Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 135 (1955)

Teilband: Partie scientifique

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: 05.03.2026

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

A.

Partie scientifique

Discours d'introduction du Président annuel
et Conférences principales

Communications faites aux séances de sections

Wissenschaftlicher Teil

Eröffnungsrede des Jahrespräsidenten
und Hauptvorträge

Vorträge, gehalten in den Sektionssitzungen

Partita scientifica

Discorso inaugurale del Presidente annuale
e Conferenze principali

Comunicazioni fatte alle sedute delle sezioni

Leere Seite
Blank page
Page vide

Discours d'ouverture du Président annuel de la S. H. S. N.

par

Ed. Guéniat (Porrentruy)

L'œuvre scientifique de Jules Thurmann (1804–1855)

Mesdames, Messieurs,

Au nom de la Société jurassienne d'émulation; au nom du Comité d'organisation de cette 135e Session, je vous souhaite la plus cordiale bienvenue dans le Jura bernois dont vous entourent, symboliquement, les emblèmes de tous les districts. Je vous remercie de l'honneur que vous faites à notre patrie jurassienne en la choisissant pour y tenir vos importantes assises.

M. le maire de Porrentruy m'a prié de vous exprimer les remerciements chaleureux de la ville qui vous accueille aujourd'hui avec d'autant plus de joie que votre docte Assemblée a lieu 102 ans après la première Session dans l'antique cité des princes-évêques!

C'est en effet les 2, 3 et 4 août 1853 que la Société Helvétique des Sciences Naturelles tint pour la première fois ses assises à Porrentruy, où œuvrait alors l'un des savants les plus illustres de l'époque, Jules Thurmann (fig. 1), chargé de la présidence annuelle. Permettez-moi, Mesdames et Messieurs, de rappeler les grandes lignes de ce qui fut dit, de cette tribune, il y a 102 ans. Un siècle de recul confère au discours d'ouverture de notre illustre prédécesseur un intérêt tout particulier (1).

Celui-ci se plut alors à souligner toute l'importance de la venue, dans le Jura, de la S.H.S.N. A cette époque, en effet, ce coin de terre qui, pendant la Révolution, avait participé à la vie intellectuelle française, était suisse depuis 38 ans à peine. Son identification intellectuelle et morale à la sphère helvétique s'effectuait lentement. «Ses précédents historiques, déclarait Thurmann, ses variations de nationalité, son excentricité, la distance qui sépare ses deux villes principales du chef-lieu, la différence de langue et de mœurs avec celui-ci, le défaut d'un centre intellectuel à l'intérieur, peut-être même, enfin, l'absence d'efforts bien dirigés pour y naturaliser l'esprit suisse, tout a contribué à placer le Jura bernois dans une sorte d'abandon.» (2) Aussi, la venue de la S.H.S.N. dans le Jura fut-elle considérée, à l'époque, comme une manière d'inté-



Fig. 1
Jules Thurmann, 1804–1855

gration à la vie intellectuelle suisse, ou du moins comme le premier acte fondamental vers celle-ci, ce que THURMANN exprimait en ces termes: «Grâces donc soient rendues au nom du Jura bernois, à la Société Helvétique des Sciences Naturelles de lui avoir, la première, tendu la main de son intelligente fraternité! Sa présence parmi nous fera événement dans notre histoire morale. Elle constatera notre première participation directe à la vie intellectuelle suisse. Elle établira que notre tour est enfin arrivé dans la rotation fédérale. Elle prouvera qu'aussi modeste que soit notre individualité, celle-ci est cependant un fil distinct dans le faisceau helvétique.» (3) Et plus bas, il ajoute: «Elle commencera à révéler aux Jurassiens, trop ignorants de la vie helvétique, l'existence de ressources, de richesses littéraires vers lesquelles ils porteront leur attention, leurs efforts, leur concours.» (4)

Puis THURMANN fit le point de l'avancement des sciences naturelles dans le Jura. Force lui était de reconnaître un certain état d'indigence en la matière, sauf en botanique, en géologie et en paléontologie; nous verrons dans la suite de mon exposé que THURMANN avait lui-même hissé ses disciplines à l'avant-garde. Après quoi, le savant bruntrutain brossa une vaste fresque de la contrée du Jura, en l'étayant sur les idées maîtresses des systèmes scientifiques alors valables. Systèmes à l'élaboration desquels il avait d'ailleurs apporté une très large contribution.

L'éminent géologue et botaniste en appelait à la collaboration et au concours de «nombreux travailleurs»:

«Quiconque s'occupe de consigner les faits exacts, est utile à la science, à son pays, à lui-même. A la science, car, aussi minime que paraisse un fait, il vient trouver sa place dans la statistique, base de toute généralisation, et révèle parfois à lui seul tout un ordre de connaissances.» (5)

Certes, l'appel lancé alors par JULES THURMANN fut entendu, compris et suivi par ses compatriotes. THURMANN est le père spirituel de toute cette lignée de savants dont les noms figurent bien en vedette dans le livre d'or de la patrie jurassienne. Les GRESSLY, les GREPPIN, les CHOFFAT, les ROLLIER, les KOBY, sont d'authentiques disciples du géologue bruntrutain. L'hommage rendu ce matin même par le Comité en fleurissant les tombes de THURMANN, de KOBY, de BOURQUIN, s'adresse à tous ces savants dont les œuvres et les recherches sont une pièce maîtresse de notre patrimoine intellectuel. Comme notre petite patrie jurassienne ne peut retenir dans ses frontières tous ses savants, ceux-ci l'honorèrent fréquemment par leur activité de chercheur ou de professeur dans les universités suisses, dans nos grandes entreprises industrielles, voire à l'étranger. Aujourd'hui même, plusieurs jeunes savants jurassiens œuvrent avec foi dans nos universités ou dans divers instituts de recherches, et s'y distinguent, qui dans l'étude du cancer, qui dans les recherches atomiques. Si la recherche scientifique d'avant-garde est devenue de plus en plus difficile, parce qu'elle est de plus en plus exigeante dans son appareillage et ses installations de base, et parce qu'elle s'oriente nécessairement vers le travail d'équipe, le Jura n'en conserve pas moins quelques

naturalistes et savants qui fouillent son sol et son sous-sol. Aujourd'hui encore ils s'attachent au vaste problème soulevé par THURMANN, c'est-à-dire à l'orographie de nos chaînes jurassiennes où les théories les plus raffinées se révèlent encore riches de contradictions. Ils étudient nos faunes tertiaires et quaternaires, explorent nos cavernes ou se contentent d'observer et d'enregistrer tels événements ou phénomènes relatifs à l'histoire naturelle.

De fait, le bilan de la science jurassienne serait aujourd'hui considérable.

Si les sciences naturelles sont demeurées chez nous à l'honneur, c'est que nous sommes encore imprégnés de l'esprit thurmannien. Cet esprit se reflète dans le recueil que notre Société jurassienne d'émulation, fondée par JULES THURMANN, elle aussi, se plaît à vous offrir. Il est un double hommage:

- à notre père spirituel dans le monde des sciences d'abord, qui, en dépit de la mort, vit parmi nous;
- à la Société Helvétique des Sciences Naturelles, ensuite, qui nous donne aujourd'hui l'occasion de manifester notre attachement et notre intégration totale à la vie intellectuelle helvétique; intégration que nous avons symbolisée par la couverture de notre recueil (6), que nous avons voulue rouge et blanche, couleurs helvétiques, afin qu'il prenne place, tel un frère, dans l'actuelle collection de nos «Actes».

Cependant, Mesdames et Messieurs, votre réunion à Porrentruy coïncide avec le centenaire de la mort de THURMANN, cet événement qui priva notre patrie jurassienne d'une aussi vive lumière et qui la plongea dans un véritable deuil collectif. Ici encore, nous devons vous exprimer notre reconnaissance d'avoir choisi notre cité comme lieu de votre 135e Session; ceci nous permet, en effet, d'apporter à la mémoire de l'illustre savant, «dont la noble figure paraît grandir avec le temps» (7), l'hommage qui lui est dû à tant de titres.

Nous ne saurions mieux nous acquitter de cette haute mission qu'en vous invitant, Mesdames et Messieurs, à une espèce de communion avec ce qui fut la vie et la pensée scientifique de JULES THURMANN, dans lequel on voit à juste titre le fondateur de l'orographie jurassienne et le «précurseur de la phytosociologie moderne et de ses associations» (8).

Nous avons cru bon d'illustrer notre exposé de quelques clichés, ce qui nous permettra d'être plus synthétique et de mieux reconstituer le cadre général de l'activité scientifique du grand géologue bruntrutain.

Et d'abord, qui était THURMANN ? Vous avez sous les yeux, Mesdames et Messieurs, un tableau généalogique de la famille Thurmann, établi d'après une publication de MM. BLÉTRY et JOACHIM, parue dans la «Revue d'Alsace» de 1931 (fig. 2). (9) Vous constatez que jusqu'à la veille de la Révolution française, la famille Thurmann était versée surtout dans le droit, la jurisprudence, le notariat. Cependant, l'insécurité des temps engage Louis-Georges-Ignace Thurmann, en 1794, à rechercher ce que nous appellerions aujourd'hui une «carrière technique». Admis à

Généalogie de Jules THURMANN

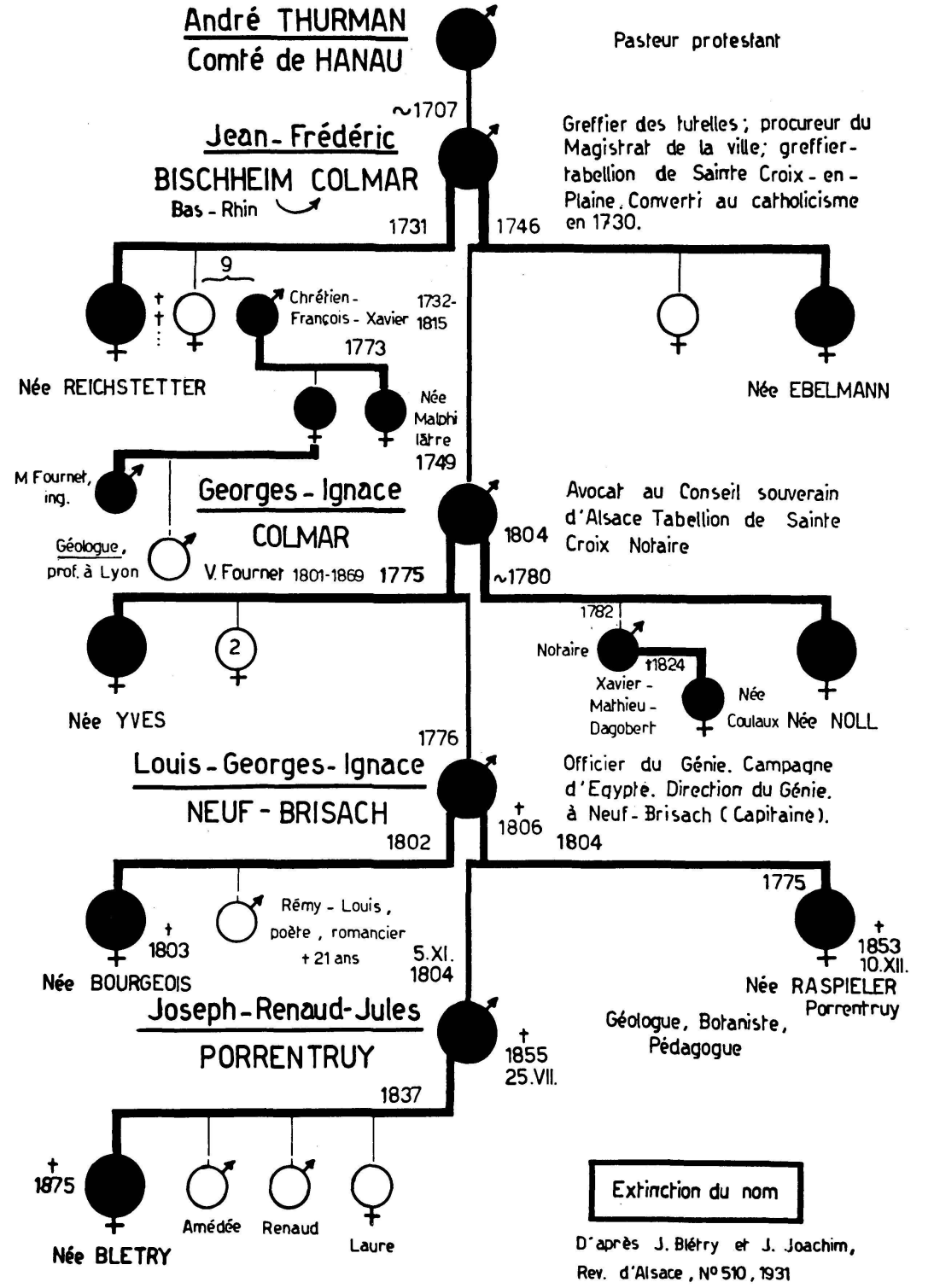


Fig. 2

Généalogie de Jules Thurmann, d'après J. Blétry et J. Joachim, «Revue d'Alsace», N° 510, Colmar 1931

l'Ecole centrale des travaux publics de Strasbourg, celui qui deviendra le père de l'illustre géologue fut bientôt accaparé par l'armée et il entra, en 1795, à l'Ecole du génie de Metz. Il y reçut une formation hâtive et le voilà pris dans le tourbillon de l'épopée napoléonienne, faisant campagne avec l'armée du Rhin, puis celle d'Allemagne, avant d'être incorporé dans l'armée d'Orient. Né sous une bonne étoile, le jeune officier échappera à l'Arabe, à l'Anglais et à la peste. Rapatrié avec les débris de l'armée d'Egypte, et revêtant le grade de capitaine, il sera désigné, le 10 février 1802, comme fonctionnaire à la Direction du génie de Neuf-Brisach.

Grâce aux lettres qu'il écrivit à ses parents, et aux notes qu'il avait consignées et que devait plus tard pieusement conserver et publier son fils, nous connaissons l'extraordinaire épopée du jeune officier du génie qui, de toute évidence, revint d'Egypte auréolé de gloire. Louis-Georges-Ignace Thurmann est le héros de la famille. C'est en 1804 que celui-ci épousa, en secondes noces, à Porrentruy (alors sous-préfecture du Haut-Rhin), Marie-Thérèse Raspieler, née dans cette ville en 1775. Cette femme d'élite, d'une culture raffinée (il convient de le souligner), était fille de Ferdinand-Joseph-Ignace, «jurisconsulte, ex-conseiller aulique du prince-évêque de Bâle, ex-prévôt de Porrentruy, membre du Conseil général du Haut-Rhin» (10).

De ce couple naquit à Neuf-Brisach, le 5 novembre 1804, Joseph-Renaud-Jules Thurmann. Hélas! le jeune foyer, encore une fois, fut brisé, par la mort de son chef cette fois, survenue le 20 février 1806.

Dès lors, la veuve du capitaine Thurmann retourna à Porrentruy, avec son enfant âgé de quinze mois, et se voua totalement à l'éducation de celui-ci.

Et, pour en finir avec la généalogie, signalons que JULES THURMANN épousa à Porrentruy, en 1837, Antoinette Blétry qui lui donna trois enfants: Amédée, Renaud et Laure. Tous trois moururent sans postérité: c'est ainsi que s'éteignit la lignée des Thurmann.

Revenons à l'enfant, confié aux seuls soins maternels: aux soins d'une veuve, revenue à Porrentruy parmi les siens, c'est-à-dire dans un milieu fort imprégné encore du style de vie «ancien régime».

Ce que fut cette femme, cette mère pour le jeune THURMANN, celui-ci le consignera en ces termes, dans une autobiographie écrite pour ses enfants: «Elle fut tout pour moi.» (11) Il reçut d'elle, en effet, non seulement les soins les plus tendres et les plus diligents, mais encore les fondements solides d'une première éducation englobant toutes les notions élémentaires et secondaires «jusqu'à la classe de rhétorique exclusivement» (12). Grammaire française, histoire, chronologie, langues latine et grecque lui furent enseignées par sa mère «de la manière la plus suivie et avec la plus admirable sollicitude» (13).

THURMANN témoignera plus tard de sa piété filiale envers sa mère en élevant sur la tombe de celle-ci un bas-relief très émouvant (fig. 3), où le sculpteur, à la demande du fils, a fixé avec un réel talent le geste plein de sollicitude d'une jeune femme qui «a posé tendrement la main gauche sur



Fig. 3
Tombe de Marie-Thérèse Thurmann, née Raspieler, mère de Jules Thurmann. – Porrentruy, cimetière Saint-Germain.
Photogr. A. Perronne, octobre 1955

l'épaule de son fils et, un livre ouvert sur ses genoux, suit, de l'index de la main droite, le texte qu'elle lui fait épeler» (14).

Le socle qui supporte ce bas-relief porte une inscription latine, que l'historien P.-O. Bessire a traduite en ces termes:

«A la mémoire de ma très pieuse mère, Marie-Thérèse Thurmann née Raspieler, qui vécut pendant 78 ans. Son fils et élève, plein d'affliction, lui a fait élever ce monument en 1853.» (15)

L'excellente formation qu'il avait reçue de sa mère lui permit d'entrer d'emblée en rhétorique au Collège de Porrentruy, où il se distinguera en mathématiques.

Vint l'adolescence, le choix d'une vocation, difficultés auxquelles le jeune THURMANN n'échappa point, et que nous révèle, entre les lignes, l'autobiographie.

On imagine sans peine les difficultés d'une maman qui, soucieuse de l'avenir de son fils, se trouve plongée avec celui-ci dans un monde très traditionaliste. Tour à tour on évoque, dans les cercles familiaux, la lignée des Thurmann, juristes aux carrières stables et confortables; les souvenirs héroïques d'un père capitaine, dont l'image est auréolée de la gloire napoléonienne. Ceci explique, du moins en partie, les hésitations de THURMANN dans l'orientation de sa destinée.

Quoi qu'il en soit, au sortir de la classe de rhétorique, mère et fils s'installent à Strasbourg où le jeune homme suit, pendant deux ans, des cours de mathématiques spéciales, en même temps qu'il se prépare, dans un institut, à l'Ecole polytechnique. Comme son père, il décide d'embrasser la carrière du génie. Mais une «crise d'inadaptation», diraient les psychologues modernes, rejette l'étudiant vers les études juridiques auxquelles celui-ci s'adonne durant une année: le voici bachelier ès lettres.

Puis, le pendule d'une incertaine vocation oscille de nouveau vers une carrière technique. En fait, THURMANN n'a renoncé qu'à regret à celle du génie, et il reprend ses études de mathématiques spéciales, sans parvenir, toutefois, à franchir le seuil de l'Ecole polytechnique.

Il entre alors à l'Ecole royale des mines, à Paris, afin de pouvoir utiliser sa formation mathématique; il y suit pendant trois années des cours de minéralogie, de géologie, de chimie, de physique, entrant en contact avec d'éminents savants tels que BERTHIER (1782–1861), DUFRÉNOY (1792–1857), ELIE DE BEAUMONT (1798–1874), BRONGNIARD (1770–1847) dont les idées marqueront plus tard l'œuvre géologique de THURMANN.

Il visite fréquemment le Jardin des plantes. L'étudiant parisien passe régulièrement ses vacances en Suisse et s'y adonne à son goût particulier pour la botanique et la géologie.

Si nous avons insisté sur la formation de THURMANN, c'est pour bien faire comprendre qu'au moment où celui-ci rentrera définitivement en Suisse, il y viendra imprégné de la plus authentique culture française. Celle-ci se traduira notamment par un style limpide aux phrases bien balancées, un souci constant d'une terminologie usant de concepts clairs et bien définis. Scientifique très littéraire, littéraire très scientifique, JULES THURMANN se rattache incontestablement à la belle lignée des savants français de son temps.

A son retour en Suisse, le cadastre était en pleine réorganisation, et cette circonstance l'incita à entrer dans le Génie fédéral. C'est dans cette intention qu'il devint Suisse, achetant, le 14 juillet 1828, soit à 24 ans, la bourgeoisie de Porrentruy.

Adjoint au colonel BUCHWALDER, géomètre de grande classe, collaborateur du général Dufour pour l'élaboration de la carte suisse de l'état-major et auteur, notamment, de la carte du Jura bernois sur laquelle JULES THURMANN plaquera plus tard les couleurs des terrains jurassiques,

il passe un hiver au bureau du cadastre, à Delémont, où il s'enrichit de connaissances pratiques en triangulation, en cartographie.

Puis il entre au service à l'Ecole militaire de Thoune, dans l'arme du génie. De complexion plutôt délicate, menacé d'une affection de poitrine après deux mois de vie militaire, il en vient à douter de pouvoir jamais conduire à chef ses projets. Ceux-ci exigeaient avant tout une bonne santé. C'est qu'il souffrait aussi d'une névralgie faciale et voyait diminuer son acuité visuelle. Autant de circonstances qui l'éloignaient de la carrière d'officier ou de géomètre.

C'est pourquoi, une fois encore, nous le voyons interrompre ce qu'il avait commencé. Soucieux de posséder à fond la langue allemande, il se rend à Constance, chez le professeur DIETZI.

Cette villégiature sur les rives du Bodan eut un effet décisif sur le choix de la carrière du jeune Bruntrutain. Tout en consacrant ses loisirs à la botanique et à l'aquarelle, THURMANN, en effet, se plaisait à traduire en français des mémoires de géologie, ce qui le mit en contact avec certains géologues suisses, dont PETER MERIAN (1795–1883).

Celui-ci venait de publier, notamment, son *Geognostischer Durchschnitt durch das Jura-Gebirge von Basel bis Kestenholz bey Aarwangen, mit Bemerkungen über den Schichtenbau des Jura im Allgemeinen* avec deux planches coloriées, dont une coupe à travers les terrains étudiés qui frappa vivement l'imagination de THURMANN et devint pour lui le leitmotiv de ses méditations. Ainsi s'affirmait, peu à peu, une vocation de naturaliste que les circonstances contribuèrent à faire éclore davantage, semble-t-il, qu'un irrésistible appel. Si bien qu'au printemps 1830, lorsque THURMANN rallia Porrentruy, il portait en lui le projet d'un travail géologique sur le Jura.

Il se mit à parcourir avec ardeur nos montagnes, retirant de ces randonnées, outre les bases de ses futurs travaux, le bénéfice du grand air, non négligeable pour sa santé toujours précaire. Il commença par l'étude des environs immédiats de Porrentruy, où la tectonique offre certains aspects littéralement schématiques; il saisit déjà tout l'intérêt de la région de Derrière-Mont-Terri. Peu à peu, il poussa ses investigations au long et au large de nos chaînes. «C'est dans ces courses, écrit-il, que j'étudiai sérieusement les terrains jurassiques dont, à cette époque, la connaissance était tout à fait dans l'enfance, et que je devinai la structure des soulèvements du Jura, ce qui fut plus tard l'objet d'une publication spéciale. C'était au printemps de 1830.» (16)

Un événement, qui contribua à renforcer chez JULES THURMANN et la vocation et les connaissances, s'insère ici dans cette carrière aux débuts fluctuants. Le jeune savant avait accueilli avec enthousiasme la Révolution de juillet. Il entra en conflit avec sa mère et sa famille que leurs relations avec les anciens Grands-Baillifs protégeaient contre toute atteinte des idées nouvelles.

Ce conflit des générations fut tempéré toutefois par le chagrin qui affectait une mère adorée, et par les circonstances politiques locales. Ces considérations empêchèrent le jeune THURMANN d'aller jusqu'au bout

dans le mouvement politique auquel il s'était rallié. Délaissant alors la petite cité, transformée en un véritable enfer politique, il alla s'établir à Strasbourg, et laissa passer l'orage. Cette attitude, qui n'était pourtant ni celle d'un lâche, ni celle d'un timoré, lui fut souvent reprochée dans la suite. Mais notre géologue, de ce coup, était devenu gibelin pour les guelfes, et guelfe pour les gibelins. On imagine facilement ce que représente pareille situation dans une petite cité divisée en deux camps aussi intransigeants l'un que l'autre!

Or, cette manière d'exil volontaire eut les plus heureux effets sur la carrière de THURMANN. Car il fit la connaissance, à Strasbourg, du géologue VOLTZ qui l'accueillit «comme un père» (17), le forma, pratiquement, dans les collections géologiques du musée, à la paléontologie, science dans laquelle JULES THURMANN se hissa très rapidement à la hauteur du maître, du moins quant à la connaissance des fossiles du jurassique.

Nous croyons avoir suffisamment marqué, par ce qui précède, combien riche était la culture du jeune naturaliste bruntrutain, et solides ses armes, lorsqu'il revint à Porrentruy au printemps de 1831. Cette fois, il se tint à l'écart de la politique et, au lieu de soulever les passions, il va soulever nos montagnes.

C'est, en effet, durant cet été qu'il termine le premier cahier des *Soulèvements jurassiques*. Il l'emporte à Strasbourg, l'hiver suivant, le discute encore avec son maître VOLTZ, et le publie au printemps de 1832, dans les «Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Strasbourg», sous le titre de «Essai sur les soulèvements jurassiques du Porrentruy; description géognostique de la série jurassique et théorie orographique du soulèvement».

De quoi s'agissait-il ? On sait que le géologue bruntrutain, après avoir accumulé, sur les terrains géologiques des environs de Porrentruy, un matériel descriptif littéralement prodigieux, avait édifié un système stratigraphique cohérent. Celui-ci trouvait son expression dans une classification en trois *étages*, subdivisés en quatre groupes, répartis eux-mêmes en seize divisions, le tout se résumant en un *Tableau proportionnel de la série jurassique* qui, pendant longtemps, servira de canevas aux géologues traitant de cette formation. Il fallait maintenant rendre compte de la manière dont les terrains jurassiques, supposés d'abord horizontaux, puisque déposés au fond de la mer secondaire, avaient acquis les «positions redressées» que nous leur connaissons, et dont le modelé topographique des environs de Porrentruy comporte quelques exemples littéralement schématiques.

Or, à l'époque où THURMANN avait fait ses études, d'éminents géologues prêtaient aux phénomènes volcaniques un rôle prépondérant dans la formation des montagnes. L'idée de considérer celles-ci comme des cratères de soulèvement, des volcans avortés, avait alors la puissance d'un dogme. LÉOPOLD DE BUCH, ELIE DE BEAUMONT et tant d'autres en avaient fait la base rationnelle de leurs travaux. Le soulèvement en soi était admis comme un phénomène naturel dit «plutonique» offrant aux

observateurs, écrit THURMANN, «un champ vaste, fertile et non encore moissonné» (18). DE BUCH avait étudié notamment les altérations concomitantes à ces «gigantesques exaltations» et la nature de leurs agents; ELIE DE BEAUMONT avait fait l'historique, l'étude des âges relatifs de ces «vastes phénomènes» et des larges conséquences qui en découlaient. «Un édifice vaste et rationnel, écrivait le géologue bruntrutain, s'élève rapidement sur les ruines des systèmes vieillis en peu de jours», d'où les savants au «génie modérateur» savent écarter avec sagesse les faits ambigus, les assertions douteuses, les théories hasardées.» (19)

Ainsi, par sa formation même, le jeune géologue était imprégné de l'idée du soulèvement. Mais, quand nous cherchons à établir les circonstances qui l'incitèrent à l'appliquer aux voûtes du Jura, pour créer une théorie orographique du soulèvement jurassique, nous nous heurtons, comme toujours en de telles analyses, à bien des obstacles. «La pensée créatrice, écrit PIERRE VENDRYÈS (20), semble insaisissable à celui qui veut la décrire. Les mêmes idées reviennent à plusieurs reprises, lancinantes, mais chaque fois plus riches. Tel est le combat que soutient une grande intelligence aux prises avec une science qui la dépasse encore. Au milieu d'erreurs multiples, des idées apparaissent, qui seront les éléments constitutifs de la science future. Le créateur de tant d'idées ne sait comment faire un choix parmi elles et reconnaître celles qui contiennent vraiment de la réalité; ce choix, c'est par l'intuition qu'on peut le faire. La pensée créatrice est saisie sur le vif.»

Quoi qu'il en soit, il semble que ce soit le travail du géologue bâlois MERIAN, déjà cité, et que THURMANN connaissait bien depuis son séjour à Constance, qui orienta définitivement ce dernier vers sa théorie des soulèvements. PETER MERIAN avait donc étudié le Jura à la lisière des cantons de Bâle et Soleure, sur une zone s'étendant de Bâle à Kestenholz et passant par Meltingen, le Passwang, Balsthal.

