité des cas les sujets sousestiment la seconde des deux durées présentées, ce qui est contraire aux lois perceptives connues d'effets de succession; reprenant les mêmes sujets 8 mois après et leur demandant de décrire simplement ce qu'ils voyaient, il a trouvé: 1° qu'ils parlaient tous en termes de vitesses («plus vite» ou «moins vite»

mais en se référant donc à la seule fréquence, et 2° qu'en ce cas la seconde vitesse était surestimée, ce qui nous ramène à la loi connue d'effet de succession mais prouve du même coup que, même pour ces durées vides et courtes, la vitesse domine le temps.

III

Dans le domaine du temps vécu ou temps de l'action propre, la situation est la même: le temps apparaît comme un rapport entre ce que l'on fait et la vitesse à laquelle cela est fait. Un travail ennuyeux paraît long parce qu'on le juge au travail lui-même. Si le même travail intéresse, le temps paraît court parce que l'intérêt est un régulateur d'accélération de l'action qui libère les forces disponibles (et qui augmente donc la «puissance» au sens de fv, mais sans mesure physiologique actuellement connue de nous). Dans les deux cas, on a donc le même rapport, mais avec centration de l'attention sur le numérateur ou sur le dénominateur.

Mais une thèse connue s'oppose ici à la nôtre: celle de notre ami P. Fraisse de la Sorbonne, selon laquelle le temps vécu est évalué au nombre d'événements distincts remarqués par le sujet. Si Fraisse songeait à un nombre relatif (par rapport aux unités objectives de durée) nous serions d'accord, car il s'agirait alors d'une vitesse–fréquence ou d'un rythme. Mais telle n'est pas sa pensée. Il a, par exemple, organisé l'expérience consistant à présenter 16 ou 32 images à des adultes en une même durée pour juger du temps subjectivement évalué. Nous avons repris l'expérience sur des enfants avec M. Meylan-Backx (nous avons convenu avec Faisse d'échanger nos expériences jusqu'à accord possible) et trouvé ce qui suit: 1° jusqu'à 8 ans en moyenne l'enfant juge d'après le nombre de figures (fréquence sans la vitesse); 2° de 8 à 11 ans il renverse son estimation parce que, pour plus de figures, cela «va plus vite»; 3° vers 11–12 ans on trouve quelques cas de compensation («même temps»). Ces résultats nous paraissent donc conforme à notre hypothèse.

IV

Concluons en rappelant qu'aux temps intuitifs ou perceptifs examinés jusqu'ici se superposent des 8 à 11 ans des opérations temporelles au sens d'actions intériorisées, réversibles et coordonnables en structures logico-mathématiques:

1° La sériation des événements $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow \ldots$ qui fournit leur ordre de succession (avec succession nulle ou simultanéité);

2° L'emboîtement des intervalles: $AB < AC < AD < \ldots$ ou $BC < BD \ldots$ dans la série $ABCD \ldots$

3° La métrique par synthèse de la partition 2° et du déplacement ordonné 1°, métrique spontanée (par exemple les temps courts et longs de la métrique musicale) ou élaborée (chronométrie).

Mais la métrique n'est elle-même possible qu'en considérant des vitesses et leur conservation (mouvement du sable dans le sablier ou de l'aiguille d'une montre). C'est pourquoi l'usage d'un sablier ou d'un chronographe ne sert à rien dans les expériences sur les jeunes enfants, parce qu'ils croient que leurs mouvements changent de vitesse selon qu'un trajet dont la durée est à mesurer est lui-même lent ou rapide! Dans tous les champs d'expérience psychologique utilisés jusqu'ici le temps apparaît donc bien comme une coordination des vitesses, ce qui tent à montrer le caractère complexe et non pas élémentaire de cette «intuition de la durée» dont on fait trop souvent l'hypothèse et ce qui confirme d'autre part la parenté biologique des durées et des rythmes.

Les bactéries lisses et rugueuses

Prof. FERNAND CHODAT

Quand un microbiologiste trie à nouveau les cellules d'une culture pure, il obtient en général sur les vases de Petri des colonies qui, à tous égards, sont semblables. Souvent cependant se mèlent aux colonies du premier type celles d'un second visiblement distinct. Cette hétérogénéité n'est pas le fait d'une contamination ou d'un mélange initial, la pureté spécifique ayant été dûment établie. Ce phénomène a reçu le nom de dissociation microbienne. On doit à Philip Hadley de Chicago un premier compte rendu de la «Microbic dissociation» paru en 1927 dans le *Journal of Infectious Diseases*. Ce sont pourtant les travaux du pastorien Nicolle, puis ceux de l'école anglaise avec Savage et Arkwright (1921) qui mirent les premiers en évidence le phénomène de dissociation chez de nombreuses bactéries intestinales.

C'est sous son aspect médical que la dissociation a tout d'abord été étudiée: antigènes, virulences, etc. Par contre, les bases génétiques, cytologiques, physiologiques et écologiques du phénomène ont été beaucoup plus négligées. A cet égard nombre d'informations valables ont certes été publiées; mais l'ensemble de cette documentation a un caractère désordonné, parfois disparate. La nature capricieuse de l'apparition et de la disparition des deux types coloniaux, l'obscurité qui cache encore partiellement les rapports numériques des représentants des deux états, sont essentiellement causes du retard des connaissances en ce domaine.

Les équipes qui ont travaillé le sujet dans mon laboratoire ont tenté d'apporter de nouveaux faits expérimentaux, d'envisager une coordination des données conforme à la biologie et établie selon une logique provisoire, bref de grouper ce que l'on sait aujourd'hui en vue de planifier l'expérience de demain.

Notons d'emblée que la dissociation est un phénomène général dans le monde bactérien et que divers taxa l'expriment sous des aspects et à des degrés divers:

Diplococcus pneumoniae	Proteus vulgaris
Micrococcus pyogenes var. aureus	Salmonella typhosa
Streptococcus mitis	Salmonella paratyphi A, B, C
Neisseria gonorrhoeae	Mycobacterium tuberculosis
Serratia marcescens	Pseudomonas fluorescens, etc.
Escherichia coli	

L'espèce à laquelle nous avons consacré nos efforts est le *Pseudomonas fluorescens*, microbe aquatile et non pathogène.

Les caractéristiques générales de la dissociation sont:

1° Un dimorphisme colonial révélé par des colonies plus ou moins visqueuses à surface lisse, nommées S (symbole dérivé du mot anglais smooth = lisse) et des colonies à surface rugueuse c'est-à-dire ridée ou (et) granuleuse nommées R (symbole dérivé du mot anglais rough = rugueux).

2° Ces états sont alternatifs. Une périodicité mesurable nous échappe pour le moment.

3° Des propriétés distinctes des cellules S et des cellules R.

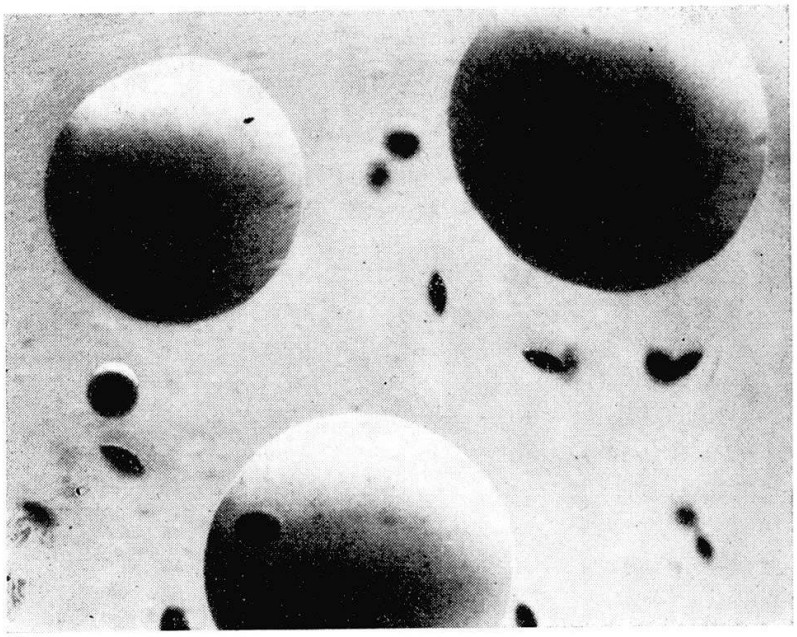

Figure 1

Morphologies coloniales: dans le type lisse la colonie est bombée, collante et brillante[1] (voir fig. 1).