Or, le géologue bâlois qui éprouvait, écrit THURMANN, de «la répugnance à admettre les faux résultats de la théorie des formations répétées» (21) esquisse incontestablement, dans le travail en question, l'ébauche d'une théorie des soulèvements. C'est ainsi qu'il écrit, page 85, «Hebungen von unten... die Hauptursache der Zerrüttung des ursprünglichen Schichtenbaues».

La coupe qui accompagne ce travail frappa vivement THURMANN, déjà, nous le savons, lors de son séjour à Constance, et elle devint pour lui un objet de profonde méditation. Elle révèle, en effet, dans la présence de terrains identiques se répétant dans le même ordre de succession de part et d'autre des voûtes, des symétries frappantes, et donne bien l'image de masses sous-jacentes soulevées, et qui auraient crevé, puis écarté les terrains plus jeunes reposant sur celles-ci. C'est notamment le cas dans la région du Blauen, de Zullwil, du Passwang, ainsi qu'entre Mümliswil et Falkenstein.

Et voici, «saisie sur le vif», l'intuition de THURMANN: «Ayant habité le Jura bernois, l'ayant parcouru en tous sens pour l'étude de la botanique, et étant ainsi déjà de longtemps familiarisé avec les accidents

jurassiques, la coupe de M. MERIAN fut pour moi un vif trait de lumière qui me donna sur-le-champ la clé du dédale où mon imagination avait souvent cherché un fil conducteur.» (22)

Du coup, en effet, le problème de la formation de nos montagnes était ramené, dans l'esprit de THURMANN, aux grandes lignes suivantes (tableau I):

- admettre qu'une force, dont la nature restait à définir, agissant de bas en haut sous la série jurassique, en avait provoqué le soulèvement;
- bâtir ainsi, théoriquement, en faisant varier l'intensité de cette force, des soulèvements de plus en plus prononcés;
- confronter les résultats prévus par la théorie avec les faits observés dans la nature.

Il est à relever que la démarche intellectuelle de THURMANN, ou sa méthode, fut, en l'occurrence, intuitive, dans le sens de la «connaissance d'une vérité évidente (...) qui sert de principe et de fondement au raisonnement discursif, et qui porte non seulement sur les choses, mais sur leurs rapports» (23).

On constatera que l'originalité de la théorie orographique de THURMANN résidait moins dans l'hypothèse du soulèvement que dans l'usage qu'il allait en faire. Si, en effet, les géologues avaient beaucoup écrit sur les soulèvements, ils s'étaient moins occupés de la «comparaison de la figure extérieure des montagnes avec celle qu'elles doivent nous présenter dans l'admission de l'hypothèse» (24).

D'ailleurs, THURMANN donnera au développement de sa théorie l'allure d'une véritable démonstration géométrique.

D'abord, le problème est énoncé clairement: «Tout ce que nous avons à faire se borne (donc) à supposer qu'une force agissant de bas en haut a été appliquée à la série des dépôts que nous avons étudiés, et à reconnaître ce qu'il en est advenu.» (25)

Les éléments de la démonstration sont présentés dans le style et la forme propres aux mathématiciens: «L'intensité de l'agent de soulèvement, son mode d'application et la nature de la résistance sont des variables qu'il nous est impossible d'apprécier séparément; mais dont le résultat du soulèvement est nécessairement une fonction.» (26)

Cette fonction ou ce résultat, THURMANN le ramène à trois espèces, à savoir: un ploiement, une rupture, une combinaison de ces deux phénomènes.

Dans le ploiement, toute la série prendra la configuration d'une voûte; la rupture se manifestera à la surface de la série selon une cassure ou faille. Il y aura rupture et ploiement quand une portion inférieure de la série, affectée par un ploiement, déterminera dans la portion supérieure, une rupture se manifestant superficiellement par une crevasse à bords généralement de même niveau, plus ou moins écartés l'un de l'autre.

Négligeant temporairement certaines données telles que la direction de la force incriminée, l'irrégularité des lignes de rupture, etc., THURMANN recherche la démonstration par évidence: « ... nous chercherons à nous

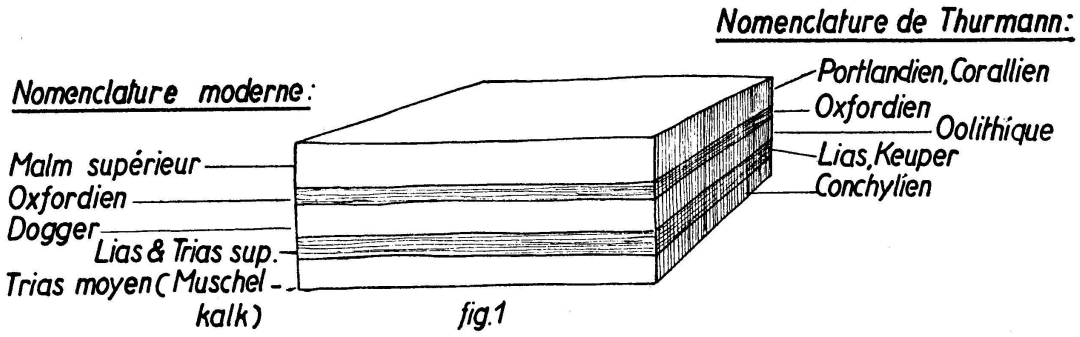


fig. 1

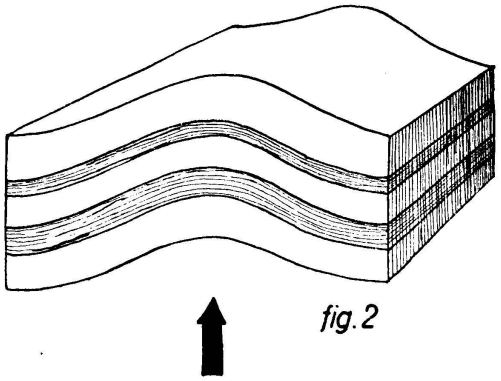


fig. 2

Ploiement

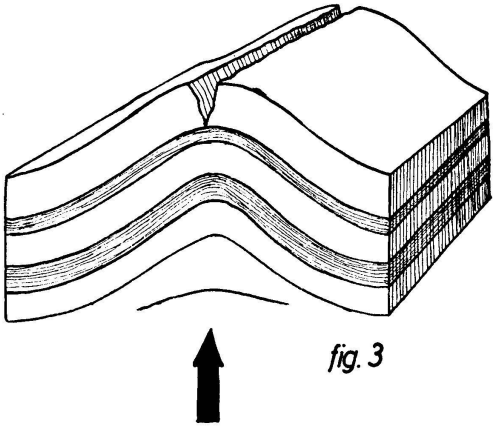


fig. 3

Rupture

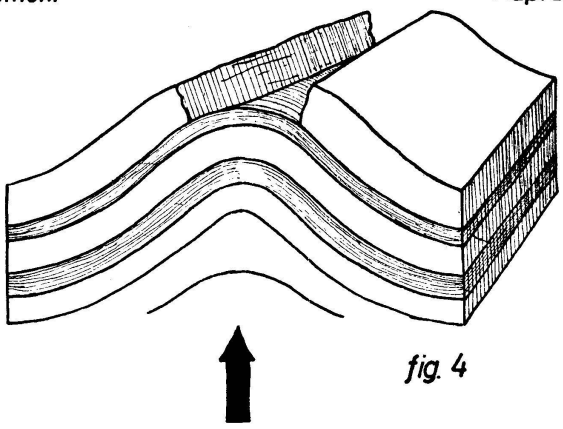


fig. 4

Rupture et ploiement

Les éléments de la théorie de Thurmann

Tableau I

Les éléments de la théorie orographique dite «des soulèvements» sont:

— la série des terrains jurassiques avec ses alternances de terrains calcaires très solides et de dépôts marneux ou argileux plus ou moins meubles;

— une force dirigée de bas en haut appliquée sous cette série et susceptible de déformer les terrains par ploiement, rupture ou combinaison de ces deux accidents.

rendre compte, par un figuré graphique, de ce qui aurait lieu théoriquement dans l'admission de l'hypothèse, et nous placerons immédiatement à côté ce que l'on observe dans la nature même, en forme de démonstration par évidence. Nous croyons ce mode de démonstration préférable à une marche théorique, qui nous aurait entraîné dans une foule de détails sans application et se serait entièrement écartée de la méthode naturelle d'invention. Nous nous efforcerons d'exposer les choses avec simplicité et clarté, cherchant à n'appliquer qu'avec sobriété et discernement les principes mathématiquement généraux qui, dans les phénomènes naturels, sont souvent sujets à de nombreuses exceptions» (27).

THURMANN est alors amené à distinguer quatre «ordres de soulèvements» que nous décrirons avec la terminologie moderne (tableau II):

1er ordre: Ceux qui n'ont fait affleurer que le groupe inférieur du Malm supérieur; ils ont l'aspect de voûtes entières ou brisées. Exemples: Le Banné, la Perche, etc.

2e ordre: Ceux qui ont fait affleurer l'ensemble des groupes oxfordiens et Dogger. Il en résulte une montagne formée d'une voûte de Dogger flanquée de deux massifs de Malm, terminés par des crêts de Malm, et interceptant deux combes oxfordiennes. Exemple: Chaîne du Lomont, les Chaignons, etc.

3e ordre: Ceux qui ont fait affleurer l'ensemble des terrains liasiques et le Trias supérieur. Il en résulte une montagne présentant les mêmes éléments symétriques que dans l'ordre précédent, mais la voûte de Dogger y a subi une rupture ouvrant une combe liaso-keupérienne dominée par deux crêts de Dogger. Exemple: Mont-Terri.

4e ordre: Ils font surgir, du fond de la combe liaso-keupérienne, une voûte de Trias moyen ou Muschelkalk bordée de deux combes liaso-keupériennes. Exemple: Meltingen (Soleure).

Le moment est venu de jeter un coup d'œil sur les lieux qui inspirèrent à THURMANN sa théorie géniale:

- les environs immédiats de Porrentruy (fig. 4), avec le Banné, la Perche, le Cras d'Hermont, autant de soulèvements du premier ordre; à l'arrière-plan, la chaîne du Mont-Terrible;
- cette chaîne (fig. 5), véritable «banc d'essai» de la théorie des soulèvements où elle se révéla un système bien étayé où l'ordre rationnel s'accommodait de façon idéale aux faits;
- région de Derrière-Mont-Terri (fig. 6), avec la combe liaso-keupérienne, le fronton du camp de Jules César, soulèvement du 3e ordre typique.

Ainsi, une science était née, l'orographie jurassique. Pour la première fois, la montagne du Jura paraissait assujettie à des lois régulières et déterminables, sinon déterminées. Les faits observés, interprétés théoriquement, tenaient en des schémas précis; telle, par exemple, la série de coupes du Mont-Terrible, dont l'une, celle de la région de Derrière-Mont-Terri, est célèbre.

Le premier cahier des «Soulèvements» eut un immense retentissement. «Comme, bien que peu étendu, écrit THURMANN (28), il renfermait

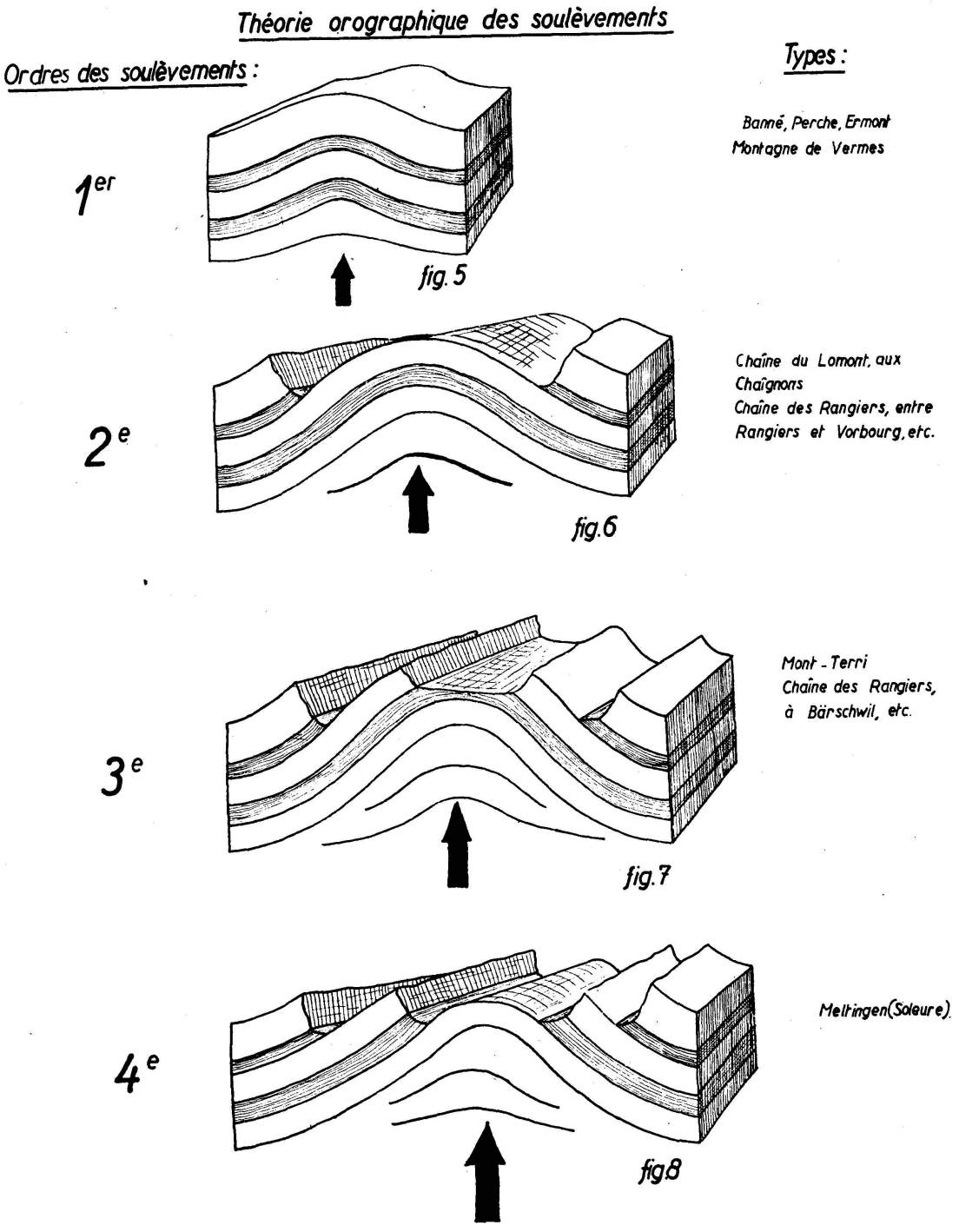


Tableau II

Théorie orographique des soulèvements.

En combinant les ruptures et les ploiements avec la solidité et la fragilité des roches, Thurmann put classer les chaînes du Jura bernois en quatre «ordres de soulèvements».

des données nouvelles et importantes, il fut accueilli avec une faveur générale par la presse scientifique, tant allemande que française, et me mit immédiatement en relation avec tous les géologues de l'époque.» De fait, âgé de 28 ans, THURMANN se hissait d'un coup d'aile au rang d'un maître, du chef incontesté d'une école, du premier dans l'orographie jurassienne. Et, à l'instar de lord Byron, il eût peut dire: «Je me réveillai un matin et me trouvai célèbre.»

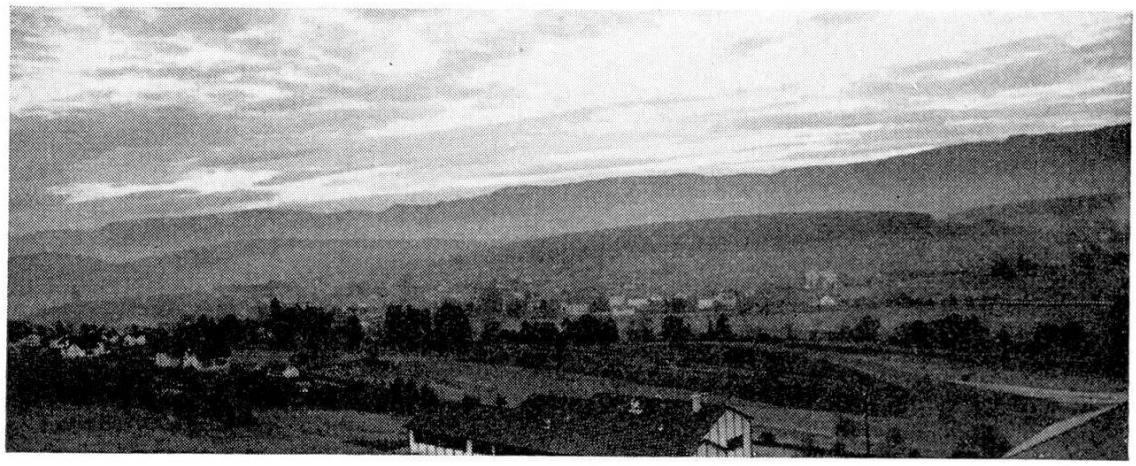


Fig. 4

Les environs immédiats de Porrentruy furent le berceau de la théorie orographique des soulèvements. Les collines sises au sud de la ville sont, de droite à gauche: le Banné (depuis Thurmann, les «couches du Banné» sont célèbres en géologie, notamment comme station fossilifère), la Perche, le Cras d'Hermont; elles furent considérées par Thurmann comme des soulèvements du premier ordre. Au fond, la chaîne du Mont-Terrible, dernière chaîne du nord du Jura.
Photogr. A. Perronne, octobre 1955

En son honneur, et quinze ans avant la Société Helvétique des Sciences Naturelles, la Société géologique de France se réunit à Porrentruy, sous l'égide de l'éminent géologue bruntrutain. D'ailleurs, et c'est assez dire, DE MARGERIE dédiera «à la mémoire de JULES THURMANN, fondateur de l'orographie jurassienne», son puissant volume «Le Jura, première partie, Bibliographie sommaire du Jura français et suisse».

Le second cahier, publié à Porrentruy en 1836, avec «la carte orographique et géologique des soulèvements du Jura», tendait à démontrer que la théorie orographique exposée en 1832 valait pour toute la chaîne du Jura; son succès ne le céda en rien à celui de la première publication.

Bientôt cependant, les acquisitions nouvelles de la science ébranlèrent le bel édifice de la théorie des soulèvements. Certes, elle avait permis une interprétation élégante des faits connus de son auteur dans la région «du Porrentruy», mais elle fut mise en défaut lorsqu'on tenta de l'appliquer à l'ensemble de la chaîne du Jura, autrement dit, de la généraliser.

Quelle fut l'attitude de THURMANN lorsqu'il sentit sa théorie devenir caduque ?

Si l'histoire des sciences nous présente certains exemples de savants qui, figés dans un système, ne surent évoluer, elle enregistre en revanche, avec THURMANN, un exemple de cette «souveraine élégance» (ce «fair play», comme on dit en langage sportif) avec laquelle, convaincu d'erreur, le savant non seulement rend les armes à la vérité, mais encore se met à son service; comme le fait, par exemple, KIRWAN, écrivant en 1791 à LAVOISIER: «Enfin, je mets bas les armes... je donnerai moi-même une réfutation de mon *Essai sur le phlogistique*. (29)



Fig. 5

Vue d'avion de la chaîne du Mont-Terrible, qui inspira à Thurmann sa théorie orographique et où il distingua des soulèvements du deuxième et du troisième ordre. Porrentruy se situe hors du champ, à gauche. Dans l'ombre, à l'angle droit, la vallée du Doubs et le Clos-du-Doubs. Plus haut, Saint-Ursanne et le viaduc. – Au premier plan, le village de Seleute, dans la combe oxfordienne. La partie claire, à gauche, est l'extrémité est de la vallée de Porrentruy. A sa droite, la combe liasokeupérienne de Derrière-Mont-Terri. Cette chaîne, et surtout la région de Derrière-Mont-Terri (voir fig. 6) a été le «banc d'essai» de la théorie de Thurmann.
Photogr. A. Perronne, janvier 1950

Il faut dire que THURMANN avait fait, dès l'abord, une prudente réserve quant à la direction de l'«agent soulevant»; d'autre part, il s'était bien gardé de faire de sa théorie une fin en soi, et semait, disait-il, «ces idées plutôt pour rattacher l'examen positif des accidents orographiques à un principe qui en facilite l'exposé, que comme vraie cause de leur manière d'être» (30).

Pareille disposition d'esprit lui permit d'évoluer dans sa façon de concevoir la formation de nos montagnes, et c'est là encore un bel aspect de cette intelligence souple et nuancée. Car, dit Montaigne, «se r'adviser, et se corriger, abandonner un mauvais party... ce sont qualités rares, fortes et philosophiques».

Vingt et un ans après la publication de l'*Essai sur les soulèvements* THURMANN présentait à la Société Helvétique des Sciences Naturelles, en session à Porrentruy, son *Résumé des lois orographiques des Mont-Jura* (31), qui est le premier aperçu général de toute la chaîne jurassique.

La séance de la Section de minéralogie et géologie, présidée par P. MERIAN, eut lieu dans le cabinet de minéralogie installé au premier étage du Collège (actuellement Ecole normale), où il avait été créé, en 1832, par les soins d'ANTOINE BÉCHAUX et de THURMANN (fig. 7).

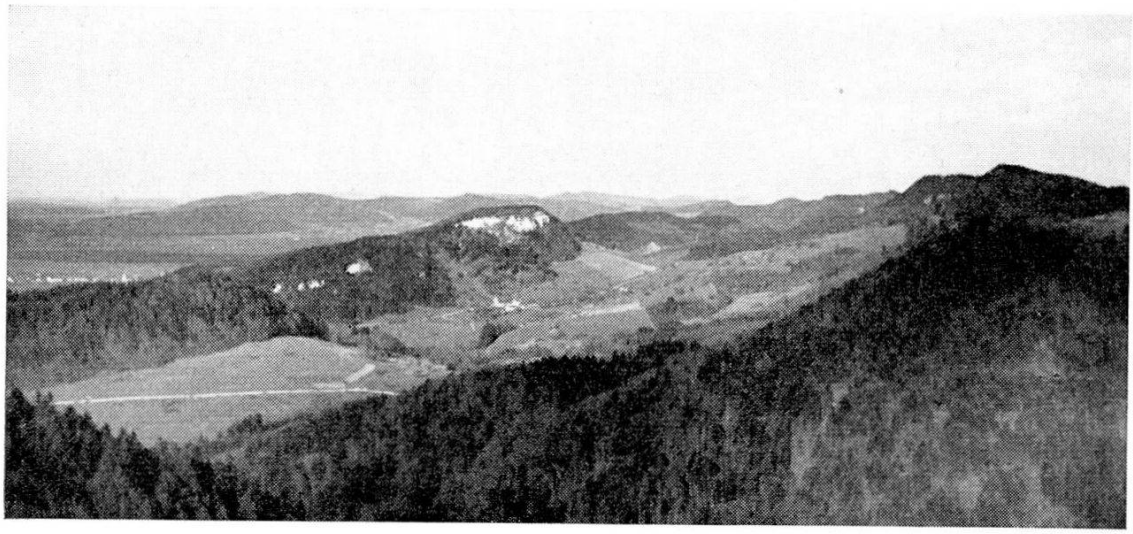


Fig. 6

Combe liaso-keupérienne de Derrière-Mont-Terri. Le fronton rocheux, dit camp de Jules César, est le Dogger; à son pied, la ferme de Derrière-Mont-Terri. Vis-à-vis du camp, à droite, son homologue, soit la crête de Montgremay (Dogger). A gauche, le village de Cornol. Entre ce dernier et le camp s'étagent sur le flanc de la montagne, les terrains supérieurs: Oxfordien, Rauracien, Séquanien, dont les homologues se situent sur le flanc sud de la montagne, à droite de Montgremay.
Photogr. A. Perronne, octobre 1955

Le «Résumé», dont THURMANN se plaisait à dire qu'il représentait ce «qu'il avait fait de mieux en géologie» (32) devait servir de prodrome à une «Nouvelle orographie jurassique».

Il y condensait, en douze pages, les résultats de ses travaux, le fruit de ses méditations et les données puisées dans les publications de tous les géologues et observateurs qui, à son exemple, avaient œuvré dans la géologie jurassique. En ce local, il avait étalé sous les yeux de ses auditeurs un assemblage des cartes de l'état-major français de 2 m sur 3 m (qui n'a, hélas, jamais été retrouvé); un croquis d'ensemble de la chaîne et une série de 20 coupes orographiques exécutées dans toutes les régions du Jura.

Dans l'exposé qu'il fit à ses collègues, il rappela la structure des chaînes jurassiques et montra qu'on pouvait donner une idée orographique de chacune d'elles «par une diagnose au moyen d'une nomenclature convenue» (33). S'élevant ensuite aux plus hautes généralités, il croyait

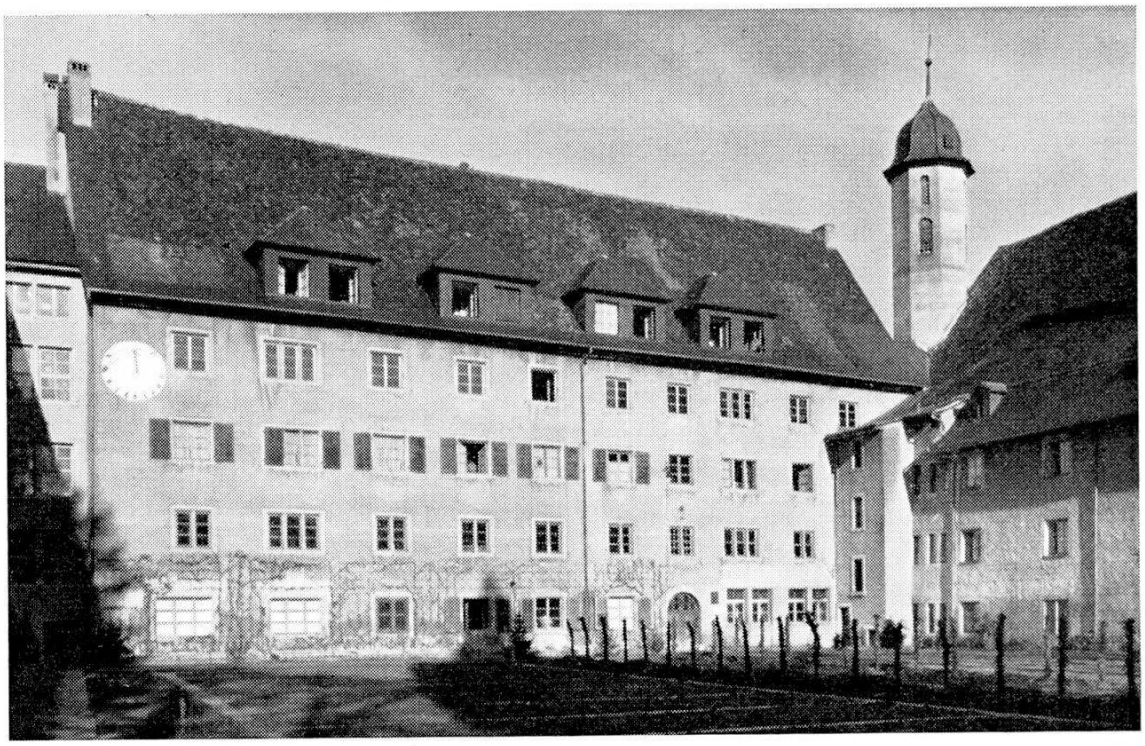


Fig. 7

Façade sud de l'ancien Collège des Jésuites, l'un des bâtiments du complexe construit à Porrentruy de 1597 à 1604 par le prince-évêque Christophe de Blarer de Wartensee. Depuis 1837, ce bâtiment est occupé partiellement par l'Ecole normale des instituteurs du Jura, dont Thurmann fut le premier directeur, assumant cette fonction de 1837 à 1843. Au premier étage, les cinq premières fenêtres (de gauche à droite) sont celles du Cabinet de minéralogie créé en 1832 par A. Béchaux et J. Thurmann. Ces locaux hébergèrent aussi, plus tard, les célèbres collections paléontologiques de F. Koby. C'est là que Thurmann exposa son «Résumé des lois orographiques des Monts-Jura», le 3 août 1853, lors de la 38e Session de la S.H.S.N., devant la Section de minéralogie et géologie alors présidée par P. Merian, et qu'il renversa sa propre théorie des soulèvements. Sous la deuxième et la troisième fenêtre, depuis la gauche, se trouvent les plaques commémoratives du Congrès de la Société géologique de France (2 au 12 septembre 1838) et de la 38e Session de la S.H.S.N., du 2 au 4 août 1853, que présida J. Thurmann. Devant l'édifice s'étend le Jardin botanique de l'Ecole cantonale, récemment transformé, descendant du jardin de l'ancien Collège de Porrentruy et du Jardin des plantes de l'Ecole centrale, jardin que J. Thurmann et le botaniste Friche-Joset avaient rénové de 1833 à 1835. Depuis 1955, les musées ont partiellement cédé la place à des classes de l'Ecole cantonale. Photogr. A. Kuster, Porrentruy, janvier 1956

pouvoir dégager 22 lois générales applicables aux chaînes du Jura. Mais des faits nouveaux, dont notamment cette constatation que plusieurs chaînes semblent se déverser vers l'ouest, donnant lieu à une lèvre prédominante, dans un sens déterminé, qu'il appelle regard; ou sont affectées d'un déjettement, l'obligent à abandonner l'idée des soulèvements, et l'on chercherait en vain ce terme dans le «Résumé».

Silence éloquent! La théorie des soulèvements avait vécu. Mais, cette page tournée par son auteur même, THURMANN inaugurait le nouveau chapitre de notre histoire orographique en constatant que certaines

chaînes «naissent latéralement de précédentes, comme un pli né à côté d'un autre» (34), et en concluant «que l'ensemble des lois exposées conduit à éliminer toute action soulevante appliquée verticalement, soit selon des lignes, soit marchant le long de celles-ci dans un sens déterminé» (35), et qu'au contraire, tous les faits «s'interprètent en tous points par l'hypothèse d'une action latérale procédant du côté suisse vers le côté français sur des massifs faillés et avec le concours de grands agents d'ablation» (36). Quoi de plus noble que cette autoréfutation ?

Or, si THURMANN revenait parmi nous, il constaterait que les grandes lignes descriptives de son orographie jurassique étaient justes; il y retrouverait maintes traces de sa terminologie. Il verrait que le problème de la formation du Jura – son problème – n'est pas encore définitivement compris, ni résolu. Les géologues modernes sont portés à admettre que la masse des sédiments du Jura «s'est décollée de son substratum rigide de roches cristallines, a glissé sur lui et s'est plissée indépendamment de lui» (37), en tendant à remplir, d'une part, la dépression qui sépare le Massif central d'avec les Vosges, et, d'autre part, la fosse du Rhin, entre les Vosges et la Forêt-Noire. Et THURMANN devinerait aisément que ce sont les marnes et les argiles du Muschelkalk moyen, «éminemment malléables, fonctionnant en quelque sorte comme lubrifiant, qui ont permis le mouvement» (38). Mais ce mouvement, qui l'a provoqué, qui l'a entretenu ? Quelle est donc la nature et la direction de l'agent dynamique responsable de ces déplacements gigantesques ? Où en est le moteur ? Sur ce point, je crois que notre grand géologue jurassien trouverait ses confrères en pleine discussion: poussée alpine, disent les uns, pesanteur, soutiennent les autres. A ce propos, THURMANN se verrait cité deux fois dans une étude assez récente de MAURICE LUGEON (39), dans laquelle ce dernier ouvre à nouveau la discussion sur l'origine même du Jura. Sans doute prendrait-il connaissance avec intérêt des observations aérotectoniques en contradiction avec les théories actuelles sur la formation du Jura, publiées aujourd'hui même dans le «Recueil» qui vous est offert, et dues à la sagacité de M. ALBERT PERRONNE, docteur ès sciences, qui, délié des écoles, vole, voit, observe et relève ce qui ne joue pas (40).

Nous avons analysé l'œuvre de THURMANN géologue; on sait que ce savant fit preuve du même esprit créateur dans son *Essai de phytostatique appliqué au Jura et aux contrées voisines*, œuvre maîtresse publiée à Berne, en 1849, dans laquelle on s'accorde à voir le premier traité vraiment moderne de géographie botanique.

Il est plus difficile de dégager l'idée maîtresse exposée dans ces deux puissants volumes, totalisant quelque 800 pages, qu'à travers l'œuvre du géologue.

On sait que la botanique s'était attachée, depuis la Renaissance, à la description des espèces, à la recherche des plantes rares. Longue et laborieuse époque que celle qui voyait dans l'herbier l'essentiel de la botanique; elle s'étend jusqu'au XVIIIe siècle, où l'exploration botanique du Jura se poursuit activement avec DE HALLER, GIROD-CHANTRANS, DE CANDOLLE, GAGNEBIN, dont THURMANN écrira une remarquable bio-

graphie. Le XIXe siècle verra la publication d'innombrables catalogues, flores, énumérations, prodromes, guides, autant d'inventaires des richesses floristiques locales, régionales, de précisions sur les localités intéressantes: d'où la géographie botanique, illustrée par GODET, pour le Jura neuchâtelois; BLANCHET, RAPIN, REUTER, pour les chaînes jurassiques vaudoises ou des environs de Genève.

Par l'étude de la fréquence des espèces, de la diversité de leur répartition, de leurs différents modes de vie en commun, on passe à celle des associations végétales; on créait ainsi une phytosociologie.

THURMANN, cependant, dépassera ce stade en se risquant à une tentative *d'études des raisons du mode d'association des plantes.*

Très versé en botanique, il avait relevé avec soin, dès ses premiers travaux, la liste des plantes «propres à caractériser les accidents orographiques qu'il signale» (41) et ce n'est pas la moindre surprise du lecteur des «Soulèvements» que d'y rencontrer des listes de plantes destinées à caractériser les combes oxfordiennes, keupériennes, etc., désignées en tant que stations phytographiques.

L'idée d'une cartographie de la végétation est même présente dans les «Soulèvements», 1er cahier, où nous lisons, p. 81, que les modifications de la végétation constatées sont intimement «liées à un vaste système, qui nous donne les lois de leurs positions en leur assignant des limites déterminées»; et qu'il est intéressant de voir «comment les couleurs que l'on choisirait pour colorier botaniquement la carte du Jura moyen, d'après ces ensembles, fourniraient en même temps l'expression des accidents orographiques et des affleurements géognostiques».

En 1848, il publie, à Porrentruy, une *Enumération des plantes vasculaires du district de Porrentruy*, et, l'année suivante, son magistral *Essai de phytostatique appliqué à la chaîne du Jura et aux contrées voisines.*

Essayons de dégager la ligne générale, la charpente de cette œuvre immense.

Le terme de «phytostatique», déjà utilisé par quelques observateurs avant THURMANN, englobe, dans l'esprit de ce dernier, l'étude des faits de dispersion végétale «et les met en rapport avec leurs causes» (42).

L'originalité de la phytostatique réside donc en ce que son auteur entend rechercher les raisons, les causes de l'association végétale. Pour THURMANN, la «phytostatique» se confond avec la «situation» dans laquelle vit la plante; et cette situation est la résultante d'une foule de facteurs dont il reconnaît d'emblée l'extrême complication.

Parmi ces facteurs, il y a d'abord tout le milieu biologique de la plante considérée, auquel appartiennent au premier chef les plantes avoisinantes.

Différenciant nettement la flore de la végétation, il estime que l'étude de cette dernière exige

- la connaissance des espèces;
- celle de leurs stations;
- celle de leur répartition ou dispersion;
- celle de leur habitation (= des localités géographiques).

De tous ces éléments, c'est la *station* qui lui apparaît jouer le rôle le plus déterminant; celle-ci est conditionnée par un grand nombre d'éléments dont les combinaisons connaissent un haut degré d'intrication.

Néanmoins, THURMANN estime pouvoir ramener ces éléments à l'action réciproque du climat et du sol; ces différents facteurs seront étudiés sur la base d'une documentation littéralement prodigieuse, mais quelque peu unilatérale. Unilatérale, parce que JULES THURMANN, géolo-

Classification générale des terrains sous le rapport de leur mode de désagrégation mécanique.

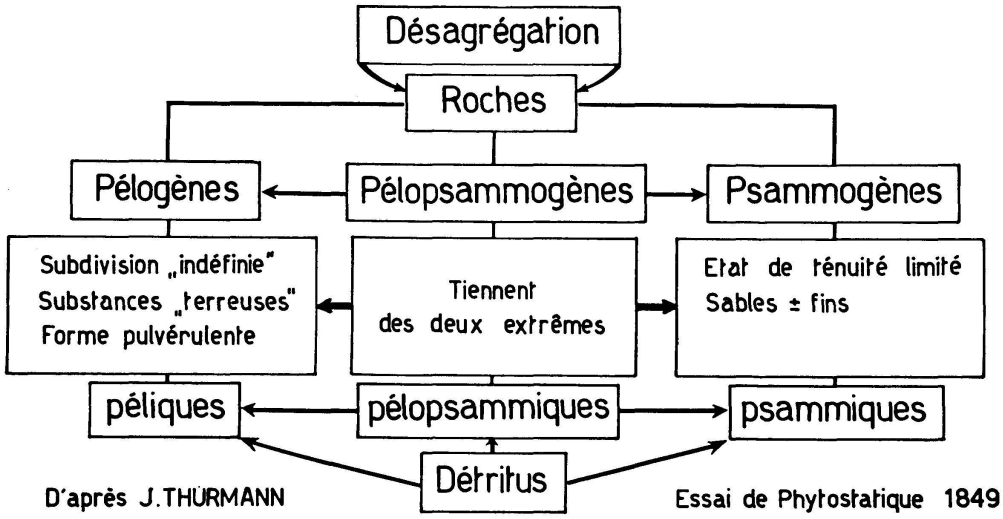


Fig. 8

Classification générale des terrains sous le rapport de leur mode de désagrégation mécanique. Ce tableau est une synthèse des idées de Thurmann qui servirent de fondement à sa théorie physique des sols. Le mode de désagrégation des roches conduit à des sols dont l'état de division mécanique est déterminant pour la végétation qui s'y installera.

gue de formation, et très peu chimiste (il faut le reconnaître), va s'attacher, j'allais presque dire s'acharner à démontrer que le facteur essentiel de la dispersion végétale réside, à *climat égal*, dans les propriétés mécaniques des roches sous-jacentes quant à leur mode de désagrégation, leurs détritus, et non quant à leur nature chimique. Autrement dit, THURMANN échafaudait une *théorie physique des sols* et classait *les terrains selon leur mode de désagrégation mécanique* (fig. 8). Il développait ainsi une idée de l'illustre DE CANDOLLE, exprimée en ces termes par ce maître: «Chaque nature de roche a un certain degré de ténacité et une certaine disposition à se déliter ou à se pulvériser; de là résulte la facilité plus ou moins grande de certains terrains à être formés de sables ou de graviers, et à être composés de fragments de grandeur et de forme à peu près déterminées. Certains végétaux peuvent préférer tel ou tel de ces sables

ou de ces graviers, mais la nature proprement dite de la roche n'agit ici que médiatement.» (43)

THURMANN divise donc les roches en *pélogènes* et en *psammogènes* selon que leur désagrégation donne naissance à une poussière plus ou moins terreuse ou à des sables plus ou moins divisés. Les roches qui participent à la fois de ces deux modes de désagrégation portent le nom de *pélo-psammogènes*. Leurs détritus sont appelés respectivement péliques,

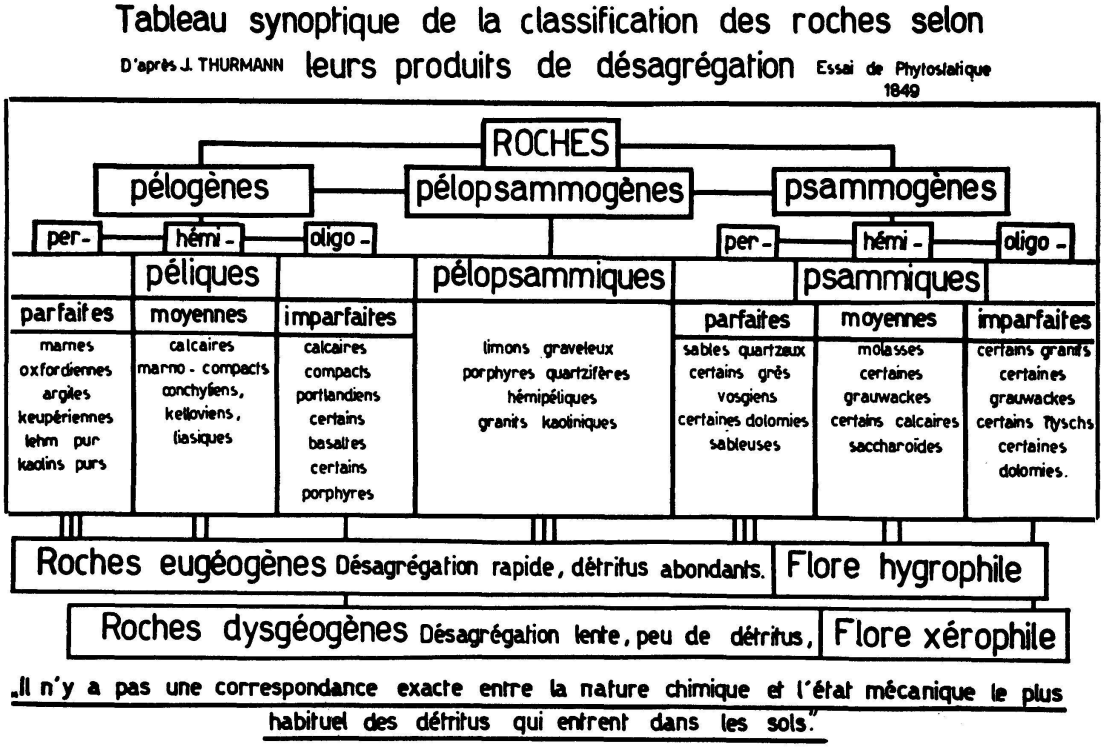


Fig. 9

Tableau synoptique de la classification des roches selon leurs produits de désagrégation. Les roches de la contrée étudiée par Thurmann dans la «Phytostatique» peuvent être classées selon leurs produits de désagrégation; les associations végétales correspondent, dans les grandes lignes, à deux catégories de roches: les roches *eugéogènes*, supportant les associations *hygrophiles*, et les roches *dysgéogènes* supportant les associations *xérophiles*. Cela en dehors de toute influence chimique, affirmait Thurmann.

psammiques et pélo-psammiques. Il est à relever que ces termes ont été choisis afin qu'ils n'évoquent aucune idée de composition chimique!

Les roches péliques et psammiques peuvent l'être à divers degrés (fig. 9); d'où les sous-classes de per-péliques, hémi-péliques, oligo-péliques; per-psammiques, hémi-psammiques, oligo-psammiques (les pélopsammiques ne subissant naturellement pas cette subdivision), puis la mise en place des diverses roches dans les cases ainsi constituées: marnes oxfordiennes, argiles keupériennes, etc., *per-péliques;* calcaires marno-compacts conchyliens, kelloviens, liasiques, etc., *hémi-péliques*, etc.

Selon la facilité avec laquelle les roches se décomposent, THURMANN distinguait les *eugéogènes*, dont la décomposition est rapide et les détritus abondants, des *dysgéogènes* à désagrégation lente et qui ne laissent qu'un faible détritus.

Les roches sous-jacentes sont ensuite étudiées sous le rapport de leur perméabilité, de leur hygroscopicité et d'autres propriétés physiques. Signalons que THURMANN a parfois recours à l'expérimentation directe. Il disserte également sur la conductibilité calorifique et la couleur du substrat minéral des sols. Cette partie de l'œuvre est étayée sur une foule de chiffres, tableaux, mesures, etc.

Après une étude poussée des climats et des zones d'altitude de la contrée faisant l'objet de la phytostatique, et une analyse de la flore de celle-ci, qui le conduit à distinguer des catégories «d'espèces contrastantes», THURMANN croit pouvoir négliger la plupart des facteurs et, à climat égal, plaquer sur chacune des catégories de roches, une flore spéciale. Il appelle *flore hygrophile* celle des terrains eugéogènes, et *xérophile* celle des terrains dysgéogènes.

La flore hygrophile se localise essentiellement sur les terrains perpéliques, hémi-péliques, pélo-psammiques, per-psammiques et hémipsammiques; la *xérophile* végète sur les roches oligopéliques et oligopsammiques. Toutes ces données trouvent leur expression synthétique et comparative dans un *Tableau général des facteurs de dispersion dans les diverses parties de la contrée* qui est la clé de la phytostatique et dénote, chez son auteur, une capacité de synthèse peu ordinaire (voir «Essai de Phytostatique», vol. I, p. 275).

Ce tableau nous révèle d'abord l'étendue de la contrée étudiée: Jura, Albe, collines lorraines; Kaiserstuhl; Vosges, Schwarzwald, Préalpes, Côte-d'Or et Serre cristallines; vallées du Rhin, de la Saône, du Neckar (Bas-) et plaine lorraine; bassin suisse et vallée sarde.

Nature chimique, désagrégation mécanique, hygroscopicité, perméabilité et siccité des roches sous-jacentes sont confrontées, de même que les caractères physiques des sols et la répartition des végétations xérophiles, hygrophiles péliques, hygrophiles psammiques. Enfin, le tableau fait ressortir la similitude ou la différence de la dispersion relativement au Jura.

L'examen attentif du tableau montre

1) la ressemblance, dans la végétation, ou la dispersion des espèces contrastantes, entre tous les districts reposant sur des roches dysgéogènes, en dépit de différences chimiques. Par exemple, la végétation est xérophile aussi bien dans le Jura, l'Albe et les collines lorraines (roches calcaires) que dans le Kaiserstuhl pourtant silicéo-alumineux, etc.;
2) la ressemblance entre les districts qui ont pour base des roches eugéogènes;
3) la dissemblance entre la végétation de ces deux groupes, donc une *correspondance rigoureuse des xérophiles aux terrains dysgéogènes, et des hygrophiles aux terrains eugéogènes;*

4) que l'identité de la composition chimique n'entraîne aucune identité du tapis végétal. Ainsi, la végétation du Kaiserstuhl, bien que reposant sur des roches silicéo-alumineuses, n'est pas la même que celle des Vosges, du Schwarzwald, etc., où les substrats rocheux sont pourtant de même nature;
5) que les plantes hygrophiles correspondent à des sols frais et humides; les xérophiles à des sols plus secs; mais, comme ces sols sont eux-mêmes la résultante des roches eugéogènes, respectivement dysgéogènes, il s'ensuit une exacte concordance par rapport à la physique ou la mécanique du sol, mais non à sa chimie.
6) Quant à la dispersion relativement au Jura, elle est semblable dès l'instant où nous pouvons lui opposer des sols dysgéogènes (Kaiserstuhl); elle est en revanche différente, dès l'instant où nous la mettons en parallèle avec celle des sols eugéogènes.

D'où cette conclusion: «Parmi les facteurs principaux de l'état du sol (à latitudes et altitudes égales), son degré de division, sa profondeur et sa quantité d'humidité décident principalement de la ressemblance et de la dissemblance du tapis végétal, tandis que l'identité de composition chimique n'entraîne aucune identité à cet égard.» (44)

Il restait à inscrire ces résultats dans une cartographie qui fasse bien ressortir que les contrastes végétaux sont liés à ceux des roches sous-jacentes. Sur une «Esquisse de la disposition générale des masses géologiques de la contrée classées sous le rapport de la division mécanique des roches», THURMANN, cette fois, fait correspondre à chaque teinte non seulement la roche et le sol qui en est issu par désagrégation, mais la répartition des flores hygrophiles et xérophiles en fonction des roches eugéogènes et dysgéogènes.

Mais, pour faire ressortir mieux encore et d'une manière plus exacte les trois manières d'être prédominantes de la végétation des vallées, des reliefs calcaires ou basaltiques, et des reliefs cristallins ou clastiques, dans lesquels prédominent respectivement les sols péliques, dysgéogènes et psammiques, il compose trois groupes de douze espèces chacun, correspondant aux

xérophiles,
hygrophiles plus péliques,
hygrophiles plus psammiques.

THURMANN montre alors, dans une série de coupes, que les groupes des plantes retenues peuvent être relevés sur les sols dysgéogènes, eugéogènes plus psammiques ou eugéogènes plus péliques; il est donc possible de représenter, avec une fidélité suffisante, la dispersion générale de ces trois groupes. L'œuvre culmine donc par une tentative de cartographie, «couronnement des recherches sur la végétation», écrit M. MAX MOOR (45).

Tels étaient les fondements de la théorie physique des sols qui voyait, dans la structure physique de la roche sous-jacente, à climat égal, le facteur le plus important de dispersion des espèces végétales. Cette théorie, THURMANN la défendit vigoureusement. Lors des assises de la

Société Helvétique des Sciences Naturelles de 1853, il avait présenté à ce sujet un travail intitulé *De la marche à suivre dans l'étude de la dispersion des plantes relativement aux roches sous-jacentes* (46), dans lequel il s'efforçait de donner des directives permettant d'éviter les erreurs dans ce genre d'investigation. On a bien l'impression, à relire ces pages, d'une lutte d'opinion entre deux camps rigoureusement partagés. On distingue les «défenseurs de l'influence chimique» et les «partisans de l'influence mécanique»; il est question de «polémique», de «litige», etc. Et, pour finir, on assiste à une véritable profession de foi: «Nous croyons, quant à nous, que l'avenir réserve la victoire à l'influence mécanique; nous croyons que quand chaque botaniste aura vu, de ses propres yeux, comme nous-même, la même plante se plaire également bien dans la terre végétale modifiée par un sable siliceux ou par un sable dolomitique, ou dans le mince humus d'une roche calcaire ou quartzeuse, moyennant qu'elle ne soit point sableuse, nous croyons, disons-nous, qu'il partagera notre opinion, et que l'on en viendra à l'interprétation si simple et si naturelle qui a instinctivement précédé toutes les autres, et qui a fait, de tout temps, distinguer les plantes des stations sableuses de celles qui ne le sont point.» (47) Venant à la rescousse, le naturaliste montbéliardais Contejean rompait, lui aussi, une lance en faveur de la théorie physique des sols dans son travail *Remarques sur la dispersion des plantes vasculaires relativement aux roches sous-jacentes, dans les environs de Montbéliard* (48). La théorie de l'influence mécanique des terrains «lui donne la solution satisfaisante complète de toutes les questions inexpliquées jusqu'alors» (49). «J'accepte donc, déclarait ce bon militant, la théorie de M. Thurmann, cette théorie ayant, à mes yeux, un tel caractère d'évidence qu'elle me semble devoir être universellement adoptée quelque jour. Si ce résultat n'est pas encore acquis, c'est, à mon avis, qu'un grand nombre de botanistes sont loin d'habiter des pays où les contrastes de flores et de terrains sont aussi saillants, aussi multipliés que dans notre Jura et sur la lisière française.» (50)

Aux antipodes de ces opinions, Unger (51) défendait une théorie de l'influence chimique tout aussi absolue. Opposition aux apparences irréductibles, que M. Braun-Blanquet présente en ces termes laconiques: «Tantôt Thurmann, tantôt Unger, telle sera l'alternative qui, durant plusieurs décennies, séparera littéralement les phytogéographes en deux camps et marquera de son cachet les études de sociologie végétale de cette époque.» (52)

On ne reconnut que plus tard que les deux théories se complètent; quant à savoir ce qu'il advint des études phytosociologiques dans le Jura, à la suite de l'œuvre novatrice de Thurmann, nous vous renvoyons, Mesdames et Messieurs, au magistral article de M. Moor, déjà cité.

Mesdames, Messieurs,

Nous croyons avoir montré suffisamment quelle fut l'œuvre scientifique de Jules Thurmann. Il resterait à vous parler de l'homme, du citoyen, du fondateur de la Société jurassienne d'émulation, du péda-

gogue, premier directeur de l'Ecole normale des instituteurs du Jura. Ceci dépasserait le cadre de l'hommage que nous avons réservé aujourd'hui au savant, mais grandirait singulièrement celui-ci en le hissant au rang de ceux qui, selon le mot de Térence, furent hommes, et auxquels rien de ce qui est humain ne fut étranger.

Un mal sournois terrassa JULES THURMANN le 25 juillet 1855, alors qu'il mûrissait le projet de maintes publications, dont l'une ou l'autre furent publiées comme œuvres posthumes.



Fig. 10

Tombe de Jules Thurmann et de son épouse Antoinette, née Blétry. On remarquera, sur l'arête supérieure du socle, des sculptures représentant des fossiles (ammonites, bélemnites, etc.). – Porrentruy, cimetière Saint-Germain.

Photogr. A. Perronne, octobre 1955

Fondateur de l'orographie jurassienne, pionnier de la phytosociologie, JULES THURMANN s'est élevé lui-même le plus beau des monuments par ses œuvres scientifiques puissantes et novatrices. Et, tandis que défilent sous vos yeux la pierre posée il y a cent ans sur sa tombe (fig. 10), et les attributs par lesquels on voulut symboliser sa carrière de savant, il nous plaît d'évoquer, une fois encore, cette extraordinaire personnalité qui ouvrit à la Science de tels horizons. Nous lui trouvons une majesté telle, que seule la gloire des couchants enflammés, de ces couchants qui ne veulent pas finir et auxquels nous assistons, muets et recueillis, du haut de nos promontoires rocheux, nous en donne le reflet, l'éclat, en même temps que la mesure.

Je déclare ouverte la 135e Session de la Société Helvétique des Sciences Naturelles.

Citations

(1) Voir: Actes de la S.H.S.N., 1853, p. 1 à 12.
(2) Ibidem, p. 3.
(3) Ibidem, p. 4.
(4) Ibidem, p. 5.
(5) Ibidem, p. 11.
(6) Il s'agit de l'ouvrage Recueil d'études et de travaux scientifiques, publié à l'occasion de la 135e Session de la S.H.S.N., et remis aux participants à celle-ci.
(7) J. BOURQUIN. Jules Thurmann, géologue et botaniste, 1804–1855. Porrentruy, 1937, p. 5.
(8) G. POTTIER-ALAPETITE. Recherches phytosociologiques et historiques sur la végétation du Jura central et sur les origines de la flore jurassique. Tunis, 1943, p. 14.
(9) J. BLÉTRY et J. JOACHIM. Un officier colmarien à l'expédition d'Egypte: Lettres du capitaine Thurmann (1798–1801). Revue d'Alsace, N° 510, Colmar, 1931.
(10) Ibidem, p. 26.
(11) J. THURMANN. Mémoire de famille.
(12) Ibidem.
(13) Ibidem.
(14) P.-O. BESSIRE. Le Jura, entité nationale. Le livre du centenaire. Société jurassienne d'Emulation. Porrentruy, 1947, p. 23.
(15) Ibidem, p. 23.
(16) Mémoire de famille.
(17) Ibidem.
(18) Essai sur les soulèvements. 1er cahier, p. 75.
(19) Ibidem, p. 75.
(20) P. VENDRYÈS. L'acquisition de la science. Paris, 1946, p. 162 à 163.
(21) Essai sur les soulèvements. 1er cahier, p. 2.
(22) Ibidem, p. 2.
(23) A. LALANDE. Vocabulaire technique et critique de la philosophie. Paris, 1947, p. 521.
(24) Essai sur les soulèvements. Ier cahier, p. 75.
(25) Ibidem, p. 40.
(26) Ibidem, p. 40.
(27) Ibidem, p. 42 à 43.
(28) Mémoire de famille.
(29) L. MEYLAN. Les humanités et la personne. Neuchâtel, 1939, p. 175.
(30) J. THURMANN. Essai sur les soulèvements jurassiques. 2e cahier, Porrentruy, 1836, p. 19.