En milieu liquide, cet état S donne lieu à une suspension de germes laiteuse, homogène.

Les colonies R offrent l'aspect d'un disque cratériforme; la dépression centrale est parcourue par des rides en rayons centripètes ou demeure dans certains cas simplement verruqueuse (voir fig. 2).

Une description rigoureuse de ces colonies R est difficile à fournir car nous verrons plus loin que cette morphologie, plus que celle du type S, est fonction des conditions générales et trophiques au sein desquelles se

[1] Les descriptions présentées dans cet article sont relatives à l'espèce étudiée, soit le *Ps. fluorescens* Migula. Les détails peuvent différer légèrement en étudiant un autre taxon.

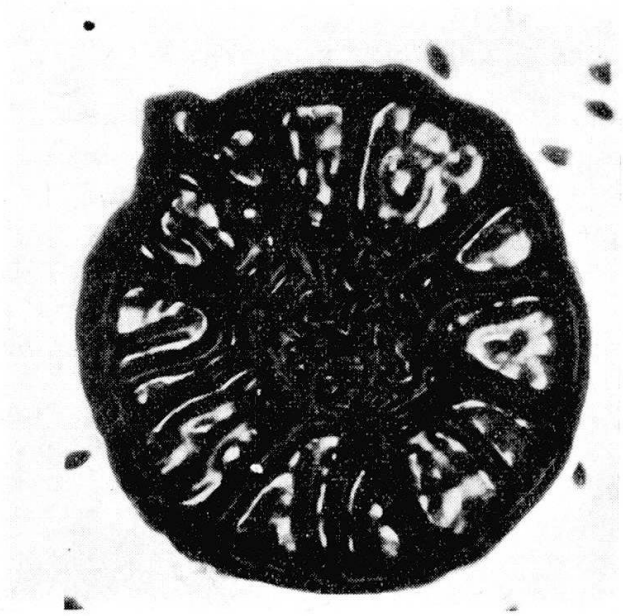

Figure 2

développe la colonie. Cette dépendance conduit à des apparences intermédiaires entre R et S. On ferait donc bien d'envisager un polymorphisme qui a causé pas mal de perplexité à ceux qui se sont penchés sur ce problème. Ajoutons enfin qu'il n'est pas exclu que l'habitus intermédiaire soit la conséquence d'un génotype particulier, sorte d'hybride dont nous examinerons plus loin l'éventualité.

Le mécanisme générateur de ces plis ou rides ou verrues est la vitesse de croissance plus grande, en général, chez R que chez S. Manquant de place, la colonie R ressemble à une ville moderne dont la périphérie est bordée de hauts buildings. A ce facteur de vitesse de division, qui n'est pas postulé, mais a été bel et bien prouvé dans diverses de nos expériences, s'ajoute celui de la nature moins mucoïde, plus cohérente des parois des cellules R que celle des cellules S. En milieu liquide ces propriétés de R se traduisent par une suspension plus grossière, voire grumeleuse, qui a tendance à se sédimenter rapidement.

Dans les cas extrêmes, la distinction entre colonie S et R se fait aisément à l'œil nu au bout de 24 h. Les choses ne sont, en fait, pas si simples et dans bien des cas l'observateur hésite à classer les colonies repérées dans la catégorie S ou R.

Un phénomène de masquage des colonies R par un recouvrement tardif de germes S est figuré dans la figure 3.

Ce camouflage du caractère R par une épicolonie S souligne, au début tout au moins, le caractère sectorien de la dissociation, sorte de discontinuité brusque du comportement colonial à partir d'une ou de plusieurs cellules transformées.

Les secteurs ne sont perçus que tardivement et l'émergence d'une souche R au sein d'une colonie S est le plus souvent cryptique.

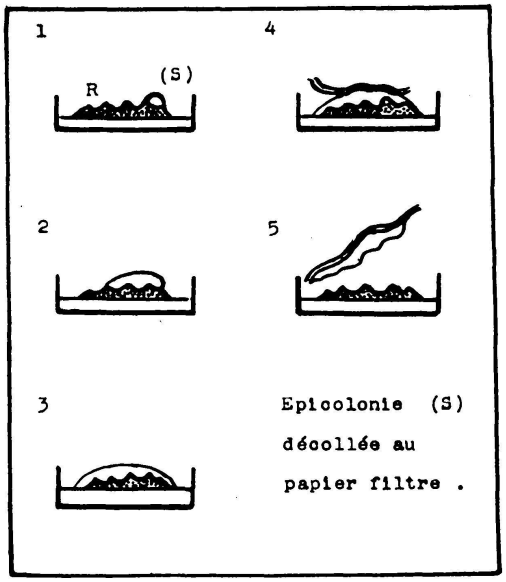

Figure 3
Camouflage d'une colonie R par une épicolonie S

Le déguisement par masquage épicolonial est peu de chose si on le compare aux difficultés d'expression du génotype. La table 1 résume les cas possibles et les conditions principales susceptibles de réduire ou d'annuler l'épanouissement des caractères héréditaires du germe.

		Génotype R donne:	Génotype S donne:
Conditions du milieu: lumineuses, thermiques, trophiques	antirugophènes	S′, S″, etc. soient des lissoïdes = (S)	S
	rugophènes	R	S éventuellement R′, R″, etc. soient des rugoïdes = (R)

Légende: ′, ″, etc. = phénotypes légèrement distincts de celui de R ou de S
( ) = génotype partiellement ou totalement inexprimé

Table 1
Phénotypes actualisés

L'analyse des phénomènes enregistrés révèle la multiplicité de ces conditions: lumineuses, thermiques, trophiques qui d'ailleurs peuvent joindre leurs effets. Nous avons distingué les conditions rugophènes des antirugophènes. Logiquement, il eut été plus simple d'envisager dans cette alternative l'influence lissophène à la place de celle nommée antirugophène. Les faits prouvent que rares, sinon inexistantes, sont les conditions qui s'opposent à l'actualisation du génotype S. Celui de R est par contre beaucoup plus gouverné par le milieu. L'échiquier quadrangulaire montre donc les erreurs de définition génétique pouvant naître de l'examen du simple aspect colonial. Comme il est rare qu'un seul facteur d'actualisation intervienne, soit par sa totale absence, soit par son entière efficacité, que plusieurs allient des influences de sens égal ou inverse, les résultats obtenus sont nécessairement différents: S′, S″, etc. c'est-à-dire des phénotypes coloniaux dits lissoïdes, R′, R″, etc., des colonies nommées rugoïdes. Cette gamme d'états, avant d'avoir été comprise quant à sa genèse, désarçonnait l'observateur.

Ajoutons, pour y revenir plus loin, que ces intermédiaires peuvent encore exprimer un génotype appauvri ou complété, soit de S, soit de R.

L'identification des conditions rugophènes et antirugophènes est un travail de physiologie microbienne de longue haleine. La nature de cet exposé exclut la description de ces expériences et la justification des conclusions rassemblées dans la table 1. Par ailleurs, chacun sait dans notre laboratoire que beaucoup de précisions sont encore à fournir. Deux types de conditions ont été particulièrement étudiés: l'influence des ressources en azote assimilable offertes par le milieu de culture et le rôle de la lumière.

Nous savons depuis longtemps qu'un milieu nitraté oppose, dans le cas du *Ps. fluorescens* – et c'est ici l'occasion d'éviter des généralisations imprudentes à l'égard d'autres germes – une résistance apparemment complète à l'expression du génotype R. La responsabilité du ion nitrique n'est, en définitive, encore qu'un cas d'espèce qui illustre un enchaînement d'opérations physiologiques détournant le génome R de sa vocation morphogénétique rugueuse. Cette chaîne de réactions concerne l'activité respiratoire du germe et englobe la participation de la molécule du pigment. On peut postuler l'intervention d'un autre substrat que le ion

Conditions	Rugophènes	Antirugophènes
Hypothermie 20° – E. coli (Paul Bordet)	+	
Lumière blanche faible – Lumières rouge et bleue	+	
Azote organique (milieux naturels)	+	
Facteurs de croissance	+	
Milieux naturels dilués		+
Azote nitrique		+
Hyperthermie 37° – Pseudomonas fluorescens		+

Table 2

nitrique, assurant un comportement similaire (voir travaux H. Greppin et S. Gouda).

La lumière blanche, jusqu'à une certaine intensité, de même que les lumières bleues et rouges, sont rugophènes.

Si hétéroclites que soient en apparence les conditions énumérées dans le table 2, leur examen attentif révèle entre elles un dénominateur commun et primaire; tout se passe comme si un complément d'énergie apporté à l'état R était nécessaire pour accentuer une morphologie coloniale rugueuse, liée elle-même à une vitesse de division plus grande, tout au moins dans l'espèce *Ps. fluorescens*.

Une morphologie coloniale n'est en fin de compte que le reflet des caractères propres aux cellules constituant la population. Quels sont-ils chez S et R? A cet égard le tableau réunit des documents classiques et nouveaux.

Propriétés cellulaires	de S	de R	Taxa
Dimensions		± =	Ps. fluorescens
Formes		± =	Ps. fluorescens
Parois	mucoïde		Ps. fluorescens
Sporulation			–
Mobilité		>	Ps. fluorescens
Ultrastructure par coupe			–
Acides nucléiques (teneur)		>	Strepto.
Antigènes		>	nombreux
Auxo-autotrophie		>	Ps. fluorescens
Vitesse de division		<	Ps. fluorescens
Acidogénie		>	Strepto.
Respiration			–
Pigmentation		<	Ps. fluorescens
Endotoxines		>	Eberth.
Résistance:			
aux phages			–
aux antibiotiques		>	Ps. fluorescens
aux UV		<	Ps. fluorescens
photoréactivation		<	Ps. fluorescens

Table 3

Cet assemblage d'informations est l'aboutissement de minutieuses enquêtes bactériologiques faites depuis près d'un demi-siècle dans divers laboratoires. Mon propos n'est pas de commenter ici ces résultats acquis ou à fournir, mais de voir la forêt que les arbres ont trop longtemps cachée!

Il est incontestable que les états S et R se distinguent l'un de l'autre par un grand nombre de signes différents. Tous ne sont pas indépendants et le concept d'une causalité physiologique, appliquée à cette liste, réduit

le nombre des déterminants génétiques qui sont à la base de ces propriétés.

Si l'émergence de l'état R résultait d'un croisement sexuel, assez hypothétique, on parlerait alors d'un polyhybride en raison du transfert simultané de plusieurs caractères. La solidarité de ces derniers, qui disparaissent ou réapparaissent en même temps, fait aussi songer au linkage, soit à une proximité grande de fragments de l'information héréditaire situés sur un support nucléaire partiel, perdu ou gagné par la cellule. La pléiotropie pourrait également être invoquée et définirait l'influence exercée par un seul facteur simultanément sur plusieurs caractères. Les interactions de gènes, si génialement postulées dans la notion de l'épigenèse, pourraient enfin rendre compte d'une richesse de caractères au niveau phénotypique, supérieure à celle des déterminants concevables au niveau génétique.

Quel que soit en définitive le mécanisme générateur de cette pluralité de caractères solidaires, elle demeure l'une des marques évidentes et fidèles de la dissociation bactérienne.

Cette remarque s'inscrit au sommaire des connaissances générales de la dissociation. Les trois propositions suivantes le complètent:

- états alternatifs du patrimoine héréditaire au sein d'une espèce pure;
- réversibilité complète ou partielle de la modification enregistrée;
- transfert à tous les descendants du nouvel état génétique.

Cette dernière condition, en dépit de divers indices indirects encourageants, n'est pas encore expérimentalement prouvée. Pour cela, il faudrait savoir à quel moment, dans un lot de cellules, surgit chez l'une ou plusieurs d'entre elles l'accident spécifique générateur de la dissociation et quels sont alors les rapports numériques des S et des R dans la postérité scissipare de ce ou de ces mutants. Actuellement, la détection de l'état S ou R se fonde sur l'apparence d'une population, d'une descendance et sur des méthodes de triage insuffisamment élaborées. Pareille technique n'indique donc pas les proportions initiales, base de toute l'argumentation génétique. Ce résultat sera atteint lorsque nous serons maîtres de faire jouer le déclic de la dissociation sur des cellules topographiquement repérées.

Si, comme nous l'avons vu, les expressions de ce dimorphisme sont chacune dépendantes du milieu, les causes de cet acte semblent échapper aux influences du milieu. Force est donc de lier les origines de ces potentialités à des perturbations endocellulaires affectant l'information.

Il y a donc lieu de se tourner vers les mécanismes de modification du génome présentement connus chez les bactéries et de choisir parmi eux celui qui correspond le mieux aux manifestations reconnues de la dissociation. Le table 4 résume nos connaissances dans ce domaine.

Les quatre signes énumérés dans le sommaire de la dissociation susinscrit, ne concordent guère avec les caractéristiques d'une mutation *sensu stricto*. Par ailleurs, le taux d'une mutation s'écarte de celui de la dissociation qui, pour autant qu'on le sache aujourd'hui, paraît plus élevé.

Evénéments génétiques chez les bactéries et les virus

Mutation	Recombinaison
Altération du génotype ne résultant pas d'une recombinaison: – altération – perte – réduplication – réarrangement	Altération du génotype résultant de l'interaction de deux taxa distincts ou de l'addition d'un fragment informateur dérivé de l'un des deux taxa: 1° *sexuelle* (copulation)
Réversion (?)	*Episomes*: 2° *infectieuse:* acquisition d'une particule libre (phage) ou d'un agent héritable acquis par contagion (par exemple agent de fertilité)
	3° *transduction* = intégration d'un ou de gènes d'un autre taxon, véhiculé(s) par un phage
	4° *transformation* = information héritable acquise par du DNA extrait d'un autre taxon

Table 4

Le terme de réversion, figurant sur le tableau, a été utilisé par certains microbiologistes pour définir le refus brusque d'un mutant de se plier aux contraintes exercées sur lui par certains facteurs de la nutrition. Un phénomène de cet ordre paraît trop limité pour encadrer les manifestations multiples et imprévisibles de la dissociation.

Quant à la mutation inverse, «back-mutation», elle n'est, disent les généticiens les plus avertis, qu'une image que les cybernéticiens ne semblent pas considérer comme indispensable pour concevoir leurs modèles.

Du côté des recombinaisons quatre possibilités s'offrent: les conséquences d'une copulation sexuelle. Ce schéma d'une génétique classique n'est malheureusement validé que par un nombre très restreint de cytogamie et d'amphimixie contrôlée. Cette rareté n'enlève d'ailleurs rien à l'authenticité et à la précision des recherches faites sur E. coli K 12. Si même, des phénomènes d'hybridation sexuelle peuvent être postulés chez des bactéries qui ne laissent rien paraître de leur conjugaison, ce n'est pas un mendélisme microbien qui s'accommoderait des comportements génétiques résumés dans le sommaire de la dissociation.