(31) J. THURMANN. Résumé des lois orographiques des Monts-Jura, pour servir de prodrome à son second ouvrage sur ce sujet. Actes de la S.H.S.N., 1853, p. 280 à 292.
(32) Mémoire de famille.
(33) Résumé, etc., p. 283.
(34) Ibidem, p. 288.
(35) Ibidem, p. 292.
(36) Ibidem, p. 292.
(37) J. FAVRE et A. JEANNET. Le Jura. Guide géologique de la Suisse. Fasc. 1, 1934, p. 42.
(38) Ibidem, p. 55.
(39) Voir M. LUGEON. Une hypothèse sur l'origine du Jura. Bull. de la Soc. vaud. des sc. nat., vol. 61, 1941, p. 465 à 478.
(40) A. PERRONNE. Observations aérotectoniques en contradiction avec les théories actuelles sur la formation du Jura. Recueil d'études et de travaux scientifiques publié à l'occasion de la 135e Session de la S.H.S.N., Porrentruy, 1955, p. 23 à 45.
(41) Essai sur les soulèvements. 1er cahier, p. 77.
(42) Essai de phytostatique. Vol. I, p. VII.
(43) Cité d'après J. THURMANN. Essai de phytostatique. Vol. I, p. 89.
(44) Ibidem, p. 274.
(45) M. MOOR. L'étude de la végétation dans le Jura et en Ajoie. Recueil d'études et de travaux scientifiques publié à l'occasion de la 135e Session de la S.H.S.N. p. 195.
(46) Actes de la S.H.S.N. Porrentruy, 1853, p. 169 à 189.
(47) Ibidem, p. 181 à 182.
(48) Actes de la S.H.S.N. Porrentruy, 1853, p. 189 à 201.
(49) Ibidem, p. 190.
(50) Ibidem, p. 201.
(51) F. UNGER. Über den Einfluß des Bodens auf die Verteilung der Gewächse. Wien, 1836.
(52) J. BRAUN-BLANQUET. Pflanzensoziologie. Berlin, 1828, p. 136.

La culture des tissus végétaux : physiologie et nutrition

par

R.-J. GAUTHERET, Paris

Monsieur le Président, Mesdames, Messieurs,

Avant d'aborder le sujet de cette conférence, je tiens à vous dire la joie que j'éprouve à me trouver parmi vous et ma fierté d'être l'invité de votre société si réputée.

Cette joie, je la dois à la confiance de M. le président GUÉNIAT et à l'amitié de M. le professeur SCHOPFER. Qu'ils me permettent de leur exprimer ma gratitude.

Introduction

Le problème dont je vous parlerai a une origine lointaine. Il était en germe dans la théorie cellulaire telle qu'elle fut énoncée par SCHWANN et SCHLEIDEN au début du siècle dernier. Cette théorie, rappelons-le, considère la cellule comme l'unité fondamentale de tout organisme animal ou végétal. Elle affirme non seulement l'universalité de la structure cellulaire mais prévoit que la cellule doit être capable de vie autonome. Le premier point fut confirmé avec éclat par les histologistes de la période classique. Mais le second garda pendant près de soixante-dix ans le caractère d'un axiome inaccessible à toute vérification.

Quelques présomptions plaidèrent cependant en sa faveur. C'est ainsi que l'existence d'êtres unicellulaires prouvait l'autonomie physiologique de la cellule. Mais cette preuve était inapplicable au cas des organismes complexes pour lesquels les diverses fonctions indispensables à la vie sont séparées dans des cellules distinctes. On pouvait en effet se demander si la spécialisation des cellules ne limitait pas leurs possibilités d'autonomie. Pour répondre à cette question il aurait fallu séparer les cellules d'un organisme complexe et déceler leur faculté éventuelle de vie autonome. Cette expérience cruciale était irréalisable à l'époque à laquelle SCHLEIDEN et SCHWANN fondèrent les principes de leur doctrine. Elle le devint après l'établissement des principes de la microbiologie.

La première tentative de ce genre fut réalisée par le botaniste HABERLANDT. Dès 1902, il essaya de cultiver des fragments de feuilles, de racines et de tiges. Ses efforts échouèrent complètement car il s'était

adressé à des types cellulaires très différenciés, ayant définitivement perdu la faculté de se multiplier.

Son idée fut reprise par des chercheurs travaillant sur la cellule animale. En 1907, HARRISON parvint à entretenir pendant quelque temps la prolifération de fragments de tissus de grenouille et, cinq ans plus tard, ALEXIS CARREL réalisa pour la première fois la culture indéfinie de fibroblastes de poulet. Ce succès suscita un enthousiasme très vif et de nombreux chercheurs s'engagèrent dans la voie ainsi ouverte. La culture des tissus animaux amorça alors sa puissante expansion. Ce succès incita les botanistes à intensifier leurs propres efforts. Mais, une fois encore, ils travaillèrent en vain, et vers 1921, aucune solution n'était en vue. C'est alors qu'un savant américain, ROBBINS, commença à entrevoir la voie qui, quinze ans plus tard, devait conduire au succès. Il comprit que la culture des tissus ne pourrait être réalisée qu'en s'adressant à des cellules méristématiques, c'est-à-dire à des éléments qui, dans la plante, prolifèrent avec activité.

Les méristèmes les plus facilement accessibles sont les points végétatifs qui constituent des massifs de petites cellules localisés aux extrémités des tiges et des racines. Par leur fonctionnement ordonné ils assurent la croissance en longueur et la ramification des organes de la plante (fig. 1).

C'est à ces points végétatifs que ROBBINS s'adressa; son effort principal porta sur la réalisation de cultures de racines. Il isola des extrémités de racines et les plaça dans un milieu nutritif très simple contenant des sels minéraux et du glucose; ces extrémités de racines s'accroissaient rapidement et se ramifiaient. Pour prolonger la durée des cultures, ROBBINS entreprit de les repiquer en sectionnant les méristèmes d'une racine ayant été cultivée pendant quelque temps et en les transportant dans des milieux neufs. Il parvint ainsi à prolonger l'activité de ses cultures mais celle-ci cessait néanmoins au bout de quelques mois. En 1934, WHITE reprit ces essais et parvint à obtenir pour la première fois le développement illimité des racines isolées.

Les expériences de ROBBINS et de WHITE, malgré leur intérêt, n'avaient pas résolu le problème de la culture des tissus végétaux. En effet, les extrémités de racines cultivées par ces savants fournissaient toujours des organes possédant une morphologie et une structure bien définies.

Pour obtenir de véritables cultures de tissus nous avons eu recours à un autre type de méristème que celui constituant les points végétatifs. Ce second méristème se rencontre principalement chez les Dicotylédones et les Gymnospermes où il constitue, dans la profondeur de la tige et de la racine, de vastes nappes cylindriques appelées cambiums (fig. 1). Pour distinguer le cambium, arrachons par exemple l'écorce d'un arbre, lambeau par lambeau. On parvient bientôt à un tissu incolore, mou, gorgé d'eau, étroitement appliqué contre le bois qui est résistant et plus sec. Ce tissu délicat représente le cambium de l'arbre. C'est lui qui prolifère pendant la belle saison, produisant chaque année vers l'extérieur une

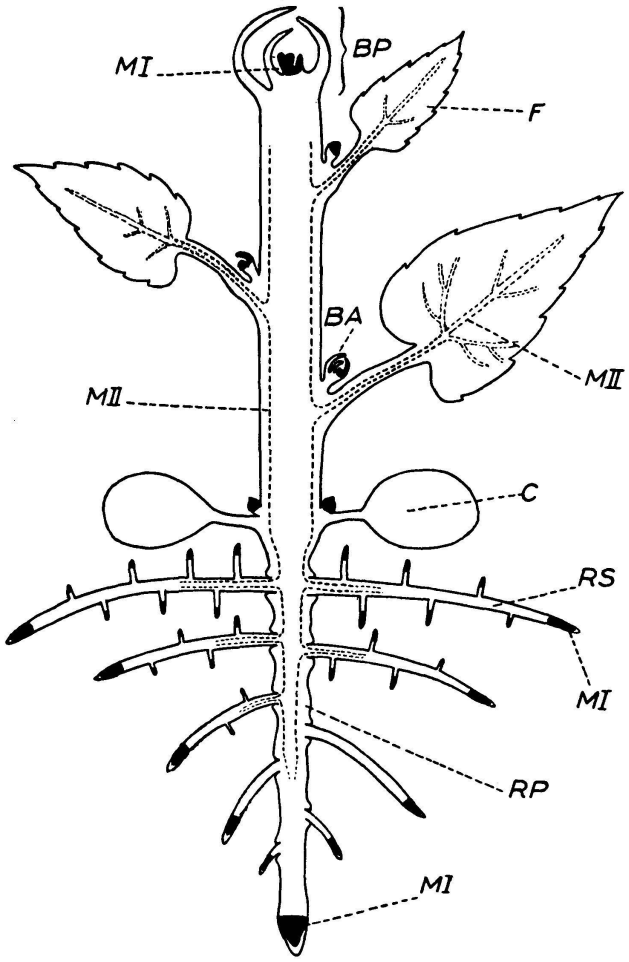


Fig. 1 Schéma d'un végétal vasculaire (Dicotylédone)

Les extrémités des racines et des tiges ainsi que les bourgeons axillaires sont occupés par des massifs méristématiques primaires (M I) qui assurent l'accroissement en longueur et la ramification de la plante. Tous les organes renferment en outre un méristème secondaire (M II) qui s'organise plus ou moins tardivement au sein des tissus primaires. La prolifération de ce méristème secondaire assure la croissance en épaisseur.

B P: bourgeon principal
B A: bourgeon axillaire
F: feuille
C: cotylédon
R P: racine principale
R S: racine secondaire

mince couche de tissu conducteur de la sève élaborée auquel on donne le nom de liber et vers l'intérieur une couche de bois tendre qui s'ajoute aux assises des années précédentes. Ce méristème ne se rencontre pas seulement dans les arbres mais aussi dans les tubercules, les lianes et les tiges herbacées banales des Dicotylédones et des Gymnospermes.

En isolant des fragments de troncs d'arbres ou de tubercules contenant des cellules cambiales nous avons pu obtenir une prolifération désordonnée aboutissant à de véritables cultures de tissus. Par la suite nous avons constaté que certains parenchymes de racines formés de cellules peu différenciées, analogues aux éléments conjonctifs des animaux, pou-

vaient être cultivés de la même manière que les cambiums. Signalons que WHITE a constaté que des cultures de tissus pouvaient être également obtenues à partir de diverses tumeurs produites par des Dicotylédones.

Ces travaux préliminaires suscitèrent de nombreuses vocations. L'une des plus fécondes fut celle de notre élève MOREL qui généralisa la méthode des cultures de tissus à des plantes très diverses appartenant aux groupes des Dicotylédones, des Gymnospermes, des Monocotylédones et même des Ptéridophytes.

Caractères morphologiques des cultures de tissus végétaux

Lorsqu'on met en culture un fragment d'organe, il se développe pour donner des protubérances parenchymateuses (fig. 2) et parfois encore des bourgeons ou des racines.

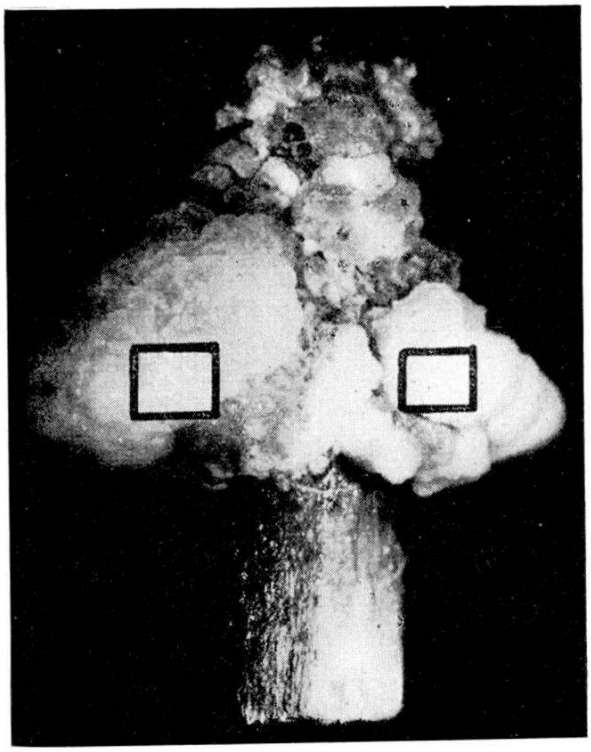


Fig. 2 Culture de cambium de saule âgée de deux mois

L'explantat a proliféré pour donner une volumineuse protubérance. Les régions circonscrites par les rectangles correspondent aux parties que l'on doit prélever lors du repiquage de la culture.

La prolifération est très intense au début de la culture puis elle se ralentit au bout de trois à quatre mois et finalement les tissus se nécrosent. Pour prolonger l'activité des cultures il faut procéder à leur repiquage, c'est-à-dire prélever sur l'explantat un fragment de tissus en voie de croissance rapide (fig. 2) et le transporter dans un milieu neuf.

Le fragment ainsi repiqué s'accroît en tous sens pour donner une masse compacte (fig. 3) ou prolifère seulement sur ses bords pour

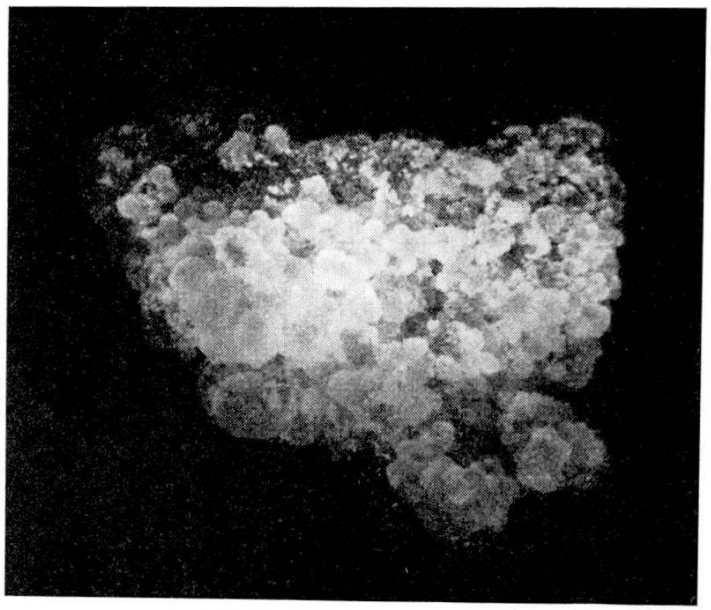


Fig. 3 Culture de tissus de carotte âgée de deux mois provenant d'une souche de 18 ans (106e repiquage)

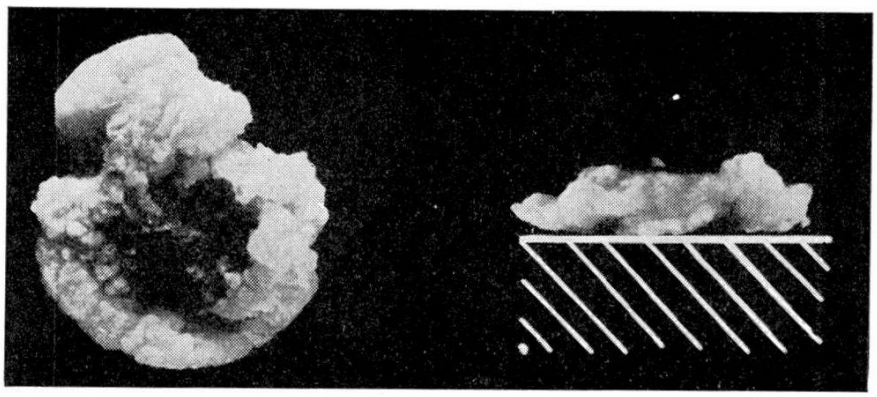


Fig. 4 Culture de tissus d'aubépine âgée de 45 jours provenant d'une souche de six ans (38e repiquage)

A droite, colonie vue de profil. Le milieu de culture est représenté par des traits hachurés. A gauche, colonie vue de face. On constate que l'explantat s'est développé à la manière d'une colonie de levures pour donner un disque aplati.

donner un disque aplati s'étalant à la surface du milieu de culture (fig. 4). La taille de ces colonies peut être considérable. En employant de grands récipients renfermant deux à trois litres de milieu nutritif, on peut obtenir des colonies géantes pesant plusieurs centaines de grammes. Les cultures peuvent se développer indéfiniment si l'on pratique des repiquages à intervalles réguliers. Nous entretenons de nombreuses souches tissulaires depuis plus de dix ans. La plus ancienne (fig. 3) est actuellement âgée de 18 ans.

L'étude anatomique des colonies révèle deux types de structure. Parfois elles sont faites d'une masse parenchymateuse entièrement homo-

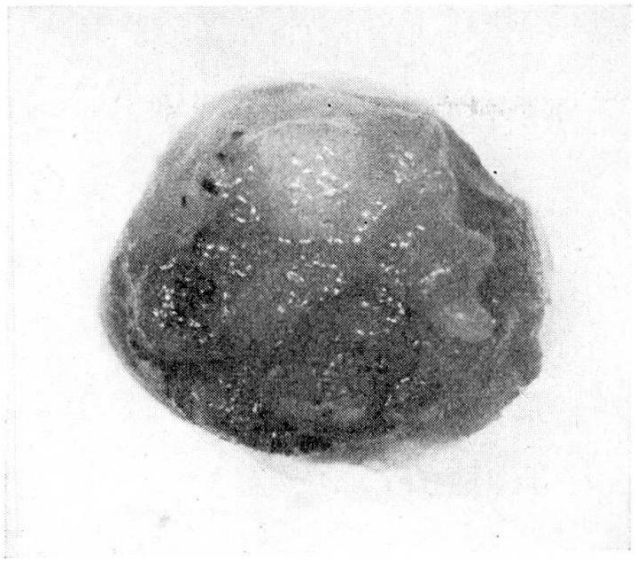


Fig. 5 Culture de tissus de crown-gall de vigne

La colonie est faite d'un tissu mou entièrement translucide.

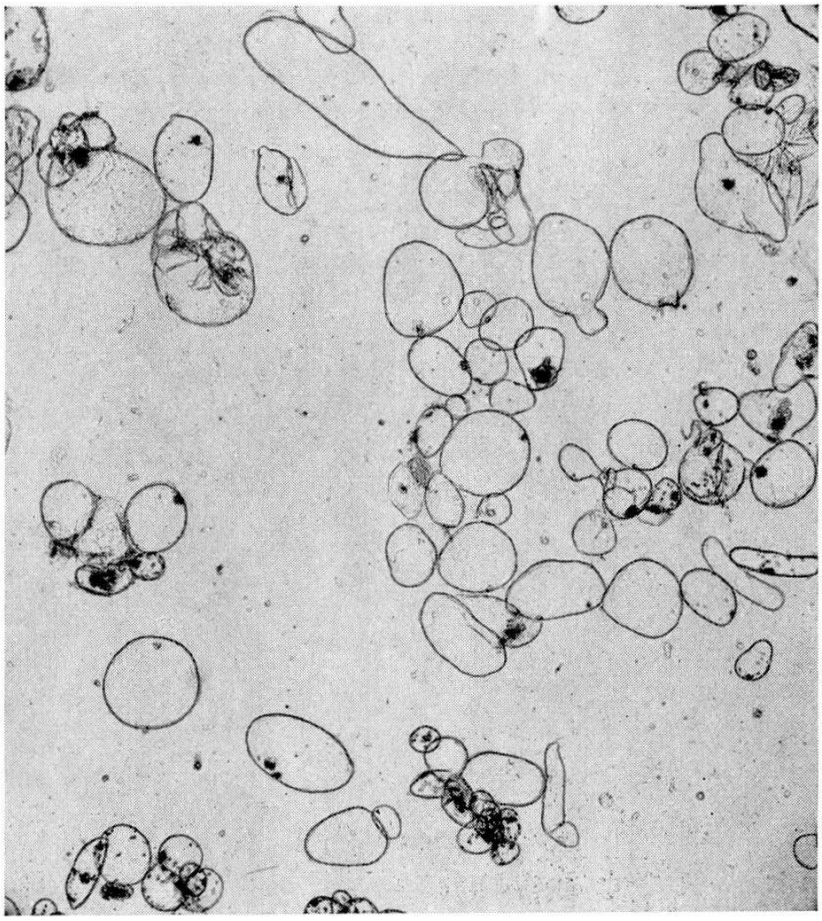


Fig. 6 Structure d'une colonie de tissus de crown-gall de vigne

La colonie a été légèrement écrasée; on constate qu'elle est faite de cellules complètement indépendantes.

gène. Mais le plus souvent il apparaît au sein du parenchyme fondamental des cellules cambiales qui produisent des cellules libériennes ou des trachéides plus ou moins bien différenciées. Dans ce cas, les colonies ont donc une structure hétérogène. Certaines colonies présentent enfin l'aspect d'une sorte de purée et leur examen microscopique montre qu'elles sont faites de cellules entièrement isolées les unes des autres (fig. 5 et 6).

La nutrition des cultures de tissus végétaux

Les milieux employés pour la culture des tissus végétaux sont très simples et parfois même entièrement synthétiques. Ils renferment de l'eau, des sels minéraux, un sucre et généralement une ou plusieurs substances capables d'exciter la multiplication des cellules. Ils sont presque toujours solidifiés par de la gélose qui assure une ambiance colloïdale favorable au développement des tissus. Nous allons examiner les principaux éléments nutritifs de ces milieux.

Sels minéraux

Les fondateurs de la culture des tissus végétaux ont obtenu de bons résultats en utilisant comme milieu minéral l'une des solutions de macroéléments employées pour la culture des plantes entières; solution de KNOP, solution d'USPENSKI, etc. Ces solutions étaient additionnées de quelques microéléments. Des recherches ultérieures ont suggéré d'apporter quelques retouches à leur composition. Les plus étendues entreprises par HELLER ont abouti à la mise au point d'une solution minérale qui permet d'obtenir une prolifération deux à trois fois supérieure à celle procurée par les anciens milieux.

Cette solution a la composition suivante:

Solution minérale d'Heller

Macroéléments (en milli-ions-grammes par litre)		Microéléments (en grammes par cc.)	
NO_3^-	: 7,1	Fe	: 2.10^{-7}
K^+	: 10,0	B	: $1{,}8.10^{-7}$
Ca^{++}	: 0,51	Mn	: $2{,}5.10^{-8}$
Mg^{++}	: 1,03	Zn	: $2{,}3.10^{-8}$
SO_4^{--}	: 1,03	Cu	: $7{,}7.10^{-9}$
$PO_4H_2^-$	: 0,91	Ni	: $7{,}5.10^{-9}$
Na^+	: 8,0	I	: $7{,}6.10^{-9}$
Cl^-	: 11,0	Al	: $7{,}5.10^{-9}$

La suppression de l'un quelconque des six premiers macroéléments provoque la mort des cultures au bout d'un à deux passages. Par contre les deux derniers, c'est-à-dire Na et Cl ne sont pas indispensables

mais favorisent légèrement le développement des cultures. Quant aux microéléments certains sont essentiels. La suppression de l'un quelconque des cinq premiers provoque la mort au bout de trois à cinq passages. Ce résultat fourni par des essais entrepris sur des cultures de tissus est important car jusqu'à présent la nécessité absolue des microéléments n'avait pu être vraiment démontrée, du moins dans le cas des plantes supérieures. Quant aux trois derniers microéléments, leur présence exalte simplement la multiplication des cellules et l'on peut les supprimer sans inconvénient.

Sucres

Les colonies tissulaires n'élaborent généralement pas de chlorophylle ou lorsqu'elles en produisent c'est en quantité si faible qu'elles ne sont que partiellement autotrophes. Il faut donc leur fournir une source organique de carbone. Les plus efficaces sont le glucose ou le saccharose. Mais certains tissus sont capables d'utiliser des formes de carbone un peu inattendues par exemple du glycérol ou même de l'amidon (NICKELL). En suivant les transformations glucidiques qui s'opèrent au sein des tissus, GORIS a constaté qu'il existe un équilibre à peu près indépendant de la nature du sucre fourni comme aliment. Ainsi, les tissus de carotte renferment un mélange de saccharose, de fructose et de glucose qui reste invariable que ce soit l'un ou l'autre de ces trois sucres qu'on mette à leur disposition. Les cellules isomérisent donc les sucres sans difficulté.

Signalons enfin que l'équilibre glucidique intracellulaire peut être déplacé par certains stimulants de la multiplication cellulaire tels que les auxines et le lait de coco ou par certaines substances inhibitrices comme l'hydrazide maléique.

Substances stimulantes

Certains tissus normaux, par exemple le tissu cambial de carotte ou de ronce et la plupart des tissus tumoraux sont capables de proliférer dans un milieu dépourvu de tout facteur de croissance et ne contenant donc comme éléments nutritifs que des sels minéraux et un sucre. Mais le plus souvent, on est obligé d'avoir recours à diverses substances organiques qui stimulent électivement la multiplication cellulaire. Ces substances sont, soit des composés définis, soit des produits naturels dont la composition est encore mal connue.

Substances définies

Les plus importantes sont les auxines. Leur utilisation a joué un rôle décisif dans la réalisation des premières cultures de tissus normaux. En principe elles sont indispensables à tous les tissus de Dicotylédones. Ceux qui semblent pouvoir s'en passer sont en réalité autotrophes à leur égard c'est-à-dire qu'ils en élaborent eux-mêmes une quantité suffisante

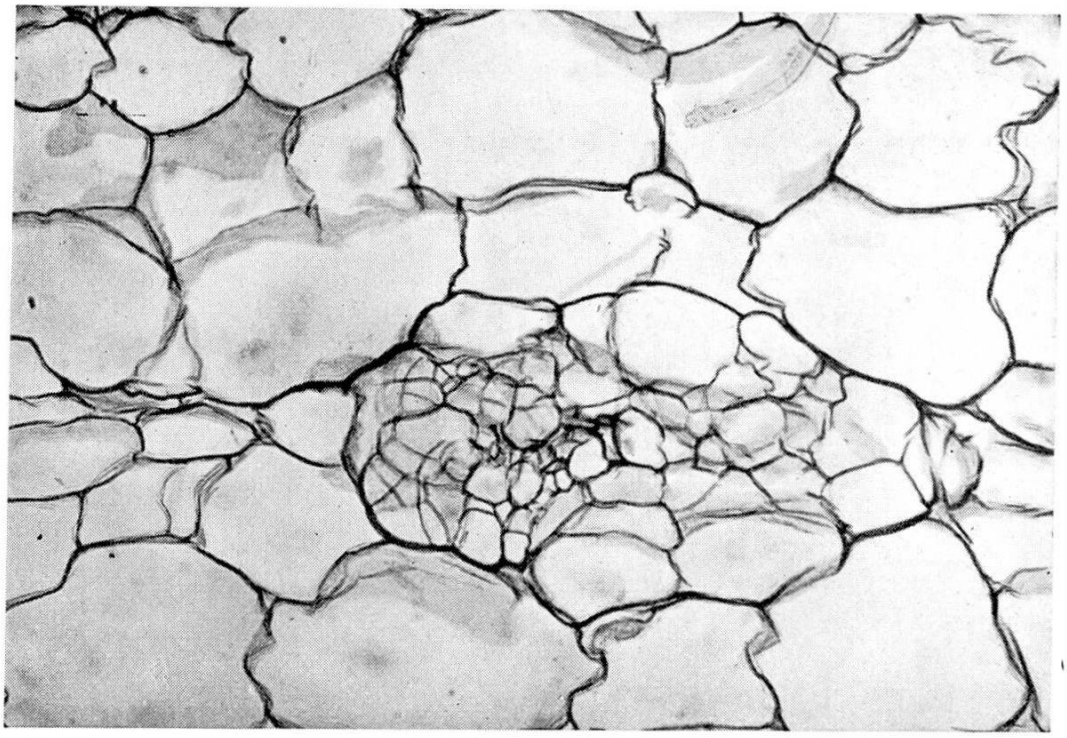


Fig. 7 Coupe pratiquée dans un fragment de phloème de carotte ayant été cultivé dans un milieu contenant 10^{-7} d'acide indole-acétique

Certaines cellules parenchymateuses se sont multipliées pour donner des massifs de petits éléments méristématiques.