Des trois dernières possibilités, considérons maintenant la transformation. Connue *in vivo* depuis la célèbre expérience de Griffith, vérifiée depuis lors dans des conditions de culture plus contrôlables, ce transfert de DNA d'un taxon à l'autre, peut-il servir de modèle auquel rapporter le mécanisme de la dissociation? Rien ne s'y oppose *a priori*. On pourrait, sans trop de témérité, comparer le péritoine d'une souris où se rencontrent (par artifice) des pneumocoques vivants d'état R, donc avirulents et des

pneumocoques tués de type S, à une culture âgée faite sur un milieu organique. Or, de telles cultures sont précisément celles dont on part le plus volontiers pour isoler par triage les états S et R d'un taxon quelconque. Ce modèle est d'autant plus séduisant que l'expérience citée de récupération par les R du pouvoir de virulence abandonné par les cadavres des cellules S, a précisément été faite sur un couple d'états typiquement dissociatifs! On pourrait encore ajouter qu'un régime de multiplication rapide et renouvelée en milieu liquide, conditions où les chances d'autolyse et de promiscuité des germes sont moindres, est un excellent moyen préventif de la dissociation.

C'est ici le lieu de dire que les catégories de recombinaisons résultant de l'addition d'un fragment informateur détaché d'un taxon donneur et passant à un taxon accepteur (transformation, transduction et gain par contagion d'un agent héritable) ne trompent pas ceux mêmes qui les ont établies. Ils savent que, si même le véhicule phagique caractérise la transduction proprement dite et la lysogénie dans une mesure différente, des similarités mal définies rapprochent ces trois modes de contamination du génome.

Toutefois des analogies d'une évidence pressante existent entre le comportement génétique de la dissociation et celui de l'hérédité bactérienne dite épisomique. Connus depuis moins de 10 ans, surtout grâce aux travaux de l'Ecole de Paris, ce transfert et cet ancrage de l'information génétique relèvent plus de la contagion que de la sexualité, si du moins chez ces êtres primitifs (virus et bactéries) ces deux notions comportent encore la différence traditionnelle qu'on leur accorde. La lysogénie offre l'exemple classique de ces états génotypiques *alternatifs*. La bactérie peut être infectée par un élément génétique de nature extrinsèque qui n'est *pas* une composante nucléaire *nécessaire* à la vie (prophage). Ce caractère accessoire se retrouve d'ailleurs chez les hybrides de la génétique classique! Au mode d'ancrage intracellulaire est corrélativement lié (cause ou effet?) un rythme d'autoduplication particulier du matériau envahisseur.

Dans cet état, les puissances physio- et morphogénétiques du nouvel appareil informateur sont mises en veilleuse et ne se libéreront que sous l'influence d'un *déclic* naturel inconnu ou expérimental identifié (rayons UV). Dans le cas du prophage, l'attache de l'agent héréditaire s'effectue au niveau du chromosome bactérien et sa vitesse de multiplication épouse celle ou correspond à celle des gènes de l'hôte.

Un autre trait caractérisant la présence d'un agent épisomique est qu'elle confère au germe contaminé de nouveaux caractères différents de ceux par lesquels on reconnaît cette présence à l'intérieur de la bactérie génétiquement enrichie. Ici encore cette constatation rejoint celle faite précédemment à propos de la *pseudo-pléiotropie* manifestée par la dissociation. Enfin, et surtout, l'agent additif, le prophage, peut être *gagné* ou *perdu* dans son ensemble, comme un tout.

Les particularités qui viennent d'être rappelées au sujet de la lysogénie se retrouvent, à peu de choses près, dans l'analyse du comportement

d'autres exemples d'une hérédité alternative chez les bactéries, à savoir la masculinisation des cellules femelles de E. coli par transfert du facteur de fertilité F livré par des cellules dites mâles F^+. Dans ce cas toutefois, l'agent épisomique a un caractère autonome, c'est-à-dire un ancrage extrachromosomique (plasmide de Lederberg), complété par des propriétés corrélatives de duplication spécifiques à ce type d'incorporation cellulaire.

La faculté, tenue autrefois pour capricieuse, de produire une colicine est maintenant rapportée chez E. coli K30 à des recombinaisons de nature épisomique. A bien des égards, sinon tous, ces états alternatifs, ce «vagabondage génotypique», ressemblent à celui de la dissociation.

Enumérer les allèles d'un patrimoine génétique, définir les tolérances du milieu à l'égard de leurs expressions, entrevoir le mécanisme caryologique assurant de brusques changements de statut héréditaire, sont les opérations constituant une partie importante de la recherche génétique. Elle n'est en fait complète qu'au moment où l'on peut identifier le déclic qui fait virer la plaque tournante qu'est un appareil génique et orienter le convoi vital vers une vocation différente. Or, ce stimulus ou catalyseur de l'ébranlement génétique manque pour le moment à l'image que nous tentons de donner du processus de la dissociation. Il arrive, parfois, que l'expérience, copie du phénomène naturel, soit à cet égard plus révélatrice que ce dernier. Ignorer délibérément l'existence de ce déclic est une offense à la logique. Devenir maître de ce secret nous donnera la possibilité de répéter à notre guise l'événement analysé et par voie de conséquence d'en mieux saisir l'intimité et ses répercussions lointaines. Telle est la raison pour laquelle nous dressons à ce dieu inconnu un autel dans notre graphique 4.

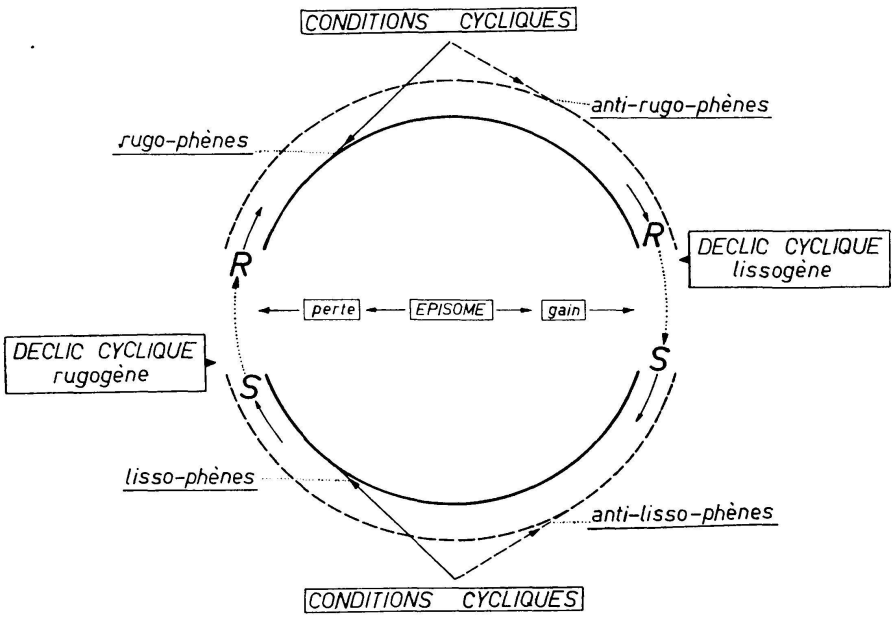

Figure 4

Il suffit, en conclusion, de lire les mots soulignés dans ces derniers paragraphes, pour prendre conscience des analogies nombreuses qu'offre le phénomène de dissociation avec ceux des ruptures d'équilibre génétique attribuées au gain ou à la perte d'un élément épisomique pour aboutir à l'hypothèse de travail suivante: la dissociation microbienne tire son origine de recombinaisons justiciables d'une interprétation épisomique.

Les analogies pourtant, si frappantes soient-elles, ne demeurent en science que des fils conducteurs. Seules de nouvelles expériences complémentaires placeront ce concept au niveau d'une démonstration provisoirement satisfaisante.

A la fin de ces lignes, je pense avec reconnaissance à ceux qui m'ont accompagné au cours de ces recherches, Nathalie Wassilieff, Pierre Wolf, Sobhy Gouda, A. El Sabeh et Hubert Greppin, collaborateurs dont certains vont augmenter le capital de nos connaissances dans ce domaine.

Allocution
de Monsieur André Chavanne, conseiller d'Etat

L'an passé, la population de Genève fêtait avec une ardente ferveur le 150e anniversaire de son rattachement à la Confédération suisse, choix unanime et libre: unanime puisqu'aucun Genevois ne songea à y faire obstacle, libre puisqu'elle n'était imposée ni par la géographie ni par quelque défaite ou victoire militaire, comme cela est souvent le cas pour les territoires frontiers. La fête d'aujourd'hui nous rappelle que l'un des premiers témoignages de patriotisme fut la fondation de la Société helvétique des sciences naturelles. A l'époque l'idée était nouvelle des congrès scientifiques, ce qui ne donne que plus de poids à la signification de l'invitation lancée aux naturalistes confédérés par les héritiers de l'admirable XVIIIe siècle genevois qui vit s'épanouir le talent des de Saussure, des Jallabert, des Trembley, des Bonnet.

La création de votre Société est due surtout à deux hommes: le pasteur Jakob Samuel Wyttenbach, éditeur des ouvrages de de Haller, membre du Conseil des mines du Canton de Berne, traducteur de de Luc et de de Saussure, collaborateur à l'encyclopédie d'Yverdon. Du côté genevois ce fut l'étonnant Henri-Albert Gosse. Il avait reçu sa formation scientifique au Jardin des Plantes de Paris, avec Fourcroy et Lamarck. Mais dans la capitale française, il avait surtout parachevé sa formation politique et philosophique en se liant d'amitié avec Madame (je crois qu'il faut commencer par elle) et Monsieur Roland, protagonistes de la Révolution jusqu'à leur fin tragique. C'était en effet (si vous me passez cet horrible anachronisme) «un gauche modéré» qui justifiait ses opinions par deux bonnes raisons: le fait de n'avoir reçu que fort tard ses droits de citoyen alors qu'il était natif de Genève et surtout sa passion pour Rousseau qu'il aimait jusqu'à l'idôlatrie, s'opposant en cela à son père, libraire si féru de Voltaire qu'il le défendait farouchement contre les calomnies débitées à son sujet «contes de moines à dormir debout» disait-il.

L'amour de la liberté et de l'égalité fait que H.-A. Gosse participe dès son retour à la Révolution genevoise de 1782, qui n'est pas sans ressemblance avec la grande Révolution française: les simples natifs s'y allient avec des patriciens contre le gouvernement aristocratique des Négatifs. L'intervention des troupes étrangères: françaises, sardes et – je vous prie de m'excuser – bernoises remet les choses en place. Gosse effondré veut d'abord s'expatrier pour coloniser l'Irlande ou Saint-Domingue; en fait il s'établit pharmacien de première classe à la place Longemalle! Il est d'ailleurs beaucoup plus souvent sur les chemins que dans sa boutique car il s'intéresse à toutes les applications pratiques de la science: gonflant

des mongolfières à Plainpalais, fabriquant des poteries aux Pâquis, analysant des eaux minérales pour les reproduire en usine, cherchant des recettes inédites de teinture, etc.

Par deux fois, il s'efforce de sauver l'indépendance de la République. En 1792, il intervient auprès des Girondins et de son ami Roland alors au pouvoir; en 1798, il cherche à amadouer le Directoire en offrant au général Bonaparte des repas somptueux dont la pièce maîtresse étaient des truites du lac et dont le plus bel ornement était Joséphine de Beauharnais.

On sait que Genève fut cependant occupée malgré tous ses efforts, et bien d'autres. Dans les années d'occupation survient un événement essentiel pour la vie scientifique genevoise: l'organisation en 1802 d'une véritable Faculté des sciences par l'inlassable Marc-Auguste Pictet, frère du diplomate. Aux savants amateurs, succèdent alors les savants professeurs, comme aujourd'hui encore apparaît dans les centres de recherches un type de savant non enseignant. Tous les professeurs de 1802 sont présents à la cérémonie de fondation de votre Société à Mornex. Il y a là aussi deux Huber, celui des abeilles et celui des fourmis, des Vaudois, des Bernois. Les Bâlois, Zurichois, St-Gallois tout en donnant leur chaleureuse adhésion à la Société, s'étaient excusés en raison de la longueur du voyage.

Votre présence ici en grand nombre, Mesdames et Messieurs, le nombre, la diversité et l'intérêt de vos communications sont le symbole même du développement extraordinairement rapide des sciences expérimentales depuis un siècle et demi. Non seulement les faits observés se sont multipliés, non seulement les applications pratiques des sciences se sont amplifiées au point de devenir toutes-puissantes à l'échelle planétaire, pouvant assurer aussi bien la survie que la disparition de notre race humaine, mais encore de grandes théories explicatives (dont, il faut bien l'avouer, les naturalistes genevois d'alors se méfiaient) imposent aux philosophes l'obligation de revoir sans cesse des thèses qu'ils auraient pu croire définitives. Notre pays ne peut pas rester en dehors de ce grand mouvement de pensée. Après un long temps perdu qui a vu le départ de trop de nos jeunes chercheurs attirés par les équipements des laboratoires étrangers, notre population commence à mieux se rendre compte de l'importance de la science et des techniques. Sous votre dynamique impulsion, Monsieur le Président de la Confédération, le Fonds national suisse pour la recherche voit accroître à un niveau raisonnable ses possibilités d'action; nos universités cantonales recevront l'aide financière de la Confédération sans laquelle nos facultés et particulièrement celles de sciences et de médecine se raccourciraient petit à petit en centres d'enseignement livresque non vivifiés par la recherche; le Conseil suisse de la science informera le Conseil fédéral dans des domaines qui ne lui sont pas familiers. Mais tous ces efforts politiques n'auraient aucun sens s'ils ne s'appuyaient sur des chercheurs nombreux et efficaces: la Société helvétique des sciences naturelles prouve par le succès de cette nouvelle session que ce corps de savants existe et qu'il prospérera.

Eröffnungsansprache

150 Jahre Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Prof. Dr. P. Huber

Herr Bundespräsident
M. le Conseiller d'Etat
Vir magnifice
Sehr geehrte Herren Präsidenten und Vertreter der Akademien und gelehrten Gesellschaften
Mon cher président du comité annuel
Meine Damen und Herren

Das 150jährige Bestehen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft und ihre ununterbrochene Aktivität – in dieser respektablen Zeitspanne unterblieb die Jahresversammlung nur fünfmal – ist das Resultat zielbewusster Arbeit und glücklicher Umstände und darf uns mit grösster Freude erfüllen. Zu richtiger Freude gehört, dass sie von einem Kreis gleichgesinnter Menschen miterlebt wird. Wir sind daher vor allem unserem Bundespräsidenten, Herrn Prof. Tschudi, und seiner Frau Gemahlin ausserordentlich dankbar, dass sie trotz vielfältiger Verpflichtungen bei uns weilen. Die Gemeinschaft der schweizerischen Naturforscher dankt ihnen aufrichtig für das ihrer Arbeit und ihren Zielen entgegengebrachte Interesse.