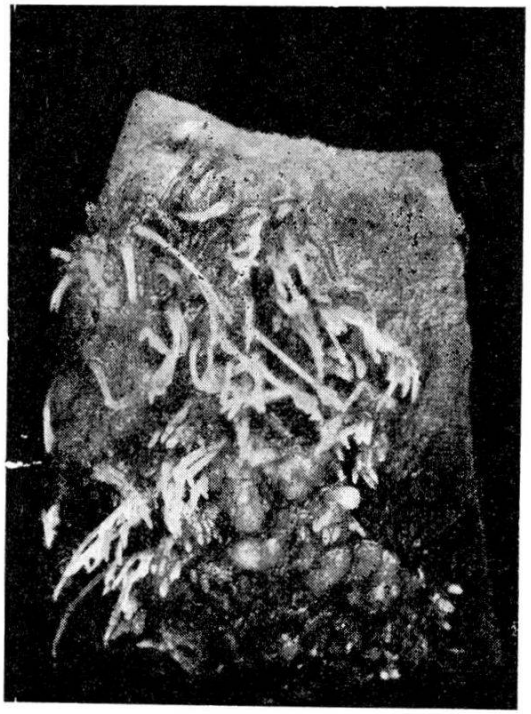


Fig. 8 Fragment de phloème de carotte ayant été cultivé dans un milieu contenant 10^{-6} d'acide indole-acétique

On constate que l'auxine a provoqué la formation de nombreuses racines.

pour qu'il soit inutile de leur en fournir (KULESCHA). Les auxines les plus employées pour les cultures de tissus sont l'acide indole-acétique et surtout l'acide naphtalène-acétique. Leur maniement est assez délicat car leur mode d'action varie selon la dose. Si l'on cultive par exemple des tissus de carotte dans un milieu contenant de l'acide indole-acétique à la dose de 10^{-8} à 10^{-7} on observe une stimulation de la prolifération cellulaire (fig. 7). Si l'on emploie une dose plus forte de l'ordre de 10^{-6}, on constate que l'auxine devient rhizogène et provoque la formation de nombreuses racines (fig. 8). Une dose encore plus forte de l'ordre de 10^{-5} à 10^{-4} détermine enfin un accroissement des cellules dans toutes les directions ce qui entraîne une dissociation plus ou moins complète des tissus (fig. 9). Pour obtenir des cultures durables, il faut donc choisir la dose d'auxine qui provoque électivement la multiplication cellulaire.

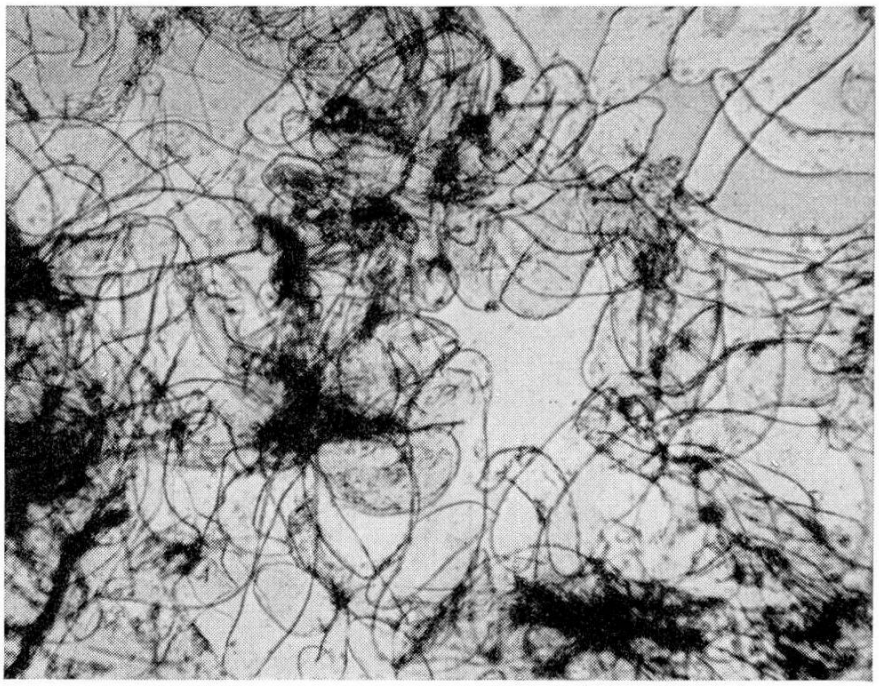


Fig. 9 Fragment de phloème de carotte ayant été cultivé dans un milieu contenant 10^{-5} d'acide indole-acétique

Les cellules de l'explantat se sont dissociées et gonflées en tous sens.

Les vitamines favorisent également la prolifération des cultures de tissus végétaux, NICKELL a par exemple constaté que la vitamine B_1 est indispensable au développement des tissus d'oseille. Mlle PARIS a remarqué que dans d'autres cas cette vitamine exerce une action stimulante sans être nécessaire. Il en est de même de l'acide pantothénique (fig. 10) à l'égard des tissus d'aubépine (MOREL) et de saule. En pratique on utilise des mélanges complexes renfermant jusqu'à dix vitamines sans savoir la part qui revient à chacune d'elles dans les stimulations qu'on observe. Comme dans le cas des auxines, les vitamines qui paraissent inutiles sont élaborées en quantité appréciable par les tissus.

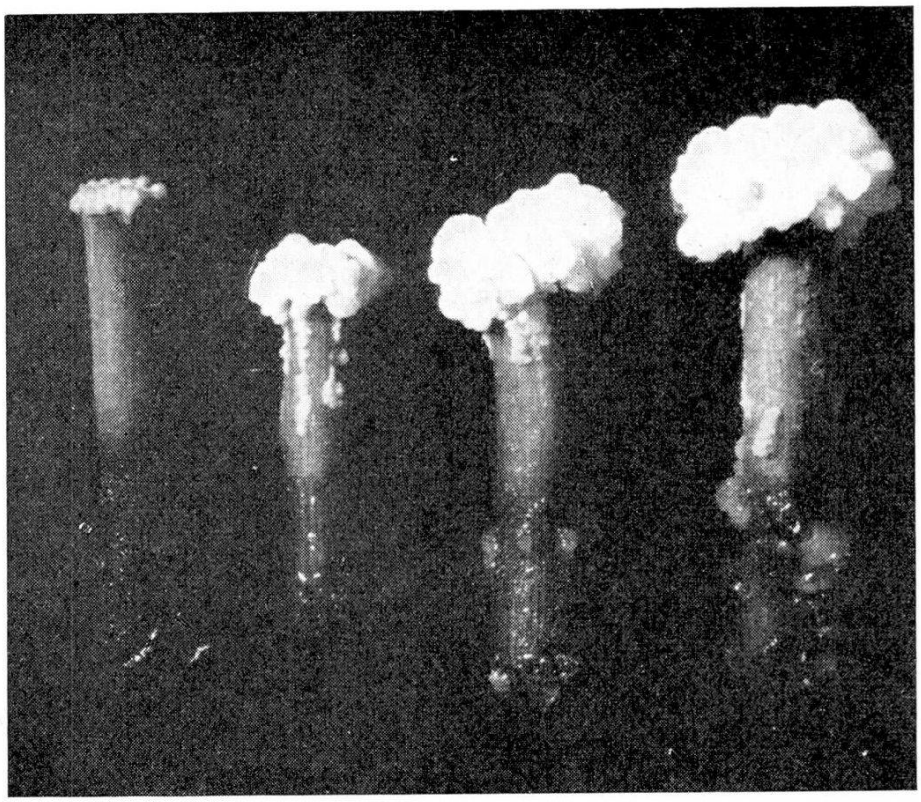


Fig. 10 *Action de l'acide naphtalène-acétique et de l'acide pantothénique sur le développement de fragments de tiges d'aubépine*

De gauche à droite, fragments cultivés: 1° dans un milieu sans facteur de croissance, 2° en présence de $5,10^{-7}$ d'acide pantothénique, 3° en présence de $5,10^{-7}$ d'acide naphtalène-acétique, 4° dans un milieu contenant à la fois ces deux substances. L'action stimulante de l'acide pantothénique se manifeste nettement. (D'après Morel).

On se sert enfin d'amino-acides et de bases organiques. Isolément ces substances sont peu actives mais elles manifestent souvent des phénomènes de synergie lorsqu'on les associe à des vitamines ou à certains produits naturels extraits du lait de coco.

Substances indéfinies

Les fondateurs de la culture des tissus animaux avaient pensé avec raison que le tissu embryonnaire devait contenir les facteurs de la multiplication cellulaire. Ce principe fut appliqué aux végétaux par VAN OVERBEEK, CONKLIN et BLAKESLEE. Ils pensèrent que l'albumen liquide de la noix de coco qui est en réalité un embryon devait posséder des propriétés stimulantes. Leur idée était exacte car ce liquide favorise le développement des embryons isolés et celui des cultures de tissus de Dicotylédones (CAPLIN et STEWARD). Il agit également d'une manière remarquable sur les tissus de Monocotylédones (MOREL) et, fait curieux, il sti-

mule la prolifération des tissus tumoraux (fig. 11) qui sont insensibles aux auxines (DUHAMET).

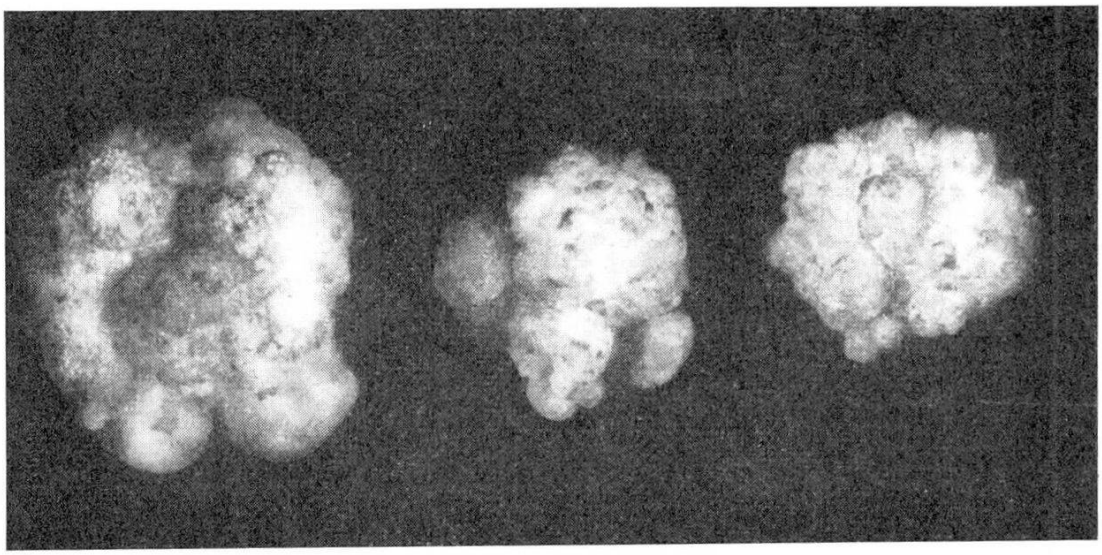


Fig. 11 Action du lait de coco sur le développement des tissus de crown-gall de scorsonère

A droite, colonie cultivée dans un milieu dépourvu de facteurs de croissance. Au milieu, colonie cultivée en présence de 10^{-6} d'acide indole-acétique. A gauche, colonie cultivée sur un milieu contenant 15% de lait de coco.

A la suite de recherches extraordinairement délicates qui forcent l'admiration, SHANTZ et STEWARD sont parvenus à isoler les substances contenues dans le lait de coco. Ces substances sont au moins au nombre de quatre. Elles n'ont aucune activité propre mais manifestent un pouvoir stimulant considérable lorsqu'on les associe à un mélange d'amino-acides sous forme d'hydrolysat de caséine. Deux ont pu être identifiées: il s'agit de la 1-3-diphénylurée et d'une leucoanthocyane. Ces travaux ont suggéré de faire agir divers extraits végétaux sur des cultures de tissus.

On a ainsi découvert les propriétés stimulantes des jeunes albumens de maïs, d'orge, d'avoine, etc., d'extraits de divers fruits: tomate, orange, raisin, *Artocarpus*, etc. et de graines: noix, *Aesculus*, *Allanblackia*, etc. Les substances stimulantes contenues dans ces extraits n'ont pu être identifiées à l'exception de celle des graines d'*Aesculus* qui, d'après SHANTZ et STEWARD, serait une leucoanthocyane analogue à celle du lait de coco.

Variations des besoins en facteurs de croissance

Les besoins en facteurs de croissance ne sont pas fixes pour un tissu donné, mais on observe très souvent des variations.

Il se peut qu'un tissu devienne plus exigeant au cours de la culture. L'exemple le plus net de ce type de modification est fourni par les tissus normaux de topinambour ou de scorsonère. Ces tissus s'accroissent lentement dans un milieu ne contenant d'autres facteurs de croissance qu'une

auxine. Si on les repique dans une solution nutritive additionnée de lait de coco, leur prolifération s'accélère mais si on les reporte ultérieurement sur le milieu primitif leur développement cesse aussitôt. Les tissus ayant subi l'action du lait de coco ne peuvent donc plus s'en passer.

En réalité, les augmentations de besoins nutritifs sont assez rares. Le phénomène inverse est au contraire très fréquent. Il constitue notamment un caractère essentiel des transformations tumorales. On constate en effet que les tissus de crown-gall de scorsonère, de topinambour, etc. sont capables de proliférer sans auxine, alors que les tissus normaux correspondants exigent une substance de ce type. Cette modification est due à l'action transitoire d'une bactérie spécifique l'*Agrobacterium tumefaciens* et persiste après que celle-ci a disparu des tissus.

Les tissus tumoraux d'origine virologique, par exemple, ceux des tumeurs provoquées par le virus *Aureogenus magnivena*, et les tissus tumoraux d'origine génétique tels que ceux des néoplasmes produits spontanément par l'hybride *Nicotiana glauca* × *N. langsdorffii* présentent le même caractère. Ici encore les cellules qui subissent la transformation tumorale deviennent autotrophes à l'auxine.

Un phénomène identique peut être obtenu lorsqu'on cultive des tissus normaux. Il arrive que des colonies normales plus ou moins complètement hétérotrophes à l'auxine soient capables au bout de quelques repiquages de se passer de substances de ce type et deviennent même tout à fait insensibles à l'égard de leurs propriétés stimulantes. Nous avons donné à cette transformation le nom d'anergie à l'auxine (du grec *αν*: privatif et *εργ* action). Cette autotrophie à l'auxine n'est d'ailleurs qu'un des aspects du phénomène d'anergie, car les tissus anergiés diffèrent des tissus normaux par d'autres caractères; c'est ainsi qu'ils sont translucides et friables et sont généralement incapables de produire des organes. Ils présentent des propriétés tumorales indéniables qui s'expriment par le fait qu'ils produisent des tumeurs lorsqu'on les greffe sur des plantes saines.

On connaît encore d'autres cas de réduction des besoins nutritifs concernant par exemple les vitamines. C'est ainsi que les tissus de saule qui ont besoin d'acide pantothénique au début de la culture, sont capables de s'en passer après avoir subi quelques repiquages.

Je bornerai là cet exposé qui, vous avez pu vous en rendre compte, a négligé de nombreux aspects de la culture des tissus végétaux. C'est qu'en effet son domaine est devenu si vaste qu'il n'est pas possible d'en donner brièvement une vue d'ensemble. Je souhaite que le choix que j'ai dû faire parmi d'innombrables résultats ait cependant précisé d'une manière suffisante les lignes essentielles et les possibilités de ce nouveau chapitre de la biologie végétale.

Elektronische Rechenautomaten als Beispiel zur allgemeinen Kybernetik

Von

Prof. E. Stiefel

Institut für angewandte Mathematik der ETH

Wenn jemand an einer Straßenecke ein Zwanzigrappenstück in einen Automaten wirft, um eine gewünschte Ware in Empfang zu nehmen, so denkt er wohl kaum daran, daß er damit den primitivsten Vertreter einer Entwicklungsreihe vor sich hat, die weiter über automatische Telephonzentralen, automatische Piloten von Flugzeugen und moderne elektronische Rechenmaschinen vielleicht hinauf bis zu den lebenden Organismen führt. Alle diese Einrichtungen tragen folgende gemeinsame Züge:

Auf einen äußern Reiz her, genannt Eingang oder *input* (Einwerfen des Geldstücks), wird eine Kette von mechanischen, elektrischen oder physiologischen Vorgängen ausgelöst, die ohne Beeinflußbarkeit von außen abläuft und nach einem gewissen Zeitverzug zu einem Resultat, dem Ausgang oder *output*, führt. Derselbe Automat ist dabei oft verschiedener Abläufe fähig, von denen einer vorher durch ein *Programm* ausgewählt werden kann. Bei unserem Warenautomaten zum Beispiel kann der output wahlweise eine Tafel Schokolade oder eine Schachtel Zigaretten sein.

In struktureller Hinsicht besteht ein Automat aus vielen gleichartigen, aber einfachen Elementen. In einer Telephonzentrale finden wir viele identische elektrische Schalter (Relais, Schrittschalter) und in einem Lebewesen viele gleichgebaute Nervenzellen. Es genügt für uns, von Feinheiten abzusehen und anzunehmen, daß jedes dieser Elemente nur zwei Zustände annehmen kann, die wir mit 0 und | bezeichnen. Ein Schalter steht entweder auf «ein» (|) oder «aus» (0), ein Neuron, d. h. eine Nervenzelle gibt entweder einen Reiz ab (|) oder nicht (0). Das Abgeben eines Reizes durch ein Neuron bezeichnen wir auch als «feuern». Die Vielfalt der Programme, nach denen ein Automat ablaufen kann, ist einzig bedingt durch die große Zahl von Elementen und durch die Mannigfaltigkeit der zwischen ihnen herstellbaren Verbindungen, die durch mechanische Kupplungen und Getriebe, durch elektrische Drähte oder – im physiologischen Fall – durch Nerven realisiert sind.

Die ziemlich alte Wissenschaft vom Bau von Automaten wird neuerdings als Kybernetik oder Steuermannskunst bezeichnet. Hier finden wir Logistik, Mathematik, Elektronik und Servotechnik und schließlich Neurophysiologie bei der Zusammenarbeit. Wir könnten unsere Terminologie irgend einem dieser Wissensgebiete entlehnen. Wenn wir im folgenden eine physiologische Terminologie benutzen, so soll dies nicht die Vorstellung erwecken, daß die geschilderten Vorgänge, zum Beispiel im menschlichen Gehirn, wirklich so ablaufen. Die physiologische Sprache ist vielmehr ganz besonders konstruktiv und setzt die zweifellos vorhandene Analogie zwischen den Automatismen in Maschinen und in lebenden Organismen in Evidenz.

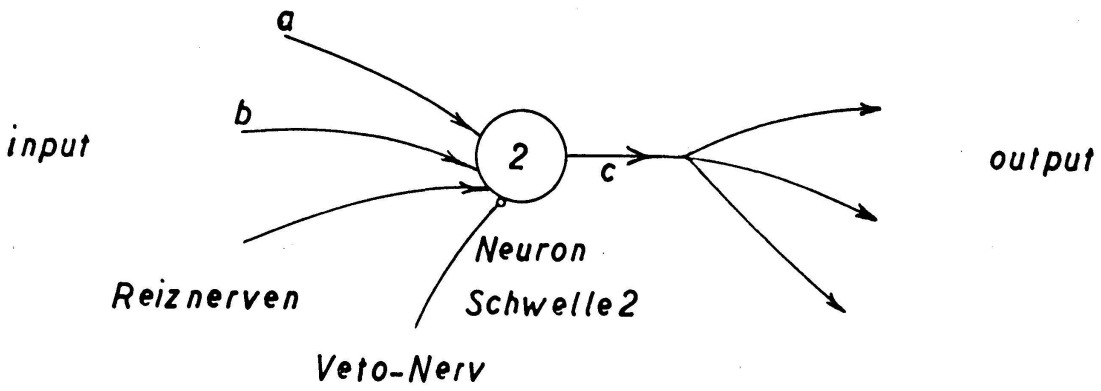


Fig. 1

In funktioneller Hinsicht soll unser Neuron folgendermaßen arbeiten (Fig. 1). Es wird in seiner Ruhe aufgeschreckt, wenn die ankommenden Nerven *a*, *b*, usw. Reize führen. Es soll nach einem Zeitverzug diesen Reiz in den output *c* weiterleiten, falls eine gewisse Reizschwelle erreicht oder überschritten wird. Um genauer erklären zu können, haben wir in Fig. 1 ein Neuron mit der Schwellenzahl 2 gezeichnet. Dieses Neuron feuert dann, und nur dann, wenn mindestens zwei der input-Nerven gleichzeitig reizen. Nehmen wir etwa an, daß die Nerven *a*, *b* Reize führen können, aber der dritte gezeichnete Nerv stilliegt, so kann also das Funktionieren des Neurons durch folgende Tabelle charakterisiert werden.

Input		Output
a	b	
0	0	0
0	I	0
I	0	0
I	I	I

Der Logistiker erkennt hier die logische Verknüpfung «und» des Aussagenkalküls. Im output tritt eben ein Impuls auf, wenn *a und b* Impulse führen. Ein Neuron mit der Schwellenzahl 1 entspricht der logischen Verknüpfung «oder». Allgemein feuert ein Neuron mit der Schwellenzahl n dann (und nur dann), wenn mindestens n ankommende Nerven reizen.

Das Neuron wird außerdem durch Vetonerven gesteuert, indem ein in einem Vetonerv eintreffender Reiz das Feuern des Neurons unter allen Umständen verhindert. Logisch ist dies natürlich einfach die Negation. Von einem hochgezüchteten Automaten werden wir nun verlangen müssen, daß erstens in seinen Nerven beliebig komplizierte Information weitergeleitet werden kann und daß zweitens aus den eben besprochenen elementaren Verknüpfungen von Informationen durch ein einzelnes Neuron sich beliebig komplizierte Verknüpfungen aufbauen lassen, also zum Beispiel die arithmetischen Operationen der Addition und Multiplikation.

Beim ersten Wunsch brauchen wir nicht zu verweilen. In der Tat ist es ja jedermann geläufig, daß eine gegebene Mitteilung in Morseschrift geschrieben werden kann, also mit Hilfe der beiden einzigen Zeichen «Punkt» und «Strich» ausdrückbar ist. Wir verwenden statt dessen hier unsere Zeichen 0 und I. Zum Beispiel schreibt man die Dezimalzahlen von 0 bis 9 zweckmäßig folgendermaßen, jede als Gruppe von vier Zeichen (Tetrade). Man denke sich jedes Gewicht von 0 bis 9 kg zusammengesetzt mit Hilfe eines Satzes von vier Gewichtssteinen, die 1, 2, 4 und 8 kg wiegen. Dann erhält man folgende Tabelle.

	Gewichte			
	8	4	2	1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	I
2	0	0	I	0
3	0	0	I	I
4	0	I	0	0
5	0	I	0	I
6	0	I	I	0
7	0	I	I	I
8	I	0	0	0
9	I	0	0	I

Zum Beispiel 7 setzt sich zusammen aus einem Einer, einem Zweier, einem Vierer und Null Achtern. Wie man sieht, kommt man mit den Zeichen I und 0 aus, je nachdem, ob der betreffende Gewichtsstein benutzt werden muß oder nicht. Dieses sogenannte Dualsystem ist besonders zweckmäßig, da man mit den Tetraden leicht rechnen kann.

Was den zweiten Wunsch – die Verarbeitung von Informationen – betrifft, so muß erwähnt werden, daß die Logistiker sehr genau untersucht haben, welche Resultate man aus gegebenen Größen rein durch öftere Anwendung der Grundverknüpfungen «und», «oder», «nein» bilden kann. Es handelt sich um den sogenannten Aussagenkalkül in der Ter-

minologie des bekannten Büchleins von HILBERT und ACKERMANN[1]. Es liegt auf der Hand, daß die Gesamtheit der erreichbaren Resultate nur einen Teil dessen ausmacht, was wir vom menschlichen Denken her gewohnt sind. Zum Beispiel ist dem Automaten der Begriff des Kontinuums völlig fremd, er ist *ex definitione* diskret organisiert. (Ein Kontinuum ist zum Beispiel die Menge aller Punkte einer Strecke.) Oder, um es mathematisch auszudrücken, ein Automat kann mit 10stelligen Zahlen rechnen. Da jede Dezimale als Tetrade geschrieben wird, braucht man dann pro Zahl 40 Zeichen. Aber kein Automat kann mit beliebig vielstelligen Zahlen rechnen. Jedes Rechenresultat ist daher mit Rundungsfehlern behaftet.

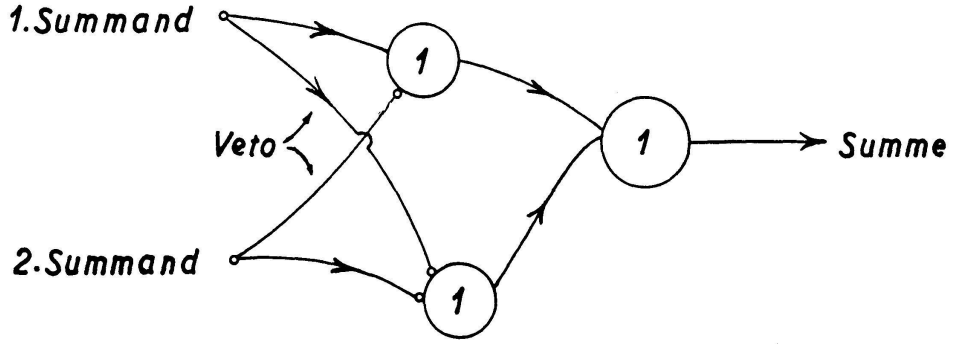


Fig. 2

Immerhin umfaßt die Gesamtheit der erreichbaren Resultate die elementare Arithmetik, wie nun gezeigt werden soll. Um zwei Tetraden zu addieren, benutzt man die geläufige Methode der schriftlichen Addition unter Beachtung der Regeln:

0+0 = 0, 0+I = I, I+0 = I, I+I = 0 und Übertrag auf die vorhergehende Stelle.

Also etwa 4+5	4 = 0 I 0 0
	5 = 0 I 0 I
Überträge	I
Resultat	I 0 0 I = 9
oder 2+7	2 = 0 0 I 0
	7 = 0 I I I
Überträge	I I
Resultat	I 0 0 I = 9

Um unseren Beweis zu Ende zu führen, müssen wir nur zeigen, daß die Additionsregeln durch Neuronen realisiert werden können. Figur 2 zeigt eine mögliche Schaltung, die aus drei Neuronen mit der Schwellenzahl eins besteht, wobei allerdings der Übertrag aus Gründen der Übersicht außer acht gelassen wurde. In der Tat: Ist etwa der obere Summand I

[1] D. HILBERT, W. ACKERMANN: Grundzüge der theoretischen Logik, 2. Aufl. Berlin 1938.

und der untere 0, so feuert das obere Neuron, und sein auslaufender Reiz veranlaßt das rechte Neuron zum Feuern, so daß dessen output 1 wird (0+1 = 1). Sind aber beide Summanden 1, so verhindern die Vetonerven jede Tätigkeit (1+1 = 0). Sind endlich beide Summanden 0, so kommen überhaupt keine Reize an (0+0 = 0).

Um endlich Automaten zu bauen, müssen Neuronen durch mechanische oder elektrische Elemente realisiert werden. Eine naheliegende Möglichkeit ist die Doppeltriode, d. h. eine Elektronenröhre mit zwei Gittern. Die ankommenden Reize sind hier die Spannungen an den Gittern, welche den Anodenstrom als output steuern. Aber auch Kristalldioden und Transistoren lassen sich verwenden. Es ist wohl klar, daß die so geschaffene Technik äußerst flexibel ist, indem durch einfaches Zu-

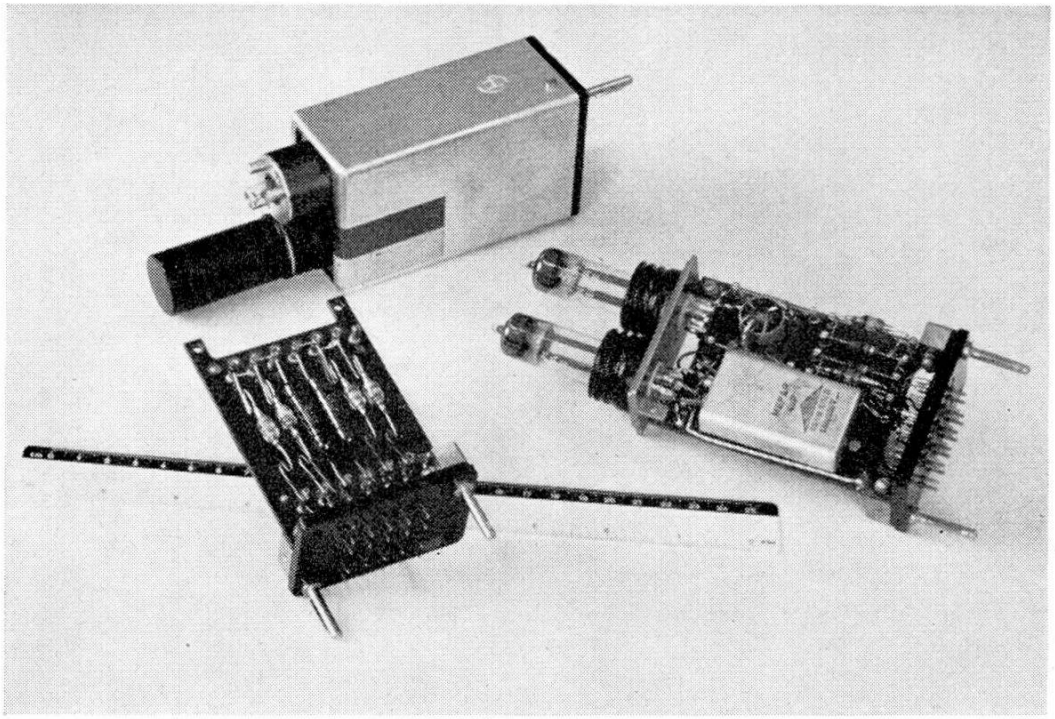


Fig. 3

sammenschalten von fertig fabrizierten Elementen Automaten für die verschiedensten Zwecke gebaut werden können.