Nous souhaitons la bienvenue à tous nos hôtes nombreux qui ont accepté notre invitation de se réunir à Genève et qui vont célébrer avec nous. Tout d'abord j'aimerais saluer le Gouvernement genevois, représenté par le conseiller d'Etat, Monsieur André Chavanne, en saisissant l'occasion de lui exprimer notre gratitude profonde pour l'hospitalité aimable de la ville de Genève. Mon salut s'adresse en outre à Monsieur le recteur Claudius Terrier de l'Université de Genève, au doyen de la Faculté des sciences naturelles, Monsieur le professeur Marc-R. Sautter et encore tout spécialement au président du comité annuel, Monsieur le professeur Fernand Chodat et son comité, en les remerciant très vivement d'avoir organisé si soigneusement notre jubilé. En particulier nous prononçons notre gratitude sincère aux auteurs du livre jubilaire.

Wissenschaftliches Arbeiten und wissenschaftliche Forschung sprengen nationale Grenzen. Das geistige Potential der ganzen Menschheit ist an diesem Abenteuer Wissenschaft engagiert, und wir sind überzeugt, dass die dabei geknüpften Bande und die Art wissenschaftlicher Diskussionen wesentlich mithelfen, der Welt die friedliche Einheit in der Vielfalt der Daseinsformen zu ermöglichen. Darum freuen wir uns besonders über

die hier anwesenden Präsidenten und Vertreter ausländischer Akademien und gelehrter Gesellschaften und begrüssen sie herzlich. Ihr Hiersein dokumentiert den internationalen Rahmen wissenschaftlicher Aktivität und die Weltoffenheit des Wissenschafters.

Endlich ist es mir ein Bedürfnis, meine hier anwesenden Vorgänger im Amte, die Herren Kollegen Proff. von Muralt, de Beaumont und Töndury, speziell zu begrüssen. Sie haben die Geschicke der Gesellschaft mit Hingabe und Erfolg geführt und dank ihrer Tätigkeit der Wissenschaft im besten Sinne gedient. Dass unsere Gesellschaft und besonders ihr ehemaliger Zentralpräsident Prof. von Muralt bei der Gründung des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung massgebend mitwirkten, erfüllt uns mit Genugtuung.

Einen speziellen Gruss entbiete ich Frl. Zollinger, die während 34 Jahren als helfende, wissende und mahnende Kraft dem jeweiligen Zentralvorstand zur Seite stand. Sechs Zentralpräsidenten ist sie als ruhender Pol in der Erscheinungen Flucht, ohne Schaden zu nehmen, von Stadt zu Stadt gefolgt. Wir möchten Frl. Zollinger für ihre erfolgreiche Arbeit sehr danken.

Meine Damen und Herren,

Wenn ich Ihnen meinen Willkommensgruss entbiete, so gilt er nicht dem letzten Glied einer Kette, sondern dem tragenden Element der Gesellschaft. Sie bilden und schaffen den geistigen Inhalt, der unsere Gesellschaft erfüllt, und erzeugen jene Erkenntnisse, um derentwillen Henri-Albert Gosse und seine Gesinnungsfreunde sie vor 150 Jahren gründeten. Unsere Jubiläumsversammlung ist daher nicht nur Ausdruck von Freude und Genugtuung, nicht nur Erinnerung an Vollbrachtes und Erreichtes, sondern auch Verpflichtung und Anstrengung für neue Leistungen und Dienste.

Im Protokoll der Gründungssitzung unserer Gesellschaft heisst es: «Monsieur Gosse, Pharmacien, animé par les idées et les vœux que Monsieur le Pasteur Wyttenbach de Berne lui avait manifestées depuis longtemps, avait temoigné à la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève le désir qu'il avait, d'inviter les Naturalistes des divers Cantons de la Suisse à se rendre à Genève pour coopérer à la formation d'une Société Hélvétique des Naturalistes. Cette idée ayant été fut goûtée par la Société d'Histoire naturelle de Genève, M. Gosse a fait en conséquence ses invitations pour le 5ième Oct. 1815. Il a de plus invité ces Messieurs à se réunir le lendemain le 6ième Oct. avec les Naturalistes Genevois dans son hermitage, situé sur le penchent de Salève, au Sud-Est de cette montagne, au-dessus d'un village connu sous le nom de Mornex, pour y déjeuner ensemble et y jouir du beau point de vue des Alpes et de la vallée adjacente et travailler en suite de concert à jeter les fondements d'une Société si désirée.»

Am gleichen Abend wurde die Société helvétique des sciences naturelles konstituiert. Was die von H.-A. Gosse versammelten Männer be-

wegte, hat Samuel Wyttenbach, ein Freund von Gosse, anlässlich der Stiftung der Naturforschenden Gesellschaft in Bern eindrücklich gesagt: «Das so angenehme als weitläufige Studium der Natur, besonders in Absicht auf unser Vaterland – die so mannigfaltigen Gegenstände, die sich in Helvetiens verschiedenen Teilen dem aufmerksamen Auge des Beobachters darstellen –, die vielen Reisen, die von Wissbegierigen in unseren Alpen angestellt werden, die vielen Versuche, die vielen eigenen Beobachtungen, die jeder für sich anstellt und sammelt – dies alles würde schon längstens in unserem Vaterland mehreren Geschmack an der Naturgeschichte, nützlicheren Einfluss auf das gemeine Beste, lebhaftere Aufmunterung für manchen Jüngling, hellere Aufklärung für tausend Lesende bewirkt haben, wenn die Forscher des Schweizerlandes sich näher miteinander verbunden, und einer vielen oder viele einem ihre Beobachtungen, ihre Zweifel, ihre Wünsche hätten freundschaftlich mitteilen und alle miteinander in gewissen Absichten gemeinschaftliche Sache hätten machen können.» Mit grösstem Einsatz und wahrer Begeisterung haben sich seit der Gründung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft viele ihrer Mitglieder für den Fortschritt der Naturwissenschaften und der Medizin eingesetzt und haben mitgeholfen, unser Land von einem wissenschaftlich wenig entwickelten zu einem entwickelten zu führen. Wesentliche Impulse für die Inangriffnahme wichtiger Projekte sind von unserer Gesellschaft ausgegangen. 1821, an der Versammlung in Lausanne, wird die Herausgabe einer Karte der Schweiz angeregt. Obwohl dieses Anliegen von der Gesellschaft selber, infolge ihrer geringen finanziellen Mittel, nicht durchgeführt werden konnte, hatte sie grossen Anteil am Zustandekommen der Dufourkarte. An der Jahresversammlung in Bern, 1858, gab Bernhard Studer[1] in seiner Eröffnungsrede die Anregung, es sollten die sämtlichen Blätter der Dufourkarte nach und nach geologisch koloriert herausgegeben werden. Er verlangte dafür die Hilfe des Bundes mit einer jährlichen Subvention von 10000 Franken. Daraufhin hat Bundesrat Pioda, Vorsteher des Departements des Innern, von sich aus an B. Studer die Anfrage gerichtet, ob die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft einen Beitrag von 3000 Franken annehmen würde unter dem Vorbehalt, dass eine für die Schweiz nützliche Verwendung dieser Summe nachgewiesen würde. Studer antwortete, die Gesellschaft lehne, um ihrer Unabhängigkeit willen, derartige Anerbieten stets ab, er würde indes den Antrag gleichwohl empfehlen, da die Summe zur Vorbereitung einer geologischen Karte der Schweiz zu benutzen sei. Damit wurde ein Unternehmen eingeleitet, das im Laufe der Zeit weit über die Landesgrenzen Bewunderung erfuhr. Dieses kleine, lebendige Geschehnis dokumentiert die Offenheit der Zwiesprache, aber auch die fruchtbare Zusammenarbeit, die seit jeher zwischen den Bundesbehörden und unserer Gesellschaft bestanden haben und noch bestehen. Ich möchte hier den Dank unserer Gesellschaft Herrn Bundespräsident Tschudi und

[1] Jahrhundertfeier der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, Denkschriften Bd. L, S. 80, 1915.

dem hohen Bundesrate aussprechen für die grosse finanzielle Unterstützung der Arbeiten der SNG.