In Figur 3 ist ein solches normalisiertes Element zu sehen, wie es im Rechenautomat ERMETH (elektronische Rechenmaschine der ETH) verwendet wird, der von den Ingenieuren unseres Instituts geplant und entworfen und von schweizerischen Firmen gebaut wurde. Er soll im Jahre 1956 anlaufen. Man erkennt die beiden Elektronenröhren und verschiedene Kristalldioden sowie Zusatzeinrichtungen, wie Widerstände und Kondensatoren.

Diese Elemente sind nun im Rechenautomaten zu größeren funktionellen Organismen zusammengefaßt. Figur 4 zeigt das *Rechenwerk* und das *Leitwerk*. Beide bestehen aus vielen derartiger normalisierter Elemente, die in Schränken angeordnet sind. Das Rechenwerk addiert,

multipliziert und dividiert elfstellige Zahlen, und zwar macht es etwa 200 Additionen pro Sekunde. Um das Leitwerk zu erklären, muß an den in der Einleitung eingeführten Begriff des Programms angeknüpft werden. Dies geschieht am besten, indem ein konkretes mathematisches Problem zugrunde gelegt wird. Es wurde uns vom Institut für physikalische Chemie der ETH die Aufgabe vorgelegt, die Funktion

$$E\,(x,\,y) = 2 - 4 \int_0^1 e^{-xt} \cos\,(yt) \cdot t \cdot dt$$

auszuwerten. Es handelt sich also um eine Funktion von zwei Variabeln, d. h. zu jedem Wertepaar x, y gehört ein Funktionswert E.

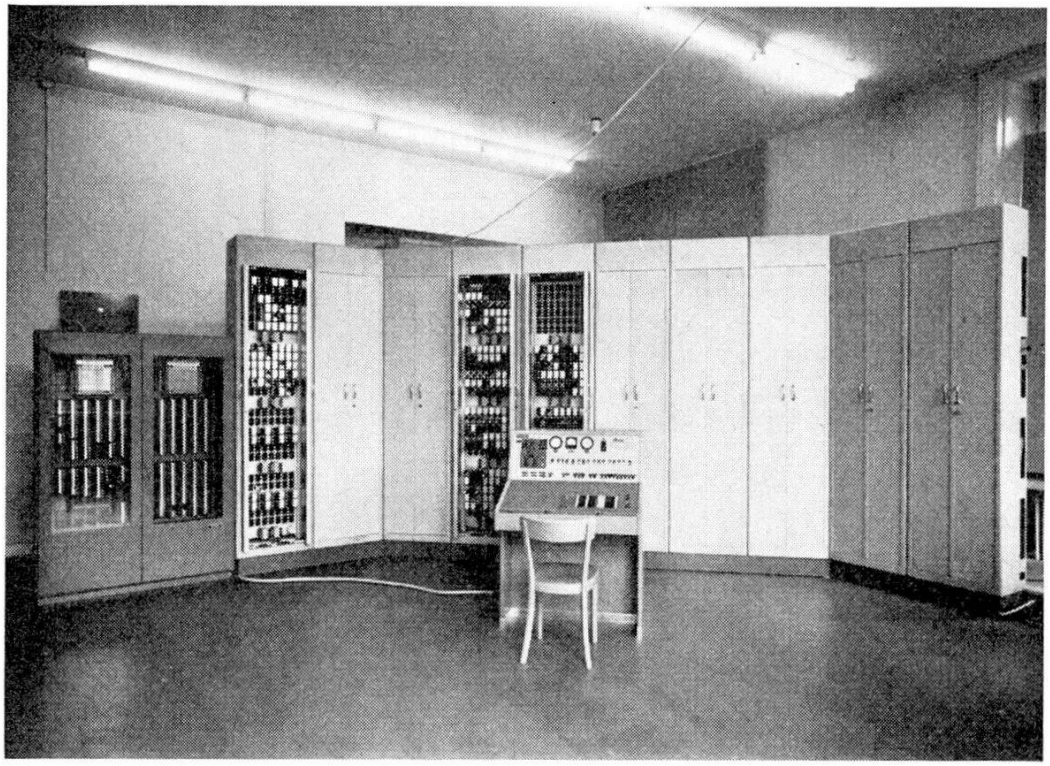
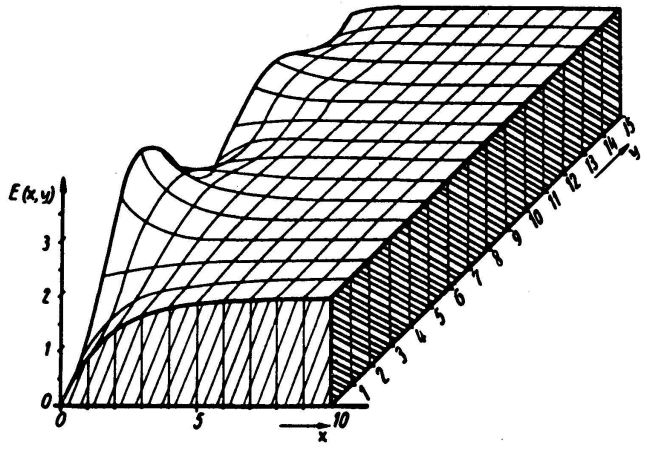


Fig. 4

Die Figur 5 zeigt das Resultat der Berechnung in einer Reliefdarstellung. Das Entscheidende ist, daß der Rechengang (nämlich die Berechnung des Integrals) für jede Wahl des Paars (x, y) derselbe ist. Dieser Rechengang wird vom Mathematiker festgelegt und auf einem Lochstreifen oder auf Lochkarten als Rechenprogramm festgehalten. Dabei wird die Integration natürlich durch eine Summation angenähert. Der Lochstreifen wird vom Leitwerk des Automaten abgetastet, und das Leitwerk veranlaßt bei jeder einzelnen Abtastung das Rechenwerk zur Ausführung der betreffenden arithmetischen Grundoperation. Das Rechenprogramm läuft nun so oft ab, wie Wertepaare x, y gegeben sind. Aus Figur 5 ergeben sich $10 \times 15 = 150$ Abläufe.

Diese Steuerung von Automaten durch Programme bietet nun ungeahnte Möglichkeiten, die sich durchaus nicht auf Rechenautomaten beschränken, sondern auch zur Steuerung irgendwelcher Arbeits- und Fabrikationsvorgänge verwendet werden können. Als Beispiel sei etwa der von Prof. WEBER an der ETH entwickelte Automat erwähnt, der zur Infusion von Flüssigkeiten in die Blutbahn eines Kranken dient. Um all dies näher auseinanderzusetzen, gehen wir wieder von unserem mathematischen Beispiel aus.

Unter dem Integral tritt ein Cosinus auf. Der Automat liest nun nicht etwa diesen Cosinus aus einer Tabelle ab, sondern er berechnet ihn auch. Zu diesem Zweck steht in einer Bibliothek von Programmen ein für allemal ein Programm zur Berechnung des Cosinus eines Winkels zur



$$E\,(x,\,y) = 2 - 4 \int_{o}^{1} e^{-xt} \cos\,(yt) \cdot t \cdot dt$$

Fig. 5

Verfügung. Es wird als *Unterprogramm* in das *Hauptprogramm* (Auswertung des Integrals) eingefügt. Figur 6 illustriert diesen Vorgang an einem älteren Automaten, den wir in den letzten fünf Jahren betrieben haben. Im rechten Abtaster liegt das Hauptprogramm und im linken das Programm zur Berechnung des Cosinus. Das Hauptprogramm enthält an einer Stelle den Befehl an die Maschine, das Unterprogramm einzuschalten; in diesem Moment bleibt der rechte Streifen stehen, und der linke beginnt zu laufen.

Diese Organisation erlaubt es, der Maschine eine gewisse Handlungsfreiheit einzuräumen. Zum Beispiel kann bei den meisten mathematischen Problemen das Schlußresultat durch zwei verschiedene Rechenprozesse (Algorithmen) erreicht werden. Man gibt nun von vornherein beide Programme in den Automaten und läßt ihn etwa unter Benutzung des ersten Programms die Rechnung beginnen.

Es ist möglich, daß dabei eine Störung auftritt oder ein Rechenfehler durch die internen Kontrollen aufgedeckt wird. Automatisch springt dann die Maschine auf das zweite Programm, bei dessen Durchrechnung vielleicht alles glatt geht. Es ist also wichtig, festzuhalten, daß die Abläufe in einem Automaten nicht von vornherein eindeutig bestimmt zu sein brauchen, sie können vielmehr von den Erfahrungen abhängig gemacht werden, die der Automat selbst während seiner Tätigkeit macht. Wie ein Lebewesen kann er erkrankte Organe durch andere ersetzen. Man kann sogar sogenannte diagnostische Programme herstellen, die beim Durchrechnen das gestörte Element lokalisieren.

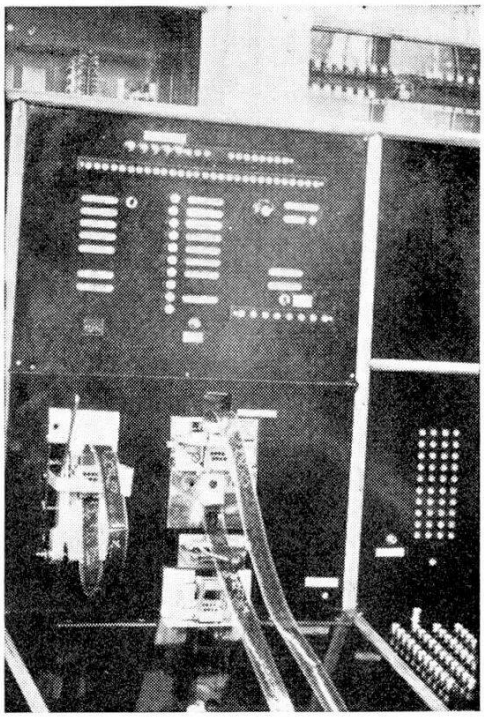


Fig. 6

Ein weiteres wichtiges Organ eines Automaten ist das *Speicherwerk* oder Gedächtnis. Die bei den einzelnen arithmetischen Operationen anfallenden Teilresultate müssen eben irgendwo protokolliert werden, um später der Rechnung wieder zugeführt zu werden. Man verwendet hier geläufige technische Methoden zur Speicherung von Information. Wie zum Beispiel Musik auf magnetischen Bändern aufgeschrieben und wieder zurückgespielt werden kann, so kann man auch Zahlen und Tetraden auf magnetischen Schichten festhalten. Gewöhnlich verwendet man schnell rotierende Trommeln mit magnetisierbarer Oberfläche.

Die Verwendbarkeit von Rechenautomaten für wissenschaftliche und technische mathematische Arbeiten ist praktisch unbegrenzt. Es sei nur ein Beispiel herausgegriffen (Abb. 7). Es handelt sich um eine automatisch gesteuerte Leitstrahlrakete und speziell um die Untersuchung der Stabilität dieser Steuerung. Es soll also festgestellt werden,

ob die Rakete nach Ausweichen aus dem Leitstrahl ruhig in ihn zurückgesteuert wird oder unruhig um ihn hin und her pendelt. Das Problem führt auf sechs Differentialgleichungen, die auf unserem alten Rechenautomaten gelöst wurden. In der Figur sind die Steuerausschläge als Funktion der Zeit aufgetragen, und man erkennt, wie sie abklingen. Das Beispiel öffnet interessante Perspektiven. Es hat nämlich ein erster Automat (der Rechenautomat) zur Schaffung des zweiten Automaten (Steuerautomaten) beigetragen. Sollen wir dies eine Fortpflanzungsfähigkeit nennen ?

Numerische Integration eines Systems

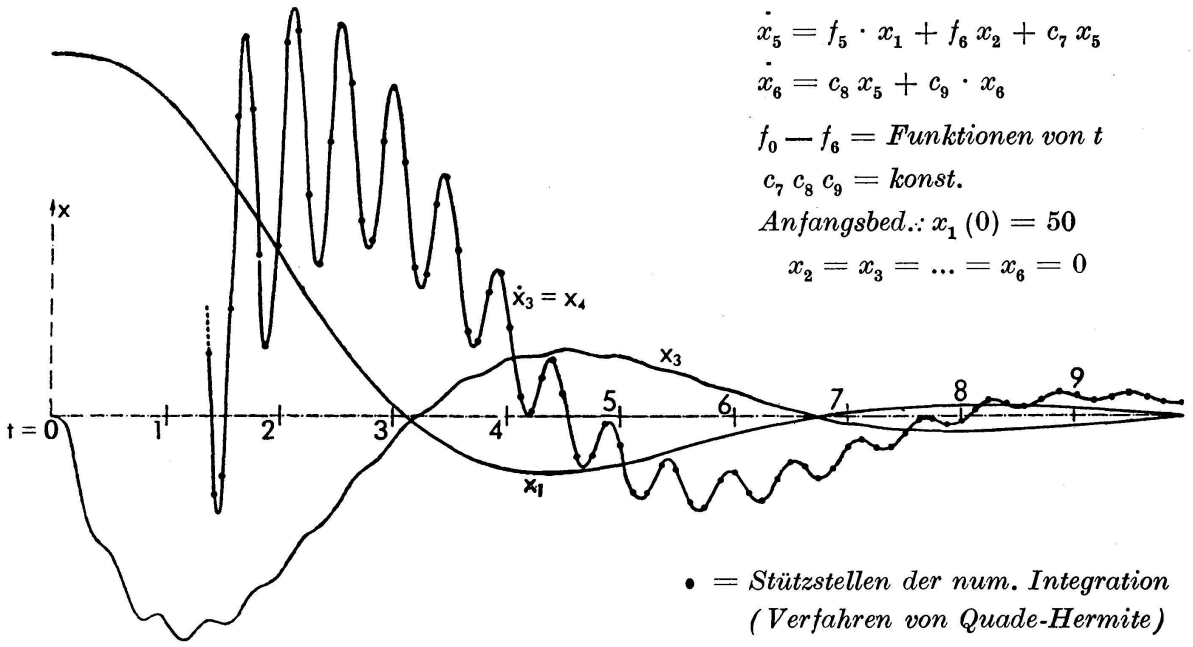
$$\dot{x}_1 = x_2$$
$$(x_1 =)\ \dot{x}_2 = f_0\, x_2 + f_1\, x_3$$
$$\dot{x}_3 = x_4$$
$$(\dot{x}_3 =)\ \dot{x}_4 = f_2\, x_2 + f_3\, x_3 + f_4\, x_6$$
$$\dot{x}_5 = f_5 \cdot x_1 + f_6\, x_2 + c_7\, x_5$$
$$\dot{x}_6 = c_8\, x_5 + c_9 \cdot x_6$$

$f_0 - f_6$ = *Funktionen von t*

$c_7\ c_8\ c_9$ = *konst.*

Anfangsbed.: $x_1(0) = 50$

$x_2 = x_3 = \ldots = x_6 = 0$



• = *Stützstellen der num. Integration*
(Verfahren von Quade-Hermite)

Fig. 7

Es seien nur noch ohne weitere Erklärung einige Anwendungsbeispiele aus unseren Archiven zitiert, die in unserem Institut in den letzten Jahren mathematisch bearbeitet, programmiert und automatisch durchgerechnet worden sind.

Lösung von algebraischen Gleichungen für Frequenzuntersuchungen im Molekülbau, Störungsrechnungen in der Himmelsmechanik (interessant im Hinblick auf die Astronautik); kritische Drehzahlen von rotierenden Wellen im Maschinenbau, Berechnung der elastischen Spannungen in Brücken, Tragflügeln und Talsperren, Flattern von Tragflügeln im Flugzeugbau, Flugbahnen von Geschossen.

Der Einsatz von Automaten hat rückwirkend auch die Methoden der Mathematik beeinflußt und damit auch der Mathematik neue For-

schungsgebiete eröffnet. Nur eine kleine Kostprobe dazu! Das Problem der Diffusion eines Gases durch eine halbdurchlässige Wand kann mit klassischen mathematischen Methoden so gelöst werden, daß man die sogenannte partielle Differentialgleichung der Wärmeleitung löst. Oft sind aber diese klassischen Methoden nicht die besten für den Automaten, sondern es ist geschickter, auf die eigentliche Wurzel des physikalischen Vorgangs zurückzugreifen, welche im vorliegenden Fall durch die kinetische Gastheorie gegeben ist. Man reproduziert also im Automaten die Stoßvorgänge der einzelnen Moleküle untereinander und mit der Wand unter Benutzung eines speziellen Organs, das Zufallszahlen erzeugt.

Was hier für Rechenmaschinen auseinandergesetzt wurde, ist typisch für die ganze Familie der Automaten. Ob bei den lebenden Organismen noch etwas wesentlich Neues hinzukommt – das wir eben Leben nennen – wagt der Kybernet nicht zu entscheiden. Es scheint nur im Zuge der fortschreitenden Technik der Automaten immer schwieriger zu werden, die Grenze zu ziehen, d. h. Merkmale anzugeben, die für das Leben charakteristisch sind. In der Tat haben wir ja unseren Automaten Fähigkeiten erteilen können, die dem gleichen, was wir etwa als Handlungsfreiheit, Entschlußfähigkeit, Selbsterhaltung und Fortpflanzung bezeichnen. Der naheliegende Einwand, daß ein Automat immer von einem höheren Wesen – nämlich vom menschlichen Gehirn – geschaffen wird, das alle seine Abläufe in ihren feinsten Variationen voraussieht, ist kaum stichhaltig. Denn offensichtlich verläßt man damit den Boden der Naturwissenschaften und begibt sich auf die höhere Ebene, wo das Problem auftaucht, welches höhere Wesen das menschliche Gehirn erschaffen hat.

La légende de l'Atlantide de Platon devant la science

Par

ARNOLD BERSIER (Lausanne)

Le patrimoine traditionnel de l'humanité, qui s'est peu à peu fixé dans les écrits sacrés, les Cosmogonies et Mythologies, contient maints récits qui frappent l'imagination et l'attirent mystérieusement. Souvent ils provoquent le doute, car on les suspecte d'avoir, à travers le temps, déformé et trahi ce qu'ils prétendent relater. Souvent aussi leur interprétation suscite des recherches et des commentaires passionnés. Le récit de l'Atlantide est de ceux-là. Il a sur beaucoup d'autres un avantage certain, c'est que son transcripteur nous est cette fois bien connu: c'est Platon; et sans lui nous n'aurions jamais entendu parler de l'Atlantide, de cette terre prodigieuse et énigmatique disparue depuis plus de 12 000 ans.

Mais Platon était philosophe et non historien. Son récit n'a donc ni la netteté, ni les nuances d'une chronique. Il nous le donne sous une forme mythique qui constitue son principal attrait, mais qui complique singulièrement son authentification et son interprétation.

Selon son habitude, Platon nous le livre sous forme de Dialogues. Il fait converser des interlocuteurs qui, au cours de la discussion, sont chargés de faire entendre sa propre pensée. C'est au cours de deux dialogues successifs, qui portent le nom de certains des interlocuteurs: le *Timée*, puis le *Critias*, que sont révélées l'existence d'abord, puis la description de l'Atlantide. Ces deux écrits sont parmi les derniers de Platon; il les a rédigés vers la fin de sa vie, aux environs de l'an 350 avant J.-C.

Il vaut la peine de s'arrêter un peu à la forme du dialogue et à la façon dont l'Atlantide y surgit, car là, déjà, commence le problème.

De son défunt maître Socrate, Platon fait le principal interlocuteur, les trois autres étant Hermocrate, Timée et Critias. Ces quatre personnages discutent de l'organisation parfaite de l'Etat. Ils en ont posé les principes; et Socrate demande aux autres un motif, un thème permettant de mettre cette organisation en mouvement, en fonctionnement et à l'épreuve. C'est alors que Critias propose l'Atlantide, non point sans doute comme un modèle d'Etat, mais plutôt comme un Etat jadis modèle, puis dégénéré, entré en lutte avec un autre Etat, supérieurement organisé et qui l'a vaincu. Ce vainqueur est une Athènes

antique, que Platon voulait probablement opposer à l'Athènes corrompue de son temps, responsable d'avoir fait boire la ciguë à son maître Socrate. Mais à vrai dire, et malgré l'ardeur que les critiques ont mis à la dépister, nous ne discernons pas avec sûreté l'intention exacte de Platon faisant intervenir l'Atlantide dans ses derniers dialogues, car le discours atlantique est inachevé...

Cette histoire de l'Atlantide, il la met donc dans la bouche du jeune Critias, qui nous apprend en commençant que son aïeul, Critias l'Ancien, avait 90 ans quand, un jour de fête, il la lui a racontée, à lui qui n'avait que dix ans. Et l'histoire l'a si fort frappé qu'elle a conservé, dans sa mémoire, malgré son extrême longueur, la fraîcheur et la solidité des souvenirs d'enfance. Critias l'Ancien, lui, la tenait de la bouche même de Solon, le législateur d'Athènes et l'un des sept sages de Grèce, qui l'avait rapportée d'Egypte aux alentours de l'an 600 avant J.-C.

Les voyages de Solon l'avaient effectivement conduit en Egypte, voyage que Platon lui-même, d'ailleurs, avait refait. Et là, dans la petite ville de Saïs, dans le delta du Nil, Solon s'était entretenu avec les prêtres égyptiens, gardiens des plus anciennes traditions, et avait tenté de leur raconter ce que les Grecs savaient de plus ancien. Mais l'un des vieux prêtres se rit de lui... «Vous, les Grecs, vous n'êtes que des enfants...» et lui explique qu'ils ne peuvent connaître grand-chose de leurs origines. Car les ancêtres des Grecs ont été détruits plusieurs fois par les sécheresses et les déluges, et les rares survivants sont morts sans avoir su s'exprimer par écrit. En Egypte, au contraire, la terre est assez humide pour préserver les hommes de la sécheresse. Ils y sont aussi à l'abri des eaux, qui ne descendent pas des hauteurs, mais sourdent de la terre. Remarquons déjà que ces traits correspondent assez bien, d'une part avec les conditions géographiques du delta égyptien, d'autre part avec les derniers bouleversements du sol en Grèce et en Egée, que la géologie nous révélera tout à l'heure. C'est pour cela que les plus anciennes traditions ont pu se maintenir en Egypte, dit le prêtre, qui révèle alors à Solon les hauts faits de ses plus lointains concitoyens d'il y a 9000 ans. Et voici, traduit par Albert Rivaud, le passage du *Timée* relatif à l'Atlantide:

«Nombreux et grands furent vos exploits et ceux de votre cité: ils «sont ici par écrit et on les admire. Mais un surtout l'emporte sur tous les «autres en grandeur et en héroïsme. En effet, nos écrits rapportent com-«ment votre cité anéantit jadis une puissance insolente qui envahissait «à la fois toute l'Europe et toute l'Asie et se jetait sur elles du fond de la «mer Atlantique.

«Car, en ce temps-là, on pouvait traverser cette mer. Elle avait une «île devant ce passage que vous appelez, dites-vous, les colonnes d'Her-«cule. Cette île était plus grande que la Libye et l'Asie réunies. Et les «voyageurs de ce temps-là pouvaient passer de cette île sur les autres îles, «et de ces îles, ils pouvaient gagner tout le continent, sur le rivage opposé «de cette mer qui méritait vraiment son nom. Car, d'un côté, en dedans de «ce détroit dont nous parlons, il semble qu'il n'y ait qu'un havre au goulet

«resserré, et de l'autre, au dehors, il y a cette mer véritable et la terre qui «l'entoure et que l'on peut appeler véritablement, au sens propre du terme, «un continent. Or, dans cette île Atlantide, des rois avaient formé un «empire grand et merveilleux. Cet empire était maître de l'île tout entière «et aussi de beaucoup d'autres îles et de portions du continent. En outre, «de notre côté, il tenait la Libye jusqu'à l'Egypte et l'Europe jusqu'à la «Tyrrhénie. Or, cette puissance, ayant une fois concentré toutes ses forces, «entreprit, d'un seul élan, d'asservir votre territoire et le nôtre et tous «ceux qui se trouvent de ce côté-ci du détroit. C'est alors, ô Solon, que la «puissance de votre cité fit éclater aux yeux de tous son héroïsme et son «énergie. Car elle l'a emporté sur toutes les autres par la force d'âme et par «l'art militaire. D'abord à la tête des Hellènes, puis seule par nécessité, «abandonnée par les autres, parvenue aux périls suprêmes, elle vainquit «les envahisseurs, dressa le trophée, préserva de l'esclavage ceux qui «n'avaient jamais été esclaves, et, sans rancune, libéra tous les autres «peuples et nous-mêmes qui habitons à l'intérieur des colonnes d'Hercule. «Mais, dans le temps qui suivit, il y eut des tremblements de terre effroya- «bles et des cataclysmes. Dans l'espace d'un seul jour et d'une nuit ter- «ribles, toute votre armée fut engloutie d'un seul coup sous la terre, et «de même l'île Atlantide s'abîma dans la mer et disparut. Voilà pour- «quoi, aujourd'hui encore, cet océan de là-bas est difficile et inexplorable, «par l'obstacle des fonds vaseux et très bas que l'île, en s'engloutissant, «à déposés.»

Le lendemain la conversation reprend entre les mêmes interlocuteurs. Elle fera l'objet du second dialogue, dit le *Critias* ou le Récit atlantique, parce que Critias y prend presque seul la parole pour décrire ce qu'était l'Atlantide, selon le récit fait par Solon à son grand-père. Ce qu'il en dit est fort long, et dépasse assurément, en longueur et en complexité, les possibilités de mémorisation de l'enfant de dix ans le mieux doué.

En voici l'essentiel. Quand les dieux se partagèrent la Terre, l'île Atlantide revint à Poséidon (ou Neptune) dieu de la mer, qui la légua à ses descendants. A l'aîné, Atlas, échut la meilleure part, et l'île et la mer environnante reçurent son nom.

Toute l'île dominait la mer à pic. En son centre se dressait une montagne isolée par des enceintes de mer et de terre, couronnes circulaires reliées à la mer par un canal. Une plaine les environnait, entourée elle-même d'un large canal artificiel long de 10 000 stades (2000 km). Plus loin dans l'île, des montagnes s'élevaient, plus belles et grandes que toutes celles que l'on connaît. D'immenses travaux hydrauliques avaient doté l'île entière de canaux et de ports animés par de nombreux bateaux.

La terre, très fertile, nourrissait toute sorte d'animaux sauvages et domestiques, entre autres l'éléphant. Les mines fournissaient en abondance les métaux utiles, le cuivre et l'étain, et les métaux précieux dont l'un, l'orichalque aux reflets de feu, le plus précieux après l'or, nous reste mystérieux et pouvait être un alliage.

Sur la montagne centrale, un immense temple à Poséidon était entièrement revêtu d'or, d'orichalque, d'argent et d'ivoire. Des centaines de statues étaient d'or. D'autres temples ou palais de ce genre existaient en nombre, avec de somptueux thermes alimentés d'eau chaude naturelle.

Le *Critias* donne aussi une foule de renseignements sur les rites sacrés et sur l'organisation civile et militaire de l'Etat, qui laissent entrevoir l'immensité de l'Atlantide. Sa prospérité était non moins immense. Mais les hommes, étant descendants du dieu Poséidon, étaient attachés au principe divin dont ils étaient issus, et par cela même vertueux et bons, ils dédaignaient leurs richesses.

Quand ce principe vint à diminuer en eux par leurs mariages successifs avec des éléments mortels, ils s'attachèrent au contraire par trop à leurs biens et devinrent avides et conquérants. C'est alors que Zeus, le dieu des dieux, voyant quelles dispositions misérables prenait cette race jadis excellente, décida de la punir. Mais le Critias est inachevé et le récit s'arrête avant la punition... qui fut sans doute la défaite devant les anciens Grecs, et l'engloutissement de l'île, rapportés succinctement dans le dialogue précédent.

Les deux dialogues sont donc fort différents. Le premier, le *Timée*, suscite la confiance. Le second, avec son étrange et volumineuse documentation, sa prolixité de détails, fait naître la réserve et le doute. Ce qu'il nous apprend de l'île avec son prodigieux développement architectural et métallurgique paraît si anachronique, si différent de ce que nous savons de l'humanité qui ailleurs, à cette époque, n'en était qu'à la pierre polie, et encore! Comment ce peuple de navigateurs n'aurait-il porté sur d'autres terres encore émergées maintenant son incomparable connaissance des métaux!

Plusieurs critiques, Albert Rivaux le premier, ont fait remarquer que tous les éléments qu'il amalgame dans sa description de l'Atlantide, Platon pouvait les trouver autour de lui. Son temple de Poséidon, sur la montagne, est une réplique de la colline de l'Acropole avec ses palais. Tout près d'Athènes, au Pirée, il a pu s'inspirer des grands travaux hydrauliques du port, de son arsenal aux grandes portes blindées de bronze, merveilles des ingénieurs de son époque. L'ancienne civilisation maritime de l'île de Crête, centre du travail du cuivre et du bronze, peut se reconnaître en bien des points de sa narration. Tout est plus grand et plus nombreux en Atlantide, mais tout, jusqu'aux mœurs et aux rites sacrés, y reflète les civilisations de la Méditerranée orientale connues de Platon.

Le *Critias* laisse donc incoerciblement supposer qu'il est une construction utopique, un merveilleux assemblage dialectique habilement greffé sur le tronc plus solide de la tradition égyptienne rapportée dans le *Timée*. Comment un enfant de dix ans, un jour de fête où tant d'autres choses devaient accaparer sa puérile attention, aurait-il pu retenir tous les détails compliqués de caractère historique et politique qui alourdissent le *Critias* ?

On éprouve en vérité de la peine à se défendre contre l'impression que sur un récit véridique, et sur la véracité duquel Platon insiste dans le *Timée,* il cherche dans le *Critias* à façonner un mythe utilisable dans la suite du dialogue inachevé. Ne serait-ce pas pour accuser lui-même cette différence qu'il nous livre l'Atlantide en deux dialogues, alors qu'un seul pouvait suffire ?

Cette distinction, bien peu l'ont faite, de tous ceux qui ont traité de l'Atlantide. Elle paraît pourtant devoir être une des premières réactions du lecteur. Autrement dit, nous admettrons que ce que l'humanité savait encore de l'Atlantide, en Egypte ou ailleurs, au temps de Solon, ou même de Platon, se trouve dans le *Timée*, peut-être déjà amplifié, et que le *Critias* est une fiction.

Quelle que soit d'ailleurs l'interprétation donnée à l'un et l'autre dialogues, remarquons d'emblée que le caractère le plus saisissant de la tradition atlantidienne c'est son *isolement.* C'est l'absence de tout lien, si ténu soit-il, avec tout ce que nous pouvons savoir de l'antiquité.

De toutes les civilisations antiques, celle de l'Atlantide serait de beaucoup la plus ancienne, bien plus encore que celle d'Egypte, qui ne remonte péniblement qu'à 4000 ou 5000 ans av. J.-C. Contrairement à toutes les autres civilisations, égyptienne, sumérienne, chinoise, étrusque, ou américaines précolombiennes les plus reculées, celle de l'Atlantide, subitement engloutie, n'a pu nous laisser aucun vestige. Impossible, donc, de chercher à vérifier le récit platonicien par des campagnes de fouilles archéologiques, comme on le fait par exemple de la tradition assyro-babylonienne avec un si grand succès.

Mais cet isolement est plus accentué encore. Ces derniers siècles, un véritable bataillon de critiques, de mythographes et d'archéologues a recherché des survivances de cette civilisation et de ce cataclysme en Afrique et en Europe. Il n'en reste aucune. Un événement aussi frappant devrait, comme le déluge, avoir inspiré des écrits, des figurations, des légendes chez d'autres peuples. La tradition qui se conservait en Egypte aurait dû s'infiltrer, avant Platon, chez d'autres peuplades du pourtour de la Méditerranée. Il n'en est rien. Et les maigres indices qu'on a cru en retrouver, Ophir, les Hespérides, etc..., sont extrêmement discutables et fragiles.

L'égyptologie n'a jamais retrouvé les textes sacrés des prêtres de Saïs, et l'épigraphie égyptienne ne peut mentionner ni une inscription en hiéroglyphes, ni une figuration, un bas-relief quelconque, attribuables à l'Atlantide. Une seule voie étroite mène en Atlantide, elle ne passe que par Platon et elle s'arrête à lui.

Mais les hommes ont ouvert à Platon un crédit immense. Non pas tant ses contemporains, qui se sont montrés très sceptiques. Aristote, peu après Platon, a fait preuve d'une incrédulité absolue: «C'est Platon seul, nous dit-il, qui fit sortir l'Atlantide des flots, et c'est lui seul qui l'y fit rentrer.» Mais cet absolutisme se tempéra bientôt. Les néo-platoni-

ciens d'Alexandrie voulurent justifier leur maître. L'un d'eux, Crantor, refit le voyage d'Egypte et il prétendit que les prêtres lui avaient montré les stèles relatant l'histoire de l'Atlantide. Mais il ne savait pas lire les hiéroglyphes. D'autres récits se font jour après celui de Platon, parlant d'îles mystérieuses dans le mystérieux Atlantique, qui sont tous douteux, parce que de seconde main et plus ou moins teintés de réminiscences platoniciennes.

Pendant tout le moyen âge, l'influence d'Aristote est prépondérante en philosophie, son jugement prédomine, et il faut attendre la Renaissance pour voir remettre en vogue et les idées de l'antiquité et l'Atlantide. Après la découverte de Colomb, on ne manqua pas de voir en l'Atlantide la préfiguration de l'Amérique... qui pourtant n'est pas une terre disparue. Que n'a-t-on pas dit dès lors, dans la période moderne, sur elle! Elle a suscité, de la part des spécialistes, de fort belles études historiques. Elle a déchaîné des flots d'interprétations douteuses où la pseudo-science se mêle à la mystique, à l'astrologie, à la théosophie, à l'exaltation dépourvue de toute probité intellectuelle et aux sottises qu'elle engendre, et aussi, hélas, nombre de suppositions folles, fermentées dans le cerveau d'humanistes érudits, mais que n'aère aucune culture scientifique. La bibliographie atlantidienne doit compter actuellement près de 2000 titres, avec nombre de gros volumes. Il existe en plusieurs pays: France, Angleterre, Italie, des sociétés d'études atlantidiennes dont certaines publient des revues. Chaque année le flot s'enfle de nouvelles interprétations et de nouveaux volumes dont certains, et des moins négligeables, ne sont plus consacrés à l'Atlantide elle-même, mais à l'évolution et à l'historique critique de l'idée atlantidienne, qui est en soi pleine d'intérêt.

Cette seconde submersion de l'Atlantide sous des flots d'imprimés, n'est pas, on s'empresse de le dire, le fait de la géologie. Si beaucoup d'auteurs profanes ont manié à tort et à travers des arguments qui se réclament de cette science, les géologues eux-mêmes s'occupent très peu de l'Atlantide de Platon. Le passé de la terre leur fournit bien d'autres îles et continents disparus à coup sûr. Le dernier à l'avoir fait, semble-t-il, c'est le français P. Termier, dans une conférence à l'Institut océanographique de Paris, en 1913. A ce point de vue le sujet n'est donc pas ressassé. Et il nous a paru intéressant de le rajeunir en l'accordant avec les découvertes géologiques qui, depuis 40 ans, ont fait d'immenses progrès.

On peut se faire actuellement, somme toute, quatre conceptions de l'Atlantide: une réalité historique qui reste à démontrer totalement; un conte philosophique; un mythe platonicien chargé de sens; ou une légende basée sur un fait exact, mais considérablement déformé. C'est cette dernière: l'Atlantide-légende, que nous choisirons sans chercher à la légitimer davantage. Nous partirons de l'idée qu'il peut y avoir, caché sous le monumental assemblage platonicien, une parcelle de tradition vraie et peut-être, dans cette tradition, une paillette de vérité.

Et notre propos sera celui-ci: Les sciences qui s'occupent du passé de la terre, la géologie tout particulièrement, peuvent-elles espérer rétablir cette vérité ? Y a-t-il vraiment pour elles un problème de l'Atlantide,

ou ce problème doit-il être rejeté, de par sa nature même, comme étant sans lien possible avec le réel ? Autrement dit, vaut-il la peine de chercher, et avons-nous les méthodes, les outils voulus pour aboutir ?

Tout d'abord, où faut-il rechercher l'Atlantide ? Platon semble nous l'indiquer sans équivoque. C'est une grande île dans la mer Atlantique, devant le passage appelé les Colonnes d'Hercule. Et tous les collégiens apprennent que ce nom désignait dans l'antiquité le détroit de Gibraltar. Comment se fait-il alors que depuis 100 ans, près de 80 auteurs aient cru retrouver l'Atlantide en Afrique, en Méditerranée, en Asie et partout ailleurs encore ? Il n'y a pas un point du globe où on ne l'ait située.

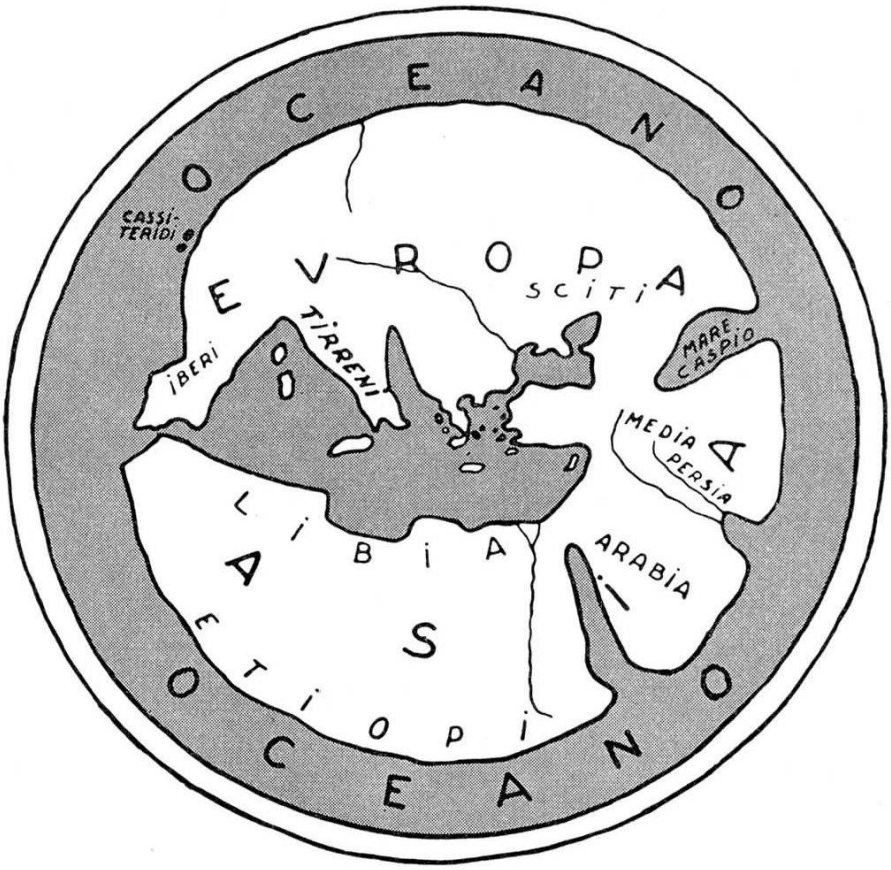


Fig. 1

La terre, selon Anaximandre, vers 550 av. J.-C. C'est un disque plat, essentiellement méditerranéen, avec un océan circulaire et un continent périphérique ceinturant l'océan.

C'est qu'en fait, les indications géographiques de Platon sont extrêmement vagues et incertaines. Pour s'en faire une idée, il faut se replacer dans le monde connu des Grecs. Pour eux la terre est plate et circulaire, et la Méditerranée en occupe le centre. Autour d'elle les continents dessinent une sorte de disque, entouré d'un océan unique en forme de ceinture (fig. 1). Dans cet océan sont connues les îles Cassitérides, où l'on recueille l'étain, probablement les îles Britanniques avec la Cornouaille et ses gisements.

Les Colonnes d'Hercule franchies, l'océan circulaire est donc vaste pour y loger l'Atlantide. Au gré d'une interprétation ou d'une fantaisie, les auteurs l'y promènent donc de l'Angleterre à la Sibérie en passant par le Spitzberg, le Groenland, et jusqu'aux Antilles ou aux Indes.

Mais comment oser la rechercher aussi en Méditerranée et en Afrique, en deçà des Colonnes ? En réalité ces tentatives ne sont pas entièrement gratuites. Elles se fondent sur l'analyse étymologique et toponymique du texte. Aucun des noms géographiques de Platon n'y résiste.

Qu'en est-il des fameuses Colonnes d'Hercule ? Les Phéniciens, qui furent un peuple de navigateurs – et quels navigateurs ! – bien avant les Grecs, et beaucoup plus que les Egyptiens qui ne le furent jamais, les Phéniciens qui connaissaient le mieux la mer et même une partie de l'Océan, et qui naviguaient pour les autres, avaient fondé des comptoirs sur le pourtour de la Méditerranée et au-delà. Près de ces comptoirs fortifiés, ils élevaient des temples à leur divinité nationale Melkart, que les Grecs assimilèrent plus tard à Heraklès, en latin à Hercule, en croyant qu'il s'agissait du même dieu. Ce sont les colonnes de ces vieux temples qui passèrent dans la tradition gréco-romaine sous le nom de Colonnes d'Hercule. Comme ces comptoirs étaient fondés le plus souvent à proximité des détroits, où ils étaient plus faciles à retrouver, plusieurs de ces détroits portèrent tour à tour ce même nom.

C'est en effet une règle bien connue en toponymie, que les mêmes noms de lieux se répètent à mesure que l'horizon géographique s'étend. Des émigrés ont porté aux Etats-Unis des Nouvelles-Galles, des Nouvelle-Orléans, des New-York, et même des Paris et des Berne. Cette pratique est aussi ancienne que les hommes. Du temps où Solon recueillait le récit du prêtre égyptien, au VIIe siècle, l'horizon des terres était beaucoup plus restreint qu'au temps de Platon, deux siècles plus tard. Et il est fort vraisemblable qu'il n'a pu connaître sous le nom de Colonnes d'Hercule qu'un des nombreux détroits de la Méditerranée orientale, par exemple celui de Sicile, près de l'ancien comptoir phénicien de Palerme. Moreau de Jonnès, admirablement documenté en géographie historique et en philologie, a placé l'Atlantide dans la mer d'Azov, dont les fanges, entravant la navigation, seraient celles que cite le Timée. Le détroit de Kerch serait les Colonnes d'Hercule, marquant la fin du monde connu. La chaîne de l'Elbrouz représenterait l'Atlas, et tout près, la Caspienne s'ouvrirait dans l'océan circulaire.

Le terme d'«île» a été aussi abondamment mis en discussion. Pour les Egyptiens, qui n'étaient pas marins, le même signe désignait également une oasis. Et les Arabes appellent l'Atlas actuel l'«Ile de l'Occident», désignant en cela une montagne séparée du monde par une mer de sable et des lacs saumâtres. Lorsqu'on découvrit que les Berbères africains appellent leur premier ancêtre Uennur, alors que Platon donne le nom d'Evenor à l'un des premiers habitants de l'Atlantide, Uennur et Evenor ne firent qu'un, et la mode fut de placer l'Atlantide en pleine Afrique. On sait que Pierre Benoît a basé son célèbre roman saharien sur cette

théorie approximative, en déformant à la grecque en Antinéa le nom de Tin Hinan, la femme mystérieuse que vénèrent les Touareg du Hoggar.

Le nom d'«Atlas», de ce dieu métamorphosé en montagne pour soutenir la voûte céleste, et duquel dérive celui de l'Atlantide, n'est pas plus précis. Il y a eu un Atlas en Arcadie, un autre en Sicile, et un dans le Caucase avant l'Atlas marocain.

Les recherches historiques – ou pseudo-historiques – et philologiques n'ont donc guère éclairci l'aspect géographique de la question. Nous en retiendrons cependant que cette Atlantide ubiquiste est à rechercher aussi bien en Méditerranée que dans l'Océan.

Dans ce labyrinthe, la préhistoire, l'ethnographie et l'anthropologie, toutes sciences qui poussent de profondes et puissantes ramifications dans le passé, n'ont pu jusqu'ici faire un sort meilleur à l'Atlantide malgré de fort méritoires études. Quand elles ne la nient pas, elles la cherchent dans des directions bien différentes, comme le montrent encore de récentes publications. Leurs possibilités de recherche dans ce domaine sont loin d'être épuisées, bien au contraire, mais l'Atlantide est bien vieille pour elles, tandis qu'elle est bien jeune dans l'échelle des durées géologiques, comme nous le verrons. Et si l'époque de l'Atlantide est si difficile à atteindre, c'est aussi parce qu'elle se situe dans une sorte de terrain vague aux confins de ces sciences et de leurs méthodes.

* * *

La géologie remonte en effet si loin dans le passé du globe que les 10 000 ou 12 000 ans de l'Atlantide sont difficilement mesurables à son échelle. Autant vaudrait mesurer l'épaisseur d'une aiguille avec le mètre de bois d'un marchand drapier. Mais elle dispose de méthodes qui ont incontestablement un rôle essentiel à jouer dans la recherche d'une terre disparue dans la mer.

Car toute l'histoire géologique du globe est faite des mouvements des anciennes mers, qui ont abandonné sur les continents leurs sables et leurs vases devenues des roches, et leurs anciens habitants, poissons ou coquillages, devenus des fossiles. C'est même sur les principaux mouvements des anciennes mers qu'elle se base pour découper le temps en ères: primaire, la plus ancienne, secondaire, tertiaire et enfin quaternaire, celle qui a vu apparaître l'homme. Ce sont aussi des mouvements moins généraux, plus restreints, qui permettent le découpage plus détaillé des ères en périodes et en étages toujours plus fins.

Ces études nous apprennent que notre Méditerranée n'est qu'un vestige d'une mer beaucoup plus grande et surtout plus allongée, qu'on désigne sous le nom de Mésogée, la mer au milieu des terres, équivalent grec de Méditerranée. Jusqu'au milieu de l'ère secondaire, elle reliait l'Atlantique au Pacifique. C'est à l'aurore des temps tertiaires seulement qu'un bassin un peu semblable à la mer actuelle commence à s'individualiser. Ressemblance passagère puisqu'au milieu de l'ère tertiaire cette mer s'étendra une nouvelle fois pour rejoindre l'océan Glacial et l'océan

Indien. C'est aussi à cette époque que, par disparition du vieux continent Nord-Atlantique, l'océan Atlantique commence à prendre sa forme présente. De lui nous ne saurons plus désormais que ce que racontent les quelques golfes qu'il viendra pousser sur notre continent, en Aquitaine et dans la région parisienne. Enfin la Méditerranée se rétrécira à nouveau jusqu'à sa forme actuelle.

Voyons de plus près – quoique bien sommairement encore – l'histoire de cette mer.

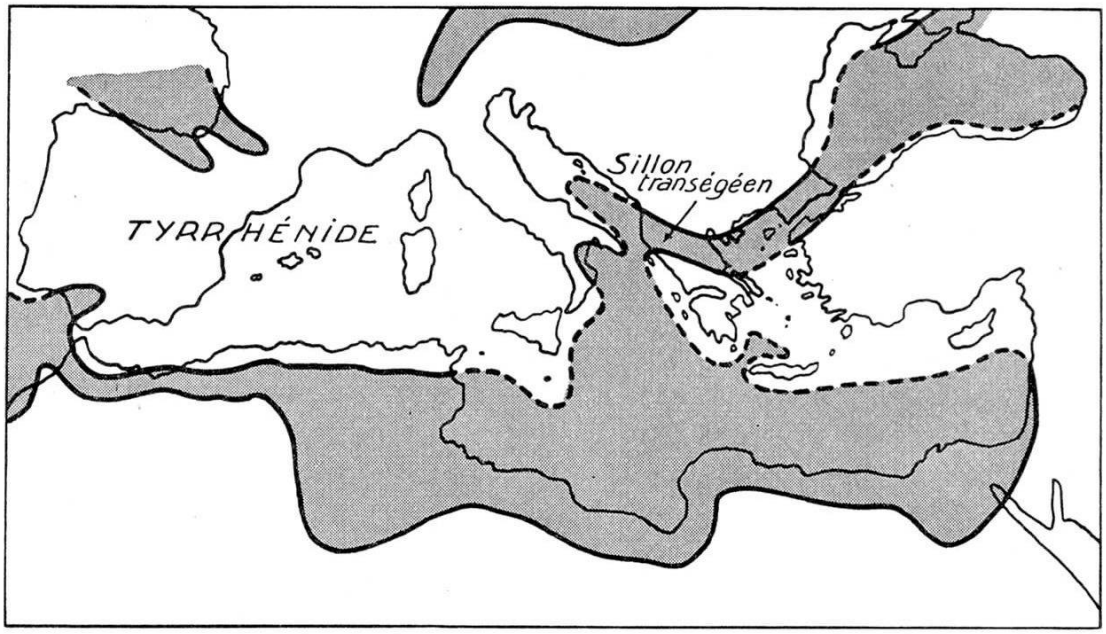


Fig. 2
Le domaine méditerranéen à l'aurore de l'ère tertiaire. En grisé, l'étendue marine.

C'est donc au début du tertiaire qu'un important retrait des mers permet à la Méditerranée de prendre corps, au sud de son emplacement actuel (fig. 2). Une terre unique englobe les pays occidentaux de l'Europe, l'Espagne, l'Italie, les îles, et même l'extrême nord-africain: c'est la Tyrrhénide. La mer se faufile entre elle et l'Afrique par l'étroit chenal ou détroit du Tell. Elle communique par le Sillon transégéen avec une autre mer intérieure sur le continent asiatique.

Au milieu du tertiaire (fig. 3) la Méditerranée s'élargit à nouveau considérablement. Par différents bras, elle communique avec des mers continentales européennes et asiatiques. L'un d'eux remonte la vallée du Rhône français et passe sur le Plateau suisse. Sur son fond se déposent les sables qui constitueront notre molasse avec ses huîtres fossiles et ses dents de requins. Les Alpes commencent à émerger, les Apennins aussi. On compte une bonne demi-douzaine d'îles en Méditerranée occidentale dont l'une, à l'emplacement de Gibraltar, est enserrée par deux détroits, nord-bétique et sud-rifain.

Au milieu du tertiaire les îles méditerranéennes ne manquent donc pas. L'île bético-rifaine correspond si bien à l'emplacement désigné par Platon que tout récemment encore l'océanographe français Le Danois a

voulu y voir l'Atlantide. Mais aucune d'elles ne saurait l'être puisque l'homme n'existe pas encore.

Vers la fin du tertiaire (fig. 4) la Méditerranée a presque atteint sa forme présente. L'île bético-rifaine a disparu, laissant place à l'unique détroit de Gibraltar. Quelques grands lacs, vestiges des mers intérieures, subsistent sur le continent. L'isthme des Cyclades relie la Grèce à l'Anatolie et isole le lac Egéen. La mer Noire et la Caspienne sont encore réunies, ultimes vestiges de la grande mer qui joignait les océans Indien et Glacial.

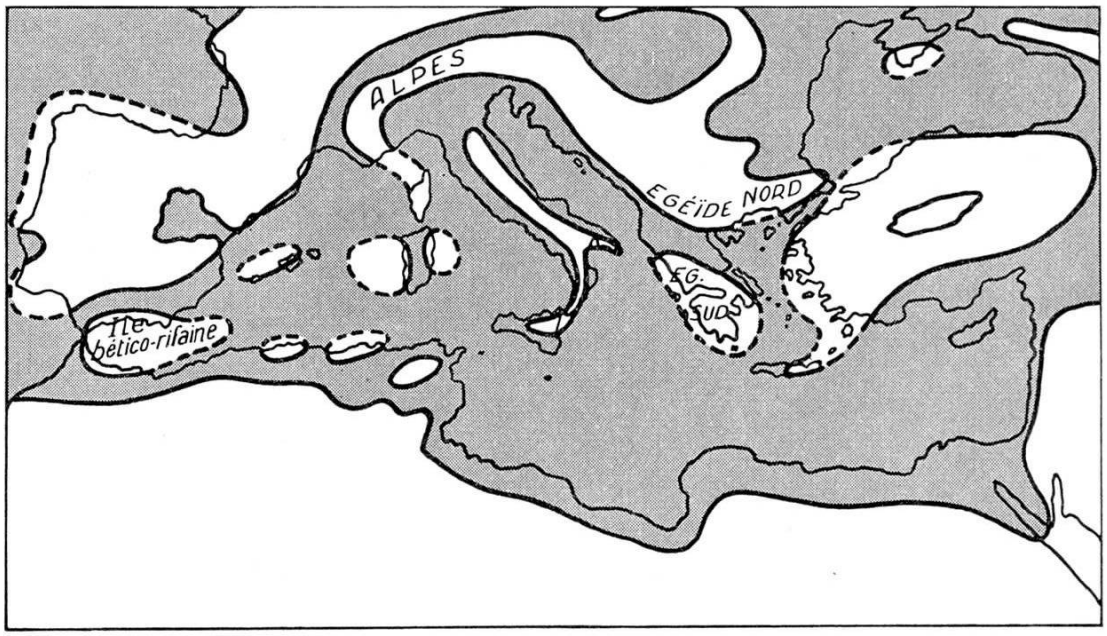


Fig. 3
La Méditerranée au milieu de l'ère tertiaire.

L'ère quaternaire commence. Elle sera très courte, 50 fois plus brève que l'ère tertiaire. L'humanité fait son apparition – combien récente à l'échelle géologique – sur le pourtour de la Méditerranée, où le climat se refroidit un peu, tandis que les glaciers envahissent les Alpes et le nord de l'Europe. L'homme a-t-il vu encore de son temps des modifications des terres et des mers ? Certainement. Des retouches de détail compléteront notre géographie, faibles dans l'ensemble, mais immenses à l'échelle humaine. D'importants mouvements de terrains l'attestent: en Sicile, des sables de plages marines du quaternaire ancien, avec leurs coquillages caractéristiques, sont actuellement soulevés de 100 m. D'autres plages, plus récentes encore, se trouvent maintenant à 15 ou 30 m, ou 100 m en Calabre, et jusqu'à 350 m à Corinthe, au-dessus de la mer où elles se sont formées. De pareils mouvements du sol ont déformé en Afrique du Nord des terrasses d'alluvions jadis planes.