Alle weiteren Ruhmestaten aufzuzählen, die auf die Initiative und die Arbeit von Mitgliedern der SNG zurückgehen, ist hier nicht der Ort. Erwähnenswert ist die Schaffung des Schweizerischen Nationalparks, die Präzisionshöhenbestimmung der Schweiz, die einige Viertausender unserer Alpenwelt degradierte, dann wissenschaftliche Vorträge an Jahresversammlungen, die bahnbrechend die weitere Entwicklung der Forschung bestimmten, wie z. B. die Ausführungen von Venetz, Ingénieur des ponts et chaussées du Valais, über die Herkunft der erratischen Blöcke, oder jene von Prof. Werner, die führend für die weitere Entwicklung der organischen Chemie wurden. Es mag Sie in diesem Zusammenhang interessieren, dass unsere Gesellschaft gegenwärtig an der Hebung und Sicherstellung eines erratischen Blockes von ca. 450 t auf dem Birrfeld beteiligt ist.

Auch in den im Laufe der Zeit von der Gesellschaft ernannten Kommissionen, heute noch aktiv tätig oder nach Erreichung des Zieles aufgelöst oder eines sanften Todes entschlafen, da sich in ihrer Mitte nichts mehr regte, spiegelt sich die Vielfalt der in Angriff genommenen Aufgaben. Gegenwärtig sind 20 Kommissionen mit speziellen Aufgaben betraut. Unter ihnen befindet sich jene wichtige Gruppe, die sich mit geologischen, geotechnischen, geodätischen, hydrobiologischen und glaziologischen Problemen befasst. Hier werden für unser Land wichtige Arbeiten geleistet, die andere Staaten im Rahmen ihrer Landesanstalt ausführen. Einige der früheren Kommissionen seien hier genannt[2], da sie das bunte Spektrum der Interessen bekunden:

- Kommission zur Untersuchung und Vergleichung der Schweizerischen Masse und Gewichte.
- Landwirtschaftliche Kommission, beauftragt zu studieren, was im In- und Ausland von einzelnen Landwirten oder von landwirtschaftlichen Vereinen auf dem Gebiete der Bodenverbesserung, der Einführung neuer Kulturen oder neuer landwirtschaftlicher Geräte usw. geschehe.
- Die Maikäferkommission mit dem Auftrag, Vorschläge an die Regierungen zu machen, wie in der ganzen Schweiz nach übereinstimmendem Plan der Vermehrung der Maikäfer am zweckmässigsten könnte Einhalt getan werden. Der Kommission wurde ein Kredit von Fr. 20.— eröffnet.
- Die Meteorologische Kommission, gegründet auf Antrag von Bundesrat Pioda. Die Aufgabe lautete: ein System meteorologischer Beobachtungen durch die ganze Schweiz zu organisieren. 1864 wurde eine bescheidene Meteorologische Zentralanstalt in Zürich eingerichtet, deren Tätigkeit 1881 ganz vom Bund übernommen wurde.

Der Tätigkeitsbereich der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft wäre unvollständig ohne Erwähnung der Arbeit der kantonalen

[2] Jahrhundertfeier der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, Neue Denkschriften der SNG Bd. 1, S. 227, 1915.

Sektionen, der schweizerischen Fachgesellschaften und der Schweizer Komitees für internationale Unionen und Vertretungen. Allen unseren aktiven Mitgliedern und insbesondere den Senioren der Gesellschaft sei für ihre Arbeit herzlich gedankt, und wir hoffen, dass auch unsere jungen Wissenschafter das Interesse an den Bestrebungen und Aufgaben der Gesellschaft finden, um fortzusetzen, was ihre Vorgänger begannen.

Damit tauchen vor uns die Probleme unserer Zeit auf. In keinem Abschnitt der Geschichte haben die Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung derart grundlegend in den Ablauf des menschlichen Geschehens eingegriffen und politische und wirtschaftliche Entscheide geprägt wie heute. Unter den vielfältigen Aktivitäten des Menschen wird der wissenschaftlichen Forschung eine erstrangige Stellung eingeräumt, da die Forschungsergebnisse von heute die industriellen Produkte von morgen massgebend bestimmen. Überdies, was keineswegs nur erfreulich ist, hat die Wissenschaft dem Staat eine Machtfülle vermittelt, die jede Nation sich dienstbar zu machen sucht. Diese Situation verlangt vor allem für ein kleines Land besondere Anstrengungen, soll der wissenschaftliche Fortschritt auch uns in Zukunft eine gesunde Existenz und Entwicklung sichern. Selbst die Grundlagenforschung muss, auch wenn der Forscher frei über die gewählten Themen entscheidet, die industrielle und wirtschaftliche Produktion eines Landes befruchten, da sie von ihren Erträgnissen lebt. Im Hinblick auf die Intensivierung und Spezialisierung der Forschung und zufolge der grossen finanziellen Mittel, die einzelne Forschungszweige brauchen, stehen wir vor der anspruchsvollen Aufgabe der richtigen Auswahl der zu fördernden Gebiete und Projekte. «Wissenschaftlicher» Heimatschutz und Förderung der Routine und Mittelmässigkeit, wie ein zweitklassiges Nachahmen ausländischer Vorbilder sind der Situation nicht mehr adäquat. Die richtige Wahl treffen muss für uns heissen, dass die Qualität des Forschers und die Güte seiner Forschungsarbeit massgebend für eine Unterstützung sind. Wir sind immer noch der Ansicht, dass die besten Leistungen ihren Anfang in guten Köpfen nehmen. Dass ihre Zusammenfassung zu einem Team je nach der Problemstellung besonders fruchtbar sein kann, braucht nicht speziell betont zu werden. Fehlen gut ausgedachte Ideen, können zwar weitläufige wissenschaftliche Unternehmen mit grossen Budgets aufgezogen werden, aber sie bleiben im Ertrag dürftig. Die einzige Garantie für eine lebendige Forschung sind ideenreiche Forscher, und damit ist es für uns vordringlich, nicht luxuriöse Forschungsstätten zu besitzen, ausgestattet mit allem Raffinement, sondern erstklassige Wissenschafter. Nur sie vermögen die heute so kostspieligen Forschungseinrichtungen richtig zu benutzen.

Der gegenwärtige Zentralvorstand unserer Gesellschaft übernimmt aus der erfolgreichen Tätigkeit der SNG in den vergangenen 150 Jahren die Tradition, der Wissenschaft nach besten Kräften zu dienen. Dass auch unserer Zeit noch ungezählte Rätsel der Lösung harren und künftigen Menschen das Staunen ob der erzielten Ergebnisse nicht verlorengehen wird, ist sicher. Wir möchten – wie unsere Vorgänger – den Behörden mit Rat beistehen, wo immer wissenschaftliche Fragen im Zusammen-

hang mit obrigkeitlichen Entscheiden und Initiativen auftauchen. Als Gemeinschaft aller schweizerischen Naturforscher besitzt die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft hiefür besonders günstige Voraussetzungen. Letzten Endes hoffen wir, mit unserer Tätigkeit als Einzelforscher und als Gesellschaft unserem Lande und der gesamten Menschheit zu dienen, damit die gewaltigen Erkenntnisse wissenschaftlicher Arbeit den Menschen zum Segen und nicht zum Fluche werden. In aller Begeisterung für wissenschaftliches Forschen möchten wir aber Goethes Ausspruch hochhalten: Das grösste Glück des denkenden Menschen ist, das Erforschliche erforscht zu haben und das Unerforschliche ruhig zu verehren.

Table ronde à Radio-Genève, à l'occasion du 150e anniversaire de la SHSN, propos du Professeur PAUL HUBER, Président central, samedi 25 septembre 1965, à 11 h 30

Que peut encore un petit pays dans le concert mondial de la recherche?

Lors de mon discours d'ouverture de la séance jubilaire du 150e anniversaire de la Société helvétique des sciences naturelles, j'ai fait allusion brièvement à l'influence déterminante de la recherche scientifique pour la production technique et la prospérité économique de notre pays. L'avenir marquera cette influence encore davantage.

Elle est nécessaire si l'on veut que le progrès scientifique soit aussi profitable pour notre pays – et c'est indispensable pour que la Suisse s'assure une existence saine et un développement approprié.

En conséquence, nous devons attacher la plus sérieuse attention au développement de la science.

C'est ici que commencent les difficultés inhérentes à un petit pays.

L'intensification et la spécialisation de la recherche, de même que les grands moyens financiers nécessaires à l'exécution des projets de certaines disciplines rendent impossible la réalisation de tous les problèmes, même s'ils sont intéressants et importants: c'est une question d'hommes et de ressources financières.

Nous nous trouvons devant la tâche capitale de tracer l'orientation de la recherche future.

Doit-on laisser cette décision à un «brain-trust» ou faut-il la confier au hasard?

Des solutions extrêmes ne sont pas fécondes pour notre pays. Cela ne signifie toutefois pas que la planification et la coordination des recherches, dans la mesure où cette coordination est possible, ne doivent pas être attentivement étudiées. Mais par qui?

A ce propos, je pense que l'impulsion doit venir des chercheurs qui sont réellement plongés dans le travail scientifique.

Ils doivent se mettre d'accord quant aux projets dispendieux, mais nécessaires à l'avenir du pays. C'est ainsi seulement que les lignes de recherche choisies pourront être suffisamment soutenues, afin qu'une chance existe d'obtenir des résultats fondamentaux.

Deux exemples, choisis parmi d'autres, illustrent ma pensée: La physique nucléaire avec ses problèmes inachevés de la force nucléaire et la biologie dans le sens le plus général, posant des problèmes essentiels de la vie.

Les considérations précédentes me conduisent à dire que la qualité du chercheur et la productivité de son travail doivent être déterminantes, dans notre pays surtout, pour l'obtention des subsides nécessaires.

Chaque chercheur de ce type a droit à un appui financier permettant l'achèvement de ses travaux, même si elles sortent du cadre général prévu.

Nul ne peut prédire où surgiront ces découvertes fondamentales.

Allocution
de M. le professeur Claudius Terrier

Le 31 mai 1964, le peuple de Genève a célébré dans la joie et l'émotion le 150e anniversaire de son entrée dans la Confédération.

Le 26 avril 1965, l'Université a, au cours d'une séance solennelle, évoqué ce que Genève et la Suisse doivent au Congrès de Vienne et, notamment à Pictet de Rochemont, le «père du 22e canton» (Ch. Borgeaud).

Et voici qu'en ce jour, la Société helvétique des sciences naturelles évoquant la mémoire du pharmacien genevois Henri-Albert Gosse et de son ami le pasteur bernois Wyttenbach, commémore à son tour le 150e anniversaire de sa fondation: un événement également notable de l'histoire suisse.

Dans une captivante étude sur «la science genevoise à vol d'oiseau», Marc Cramer, à qui Genève est en bonne partie redevable de la création du Musée genevois d'histoire des sciences, a écrit qu'il est intéressant de remarquer que dès avant l'accession de Genève à la Suisse, même pendant l'occupation française, les relations entre Suisses et Genevois ont toujours été particulièrement étroites: Cramer (mathématicien), Mallet (astronome), Saussure (géologue), Bonnet (biologiste), ont été des fidèles amis des Bernouilli et des de Haller.

C'est dire que la société triplement jubilaire tire ses origines de relations lointaines que l'on peut faire remonter bien avant sa fondation, à ce XVIIIe siècle, au cours duquel, l'enseignement philosophique passa dans l'Académie de Calvin aux mains des physiciens et des naturalistes (Borgeaud: L'académie de Calvin, p. 562).

Ne pouvant évoquer en ce court instant la somme des travaux accomplis en Suisse par plusieurs générations de ses savants, il faut nous contenter de louer l'esprit qui a présidé à leurs recherches, l'idéal commun qui les a sans cesse animés.

Soumis comme tant d'œuvres humaines à l'inexorable loi de la division du travail, le développement scientifique s'opère le plus souvent en ordre dispersé. Le mathématicien et philosophe Auguste Comte n'a-t-il pas longuement déploré l'étroitesse de vue de tant de spécialistes qui ont négligé de se préoccuper des relations de leurs travaux particuliers avec l'ensemble des connaissances positives.

Par ailleurs, l'observation nous enseigne qu'au regard de la multiplicité croissante des études, des inventions et des découvertes, un lien idéal et commun qui rassemble, coordonne et humanise toute chose, est nécessaire au progrès social.

Or, c'est précisément la vertu des efforts accomplis durant un siècle et demi par la Société helvétique des sciences naturelles. Il y a plus, et nous nous plaisons à le souligner – les témoignages ne manquent pas –, elle a également su faire naître dans l'âme de ses membres le goût des nécessaires rapprochements entre les sciences de la nature et les sciences de l'homme. Cette constante préoccupation d'universalité n'est pas le moins estimable de ses mérites.

C'est pourquoi, l'Université de Genève, jalouse de ce qu'il y a de meilleur dans les traditions universitaires: la liberté de pensée et la recherche du bien commun, ressent la joie d'accueillir un aréopage de chercheurs et de savants qui est une des forces vives de notre pays.

L'adresse que voici, Monsieur le Président, et que j'ai l'honneur de vous remettre au nom de notre «Alma Mater» est le gage tangible de ses félicitations les plus chaleureuses, de ses souhaits les plus ardents pour que dure – comme le dit un ancien document de notre histoire – «à perpétuité» l'action bienfaisante et féconde de votre illustre Société.

Avec le consentement du Professeur Huber qui veille sur les destinées de la Société helvétique des sciences naturelles, nous nous tournons maintenant vers son président annuel pour lui rapporter ce que voici.

Il nous a été donné de connaître récemment l'une des plus belles forêts d'Europe située dans l'ancienne Lusitanie. Là nous avons déploré de n'avoir pas plus de connaissance du monde végétal que n'en avaient les enfants de Madame Delessert, initiés à la «science aimable» par les «Lettres élémentaires» de J.-J. Rousseau.

La forêt de Bussaco contient en effet plusieurs centaines d'essences indigènes et exotiques toutes plus remarquables les unes que les autres. Heureusement pour nous que l'excellent «guide bleu», se référant aux travaux de celui qu'il désigne comme un «illustre botaniste suisse», Robert Chodat, renferme quelques appréciations qui nous permirent de mieux saisir et admirer la richesse et la puissance «d'une sylve unique en Europe». «C'est la forêt-maquis – a dit Chodat – dans toute sa beauté, avec ses lauriers-tins géants, ses philarias de plus de 10 m de hauteur, ses arbousiers et ses bruyères arborescentes...»

Dans les universités portugaises on n'a point oublié la contribution de Robert Chodat à la connaissance approfondie de la flore de Bussaco, comme à celle de la Serra d'Arrabida; le nom de notre compatriote y est fréquemment rappelé.

Ayant eu la bonne fortune de découvrir, dans une librairie de Lisbonne, une carte ancienne où l'on voit les régions prospectées par Chodat, je l'ai rapportée afin que – dans un des cabinets de la Faculté des sciences, elle rappelle à nos étudiants le souvenir d'un grand maître et d'un ancien recteur. J'ai le vif plaisir de la confier au président du comité annuel de la Société helvétique de sciences naturelles.