C'est au cours de la même ère, alors que d'énormes glaciers accaparaient sur terre l'eau sous forme solide, que l'homme a vu le niveau de la mer baisser de 100 m au moins. Ce retrait de la mer a rouvert de nouvelles connexions terrestres entre les îles et le continent. Chypre se relie

à l'Anatolie, la Crête à l'Egéide, Malte à la Sicile et à l'Italie, la Corse et la Sardaigne à la France, les Baléares à l'Espagne. Toutes ces nouvelles liaisons temporaires de l'époque de l'homme sont prouvées par des restes de faune. Un seul exemple entre beaucoup: on trouve sur ces îles et dans le sud du continent européen des restes de curieux éléphants nains d'une taille de un à deux mètres. Un paléontologue français a pu démontrer que ce ne sont pas des éléphants d'Afrique, mais des descendants de l'éléphant antique, jadis de grande taille, abondant parmi les fossiles

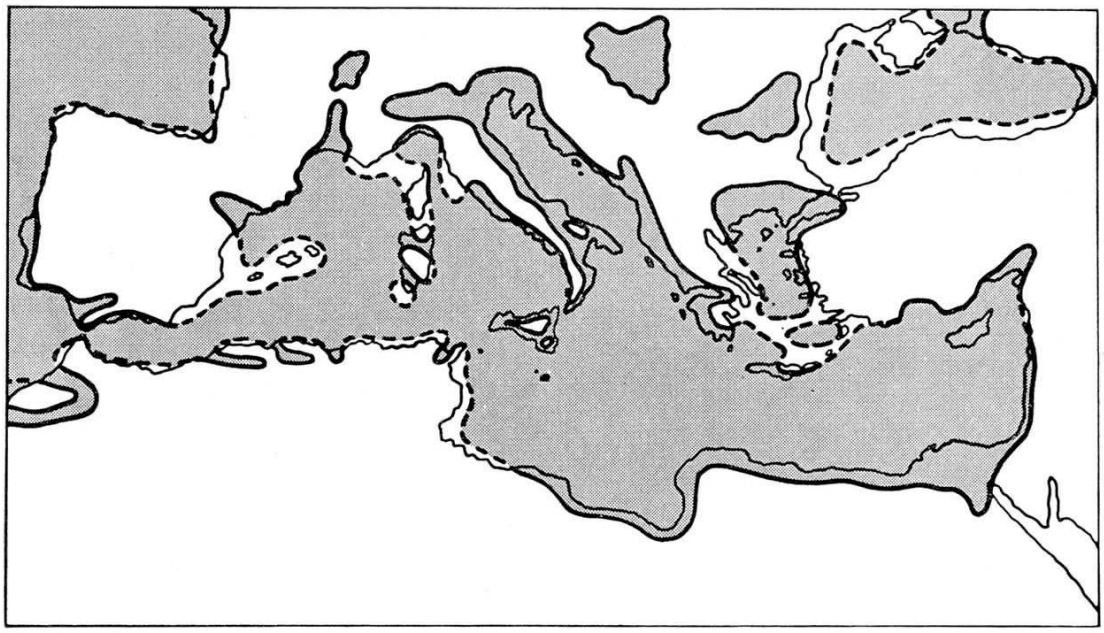


Fig. 4
La Méditerranée à la fin de l'ère tertiaire (fig. 2, 3 et 4, d'après Furon, modifiées).

de la faune chaude du quaternaire ancien d'Europe. Le climat glaciaire l'a fait redescendre peu à peu vers le sud, où l'espèce a dépéri et a fini par s'éteindre sans pouvoir gagner l'Afrique. Il n'y avait plus de liaison terrestre avec l'Afrique pour ces éléphants, mais ils ont passé sur les îles par des connexions terrestres, c'est-à-dire des terres aujourd'hui noyées.

A la fin de la période glaciaire, l'eau des glaciers est rendue à la mer qui remonte à son niveau actuel. L'humanité en est à la pierre taillée. Selon les géologues scandinaves et leurs mesures sur les varves, fines couches de vase saisonnières déposées au rythme de deux par an – été et hiver – dans l'ancienne Baltique, ce recul des glaces serait vieux d'environ 10 000 ans seulement. Et pourtant d'importants mouvements de la croûte terrestre se sont produits depuis. La partie nord des îles Baléares s'est soulevée tandis que par un mouvement de bascule leur partie sud s'enfonçait. C'est aussi la fin de l'Egéide qui s'effondre, ouvrant la mer de Marmara et le Bosphore. L'eau salée de la Méditerranée chasse les faunes lacustres aralo-caspiennes qui se réfugient dans l'eau douce des estuaires. Les îles de la mer Egée s'isolent. Des éruptions vol-

caniques s'affirment, dont le cratère explosé de Santorin (Thera) est le témoin le plus saisissant. Nous ne sommes plus qu'à quelques millénaires, tout au plus, de notre ère. Les hommes savent que les terres et les mers s'affrontent dans cette région, que le feu les dévaste, et leur mythologie s'en imprègne.

De cette tragédie, nous venons de vivre un acte récent. C'est, en août 1953, l'île ionienne de Céphalonie, disloquée par de violentes et successives secousses sismiques, qui tombe par morceaux dans la mer, et la fuite de ses 120 000 habitants qui se réfugient sur le continent.

L'analyse géologique de ces événements contemporains de l'ancienne humanité n'authentifie-t-elle pas la déclaration du vieux prêtre à Solon, dans le récit atlantique, que, chez les Grecs, les hommes ont été plusieurs fois détruits par le feu et par l'eau ?

N'est-il pas saisissant que la science vienne confirmer cette affirmation d'Aristote, plus de trois siècles avant J.-C.: «On sait de façon certaine que... la progression des eaux et leur recul, tantôt en bien des endroits ont fait disparaître des continents dans la mer, tantôt par contre ont annexé ce qui était le fond de la mer aux continents» ? Et cette phrase d'Ovide dans les *Métamorphoses*, écho de la pensée de Pythagore: «J'ai vu changées en mer des terres autrefois d'une solidité à toute épreuve, j'ai vu la mer se transformer en terre. Et des coquilles marines sont gisantes loin des rivages actuels ?»

La pensée géologique est donc née en Grèce. Certes, elle sommeillera pendant 2000 ans, à travers les Latins et le moyen âge, et son réveil sera lent. Bernard de Palissy osera dire à nouveau, en 1580, que les fossiles ne sont pas des «jeux de la nature», qu'ils furent des êtres vivants. Pourtant Voltaire, esprit fort, le raillera encore en 1746, en prétendant que les fossiles de France sont des coquillages jetés par les pèlerins de retour de Syrie! Mais les géologues peuvent revendiquer d'anciens et nobles patrons.

L'histoire géologique de la Méditerranée montre donc que si des sables, que les hommes du quaternaire moyen ont vu se déposer au niveau de la mer, sont soulevés par place de 15 ou de 350 m, il n'est pas invraisemblable qu'en sens inverse une île, même grande, ait pu exister et disparaître dans cette mer et son souvenir demeurer dans la tradition.

Une Atlantide méditerranéenne n'est donc pas une impossibilité. Mais la preuve en reste encore à faire. Si l'on peut affirmer d'un continent ou d'une île: «Ici, à telle époque, fut une mer et telle sorte de mer», on ne peut dire si aisément d'une région marine: «Ici fut une terre.» Non pas que les mêmes méthodes ne soient applicables. Procurez au géologue du sable ou des roches du fond, il identifiera une ancienne terre. Sans ruines de temple ni statues d'orichalque, il retrouvera l'Atlantide. Ce n'est plus qu'une question d'accès, de dragages ou de sondages coûteux. Et notre époque, qui s'offre de luxueuses guerres, n'a que quelques petits sous pour de telles entreprises.

Quittons la mer Méditerranée pour l'océan Atlantique, l'immense mer océane des vieux auteurs français. Le moyen âge le nommait *Mare Tenebrosum*; et malgré les milliers de navires qui le sillonnent et les avions qui le survolent, il est encore pour nous une immensité pleine de mystère, un océan des Ténèbres. Rarement, un gouvernement frète un navire pour une campagne océanographique. Il rentre chargé de gloire et de renseignements précieux, mais qui se perdent dans cet infini.

De l'histoire géologique de l'Atlantique, nous ne savons que fort peu de choses, comparée à celle de la Méditerranée. En Méditerranée, les côtes sont proches les unes des autres, des péninsules et des îles offrent à l'étude en abondance leurs roches et leurs couches de terrain. Dans l'Atlantique, les îlots sont rares et petits, la plupart ne sont que d'infimes sommets de cônes volcaniques. Les échantillons de roches ramenés du fond par sondage sont peu nombreux. Seuls, nous l'avons dit, quelques golfes dépendant de l'Océan sont venus au cours des temps géologiques mordre sur le continent et y déposer quelques couches, feuillets combien partiels et disséminés de la longue histoire de l'immensité océane.

Cette pauvreté, sinon cette absence de documents, a laissé place à de grandes suppositions. Parce qu'en toute science, quand on ne sait pas ou plus, on imagine, et l'on cherche à vérifier des suppositions. La géologie, disent certains, est un tissu d'hypothèses. Gardons-nous de trop réfuter cette réputation surfaite. Une hypothèse est l'aveu d'une ignorance, mais qui veut s'éclairer. C'est une avance de crédit à une entreprise, une prise de risque, un signe de vitalité. Longtemps j'ai cru, comme d'autres, à l'excès des hypothèses en géologie. Puis des comparaisons m'ont appris qu'elles sont plus modestes et plus proches de l'objectivité que celles d'autres sciences réputées plus exactes. La vérité, c'est qu'en géologie, science dépourvue d'expérimentation, les hypothèses durent plus longtemps.

Nous n'aborderons rapidement que deux d'entre elles. La première est la théorie de la dérive continentale. On l'exploite contre l'Atlantide. La seconde est celle des ponts intercontinentaux. Elle est souvent arrangée à tort et à travers à la mode atlantidienne. Mais disons bien que ces hypothèses, dans leur forme originelle, ne sont pas le produit d'imaginations débridées, mais des suppositions simples et possibles pour expliquer certains faits connus. Voici la première:

Les géophysiciens, nés du mariage d'un pauvre géologue à une riche physicienne, appliquent de plus en plus, depuis quelques décennies, les méthodes maternelles à l'étude de la croûte terrestre. Ils auscultent cette enveloppe, épaisse de plusieurs dizaines de kilomètres, par deux procédés de choix. L'un consiste à enregistrer par les sismographes les variations de vitesse des ondes sismiques à travers les divers milieux intraterrestres. L'autre, c'est la mesure de l'intensité de la pesanteur, ou, si l'on préfère, de l'attraction qu'exerce la terre sur une même petite masse, attraction qui varie d'un point du globe à un autre selon que la croûte est plus ou moins dense.

Ils ont pu vérifier de la sorte que la matière des continents et celle qui constitue le fond des océans sont différentes. La matière continentale, dite sial (faite surtout de silice et d'alumine), est plus légère que celle du fond des océans ou sima (silice-magnésie). Ces deux matières, qui nous paraissent rigides et solides, ne le sont pas à l'échelle du globe et des temps géologiques. Elles sont douées d'une certaine viscosité qui leur permet de se déplacer, avec une lenteur infinie, l'une par rapport à l'autre. C'est ainsi que les continents légers flottent littéralement sur le sima plus lourd, en respectant la loi principale de tous les corps qui flottent, celle de l'isostasie, tout comme la planche qui flotte sur l'eau, le fer sur le mercure ou plus exactement un morceau de pâte plastique et légère sur une autre pâte un peu plus lourde. La matière continentale peut se plisser, former des bourrelets ou chaînes de montagnes, elle peut se courber en s'enfonçant provisoirement et laisser avancer la mer sur elle, elle surnage toujours. Ces conceptions, dans leur essence, ne sont plus discutées.

Cette mobilité possible des radeaux continentaux a fait supposer à l'Allemand Wegener que l'Amérique était autrefois soudée à l'Eurafrique, et qu'elle s'en est lentement écartée au cours de l'ère tertiaire. L'idée se fonde non seulement sur le parallélisme de deux rivages, qui s'emboîtent assez bien, mais aussi sur la ressemblance assez surprenante des différents terrains anciens qui forment les rivages de part et d'autre de l'Atlantique. Disons, si l'on veut, qu'Amérique et Eurafrique sont deux morceaux d'un puzzle dont à la fois formes et couleurs correspondent à distance.

Cette hypothèse de Wegener a fait couler beaucoup d'encre. Elle compte encore d'ardents défenseurs. Les discussions et recherches d'arguments qu'elle a provoquées ont fait considérablement progresser la science. Mais cette unité continentale primitive, qui semble ne pas laisser, entre ses morceaux, de place disponible pour une terre engloutie dans l'Océan, a détourné bien des géologues de l'Atlantide.

Pourtant les deux tendances ne sont point forcément contraires ni exclusives. Ce n'est qu'une question de dimension. Les rives opposées ne sont pas exactement jointives, il s'en faut, malgré les apparences. D'autant moins que la vraie bordure continentale n'est pas celle du rivage marin, mais bien celle de la plate-forme continentale inondée, c'est-à-dire de la marge de continent sur laquelle empiète la mer. Ce contour-là est moins facile à suivre de l'œil que celui du littoral sur une carte géographique. Le wegenerien convaincu peut dire non à l'Atlantide-continent, mais il manque d'argument contre une île, voire une grande île, jadis intercalée dans la déchirure continentale. Il sait en toute orthodoxie qu'ailleurs, en Insulinde par exemple, ou aux Antilles, d'autres dérives sont interprétées comme abandonnant derrière elles des morceaux de sial continental sous forme de traînées d'îles, reconnus comme tels par les nouvelles mesures de pesanteur.

Et voici que les plus récentes données de vitesse des tremblements de terre sous les océans nous apportent un tribu propre à réjouir les

atlantomanes. Elles montrent en effet que si le fond du Pacifique est entièrement formé de sima lourd, il n'en va pas de même sous l'Atlantique, et surtout dans la moitié orientale de cet océan, du côté de l'Europe justement, où l'auscultation révèle de grosses masses sialiques, de matière continentale, éparpillées sur le fond.

Il serait prématuré de dire que cette matière fut émergée naguère et à quelle date elle le fut. Mais il est vraisemblable que nos enfants le sauront, par la mise en œuvre de méthodes d'investigation qui déjà se dessinent. Laissons-leur la surprise de ressusciter l'Atlantide si leurs conclusions le permettent.

L'autre théorie, celle des ponts intercontinentaux ou transocéaniques, nous fait aborder un monde tout différent, celui de la paléontologie, des fossiles, qui sont les témoins pétrifiés mais éloquents des étapes de la vie sur le globe. Elle est née de patientes études comparées entre les fossiles de même époque, contenus dans les anciennens couches de roches des côtes atlantiques de l'Ancien et du Nouveau-monde. Si l'on trouve sur ces côtes, et sur ces côtes seulement, des fossiles d'animaux terrestres non nageurs, comme les ancêtres des chevaux, ou bien d'anciens mollusques d'eau douce qui ne peuvent cheminer, sous peine de mort, dans les eaux salées, force est d'admettre qu'une communication terrestre a dû exister entre elles.

Des découvertes de ce genre ont été faites, indiscutablement et exclusivement cantonnées sur les deux rivages. Si l'on exclut la théorie de l'ancien accolement des continents de Wegener, elles nécessitent l'existence d'au moins cinq voies de communication terrestre entre l'Amérique et l'Eurafrique, de ponts quelconques, entre l'ère primaire et le milieu de l'ère tertiaire.

Tout ce qu'on connaît, ce sont les points d'aboutissement de ces passages. Sur leur forme, leur largeur, on ne sait rien. On ne peut que relier ces têtes de pont par des lignes droites, des vecteurs de vie. Pourtant bien des gens mal informés se sont hâtés de les dessiner sur des cartes, en se guidant plus ou moins sur la forme des hauts-fonds océaniques. Et, bien entendu, on n'a pu se retenir d'y figurer pas mal d'Atlantides fantaisistes.

Mais depuis que la radioactivité des roches à uranium a permis, récemment, de jeter quelques jalons dans la durée des temps géologiques, en précisant que le début de l'ère primaire remonte à près de 500 millions d'années, et que depuis le milieu de l'ère tertiaire, date de la rupture du dernier pont connu, il s'est écoulé près de 20 millions d'années, il n'est plus permis de concevoir une Atlantide sur les ponts paléontologiques.

Est-ce à dire que la méthode ait épuisé ses possibilités et que tous les anciens ponts nous soient connus ? Certainement non. Si pour l'étude des derniers millénaires de notre planète la géologie passe la main à la préhistoire, la paléontologie, elle, passe la main à la zoologie et à la botanique. Et ces sciences, en raison du peuplement biologique actuel des îles atlantiques, des Canaries, des Açores et d'autres, pour expliquer la présence de certaines plantes, de certains petits mammifères ou reptiles, ont à leur

tour besoin de ponts, mais de ponts beaucoup plus récents. L'étude de leur faune et de leur flore est faite de questions de liaisons de ces îles entre elles et avec les continents. Actuellement ces problèmes ne sont qu'entrevus, bien incomplètement posés, faute de naturalistes et de crédits. Et combien faut-il déplorer que l'homme modifie ou massacre ce peuplement avant même qu'il ne soit connu; avant que ces plantes, ces animaux et même ces races humaines n'aient pu nous livrer leur secret d'il y a 10 000 ans! Qui saurait dire combien de ponts, de communications ou d'îles surgiraient de ces recherches ?

Convenons donc que si les hypothèses géophysiques et paléontologiques sur le passé de l'océan Atlantique ne nous permettent pas de poser le doigt sur l'Atlantide, elles nous révèlent que bien des terres ignorées ont, dans l'espace et dans le temps, figuré sur cette grande aire océanique.

Ce secret des terres disparues que, faute des données nécessaires, nous ne pouvons arracher déjà aux terres actuelles, ne pourrions-nous l'obtenir du fond même de la mer ? Dans ce vaste domaine, les possibilités de la science sont immenses. La géologie sous-marine se sert des mêmes méthodes que la géologie terrestre. D'une part elle examine les roches, leurs fossiles, les sols, qui lui parlent du milieu dans lequel ils se sont formés: un lac, un désert, une tourbière, une mer, une lagune. D'autre part elle analyse les formes du terrain, les paysages qui lui dévoilent comment ils ont été modelés, par des rivières, des glaciers, des vagues, par le volcanisme ou les vents. La géologie sous-marine peut de même s'attaquer soit aux roches et aux vases du fond de la mer, soit aux formes du fond, à sa morphologie. C'est évidemment plus difficile que sur terre, et surtout beaucoup plus coûteux.

En Hollande, dans les polders, ces grandes étendues gagnées sur la mer au moyen de digues, on peut se promener réellement sur un fond marin dont les vases durcies sont mises en culture. Dans les fossés de drainage, on voit apparaître toutes les couches laissées par les dépôts successifs de vase récente. Et dans ces feuillets, les géologues hollandais ont retrouvé tous les épisodes de l'histoire marine du Zuyderzée pendant l'ère chrétienne. Ils savent, par exemple, qu'au cours du moyen âge la mer a considérablement envahi la terre.

De semblables études peuvent aussi se faire sur les fonds de l'océan. Il faudrait pour cela disposer non seulement des échantillons ramenés par les dragues ordinaires de la surface du fond, mais pouvoir sonder plus profondément et ramener dans une sonde, dans un tube, une colonne découpée dans les vases et les roches du fond. Dans ce but, divers sondeurs-canons ont été récemment construits. C'est un tube, un canon, descendu par un long câble qui, touchant le fond, lance par explosion un second tube qui pénètre profondément dans le fond dur. Des essais pleins de promesses ont été faits. Mais ils sont fort coûteux. S'ils pouvaient se multiplier, toute l'histoire des océans et des terres disparues se révélerait à nous. Il suffirait que les gouvernements mettent le prix de quelques

pièces d'artillerie à des sondeurs-canons et celui de quelques contre-torpilleurs à des navires océanographiques.

Mais les formes du fond, dira-t-on, révélées par de simples sondages au câble qui ont permis de dresser des cartes océaniques en relief, avec des courbes de niveaux, que nous disent-elles, comparées aux formes des reliefs continentaux ?

On se figure volontiers, en regardant les cartes maritimes, que le relief océanique est très mou. Les courbes de niveau du fond s'y étalent en larges contours arrondis, beaucoup moins mouvementés et capricieux que ceux des courbes de niveau des reliefs terrestres. Mais ce n'est là qu'une illusion née de ce que les sondages sont encore beaucoup trop clairsemés. On a calculé, par exemple, que si les Alpes suisses étaient immergées dans la mer, le dessin de leur relief au moyen des quelques sondages de profondeur habituels sur une surface marine de cette grandeur, en donnerait une image si grossière qu'elle en serait absolument méconnaissable. Au lieu du chevelu de vallées découpées, au lieu des arêtes et des sommets effilés dominant les vallées de 2000 ou 3000 m, nous ne pourrions dessiner qu'une sorte de grosse croupe s'élevant à peine de 600 à 800 m au-dessus des environs. Il faudrait une chance inouïe pour que l'un de nos rares coups de sonde soit tombé sur un sommet de 3000 m, et pour avoir quelque chance d'atteindre un sommet de 4000 m, il faudrait multiplier par 100 000 et plus le nombre habituel des sondages. Que dirait le voyageur ou l'aviateur qui, franchissant les Alpes, ne pourrait avoir pour toute carte qu'un document aussi grossier, les lui présentant comme un bombement large et uniforme ? Quel émerveillement pour lui que de découvrir le vrai relief alpin. Pourtant ce n'est qu'une telle image du fond, estompée et amollie à ce degré, que nous offrent les cartes maritimes.

Ces sondages si dispersés ont cependant révélé l'existence, au milieu de l'Atlantique, d'une grande chaîne de montagnes, la plus longue connue, puisqu'elle l'est quinze fois plus que les Alpes. C'est la chaîne médiatlantique (fig. 5) qui, chose bien curieuse, court parallèlement aux deux rivages. Comme eux, elle s'infléchit sous l'Equateur, où elle est bizarrement coupée par une des fosses les plus profondes, la petite fosse de la Romanche, profonde de 8250 m. Cette chaîne est-elle en cours de formation, de plissement ? Est-ce une ancienne chaîne affaissée ? Nous n'en savons rien. Et les hommes réussiront probablement à envoyer une fusée dans la lune avant d'avoir éclairci le problème de leur plus longue chaîne de montagnes terrestre. On sait pourtant que de nombreux tremblements de terre y ont leur foyer. C'est donc une chaîne en travail, en cours d'affaissement ou d'érection. Nous n'avons aucun droit, comme on s'est empressé de le faire, bien entendu, de croire que la chaîne médiatlantique représente les anciennes montagnes de l'île de Platon. Son affaissement aurait entraîné un tel refoulement du sima sous-jacent qu'il n'aurait pu se produire ni en 10 000, ni en 100 000 ans.

Entre cette chaîne et l'Eurafrique, il existe nombre de hauts-fonds de 1000 ou 2000 m, dominant des bas-fonds de 4000 à 6000 m. Nous ne

sommes pas mieux renseignés sur leur topographie détaillée et sur leur éventuelle histoire continentale que sur celle de la chaîne. Ceux qui se trouvent en face de Gibraltar sont souvent, et beaucoup plus que les autres, le siège de tremblements de terre. C'est un indice d'instabilité. Nous pouvons supposer qu'il s'est passé là récemment des modifications importantes des profondeurs, des émersions et immersions, mais nous n'en avons pas encore la certitude.

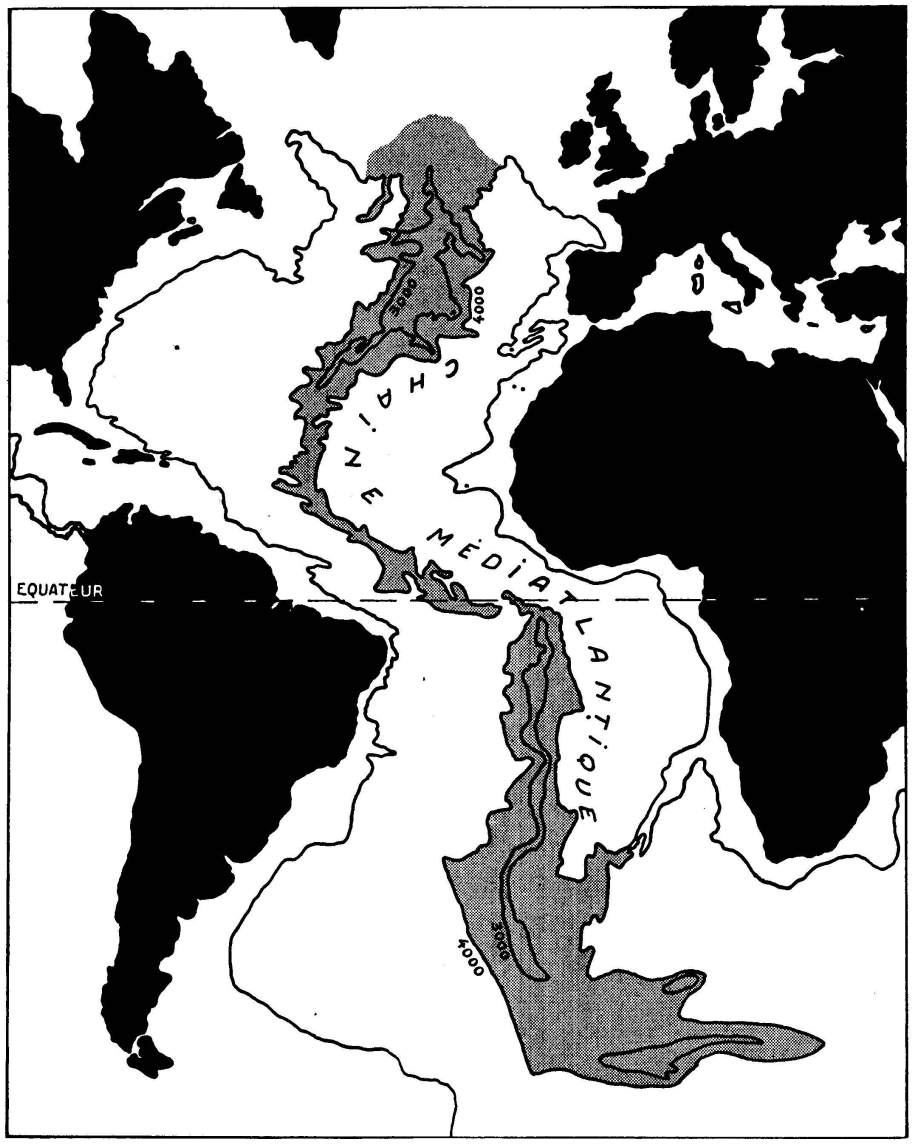


Fig. 5
La chaîne médiatlantique, en grisé, mise en évidence par le tracé des courbes —4000 et —3000 m.

La connaissance du relief sous-marin est donc fort incomplète et à peine ébauchée. Toutefois, elle fait depuis quelque temps un rapide bond en avant grâce au procédé du sondage au son et aux ultra-sons. Depuis un bateau, on envoie un son ou un ultra-son et on enregistre l'écho qu'en renvoie le fond. On dresse ainsi des profils du fond selon l'itinéraire du bateau. Et constamment l'écho monte ou descend, scrutant des fonds

beaucoup plus accidentés que tout ce qu'on pouvait supposer. Avec ces profils, des cartes peuvent être dessinées, au relief fort détaillé. On a commencé à le faire surtout près des côtes et des îles, où le repérage est plus facile. Ces cartes révèlent une chose extraordinaire qui est une des grandes énigmes de la géologie actuelle:

Autour de la plupart des continents, dans la mer, on savait qu'il existe une large plate-forme, la plate-forme continentale, qui descend doucement jusqu'à la profondeur de 200 m environ. Puis la pente s'accentue rapidement pour gagner les grands fonds. Cette pente rapide, c'est le talus continental. Sur cette large banquette, sur ce trottoir de matière continentale, des va-et-vient de la mer pendant l'ère quaternaire se sont succédés et les vagues l'ont nivelé. La grande découverte, récente, due à la cartographie sous-marine par les ultra-sons, c'est que la plate-forme et le talus sont profondément entaillés par des vallées sous-marines aux flancs abrupts, d'immenses ravins, des canyons, des gorges profondes.

Chacun connaît par l'image l'imposant canyon, le gigantesque ravin creusé par le fleuve Colorado aux Etats-Unis. C'est l'œuvre la plus saisissante de l'érosion, du travail de l'eau courante. Les ultra-sons ont révélé sous l'Océan, au large du Mexique, dans la baie de Monterey, un canyon sous-marin tout aussi gigantesque. Il est long de 80 km. Son entaille en V très pointu est profonde de plus de 1500 m. Il a la même forme qu'un canyon continental et reçoit aussi des affluents.

Il en existe bien d'autres, grands ou petits, et l'on ne finit pas d'en découvrir de nouveaux. Le bord de la plate-forme atlantique américaine, le long des Etats-Unis, est mordu par de nombreux ravins de ce genre, très finement cartographiés. Les pêcheurs des côtes françaises en connaissent depuis longtemps dont les sondages ont précisé les formes (fig. 6).

Pour expliquer ces étranges vallées, on essaie tout: cassures de l'écorce, failles, effondrements, courants sous-marins, courants de gravité – brusques et momentanés, entraînés par de vraies avalanches sous-marines de sédiments non encore consolidés sur le talus continental. Rien de cela ne résiste à la critique. Une seule cause subsiste: ce sont d'anciennes vallées continentales, creusées par des fleuves ou rivières sur le continent, alors que ces fonds de mer étaient hors de l'eau. Et tout le long de la côte d'Europe des ravins ou vallées sous-marins prolongent les vallées terrestres.

Il faut dire que si l'étude de la forme de ces entailles est relativement aisée, celle de l'histoire de leur creusement, de leur date, ne l'est pas du tout. Comment dater une vallée ? Sur terre ferme on dispose de plusieurs moyens, dont le plus sûr consiste à rechercher l'âge des terrains qui se sont formés dans la vallée: sols, terrasses d'alluvions, etc... en étudiant les restes fossiles d'âge caractéristique qu'ils contiennent; l'âge du creusement est certainement antérieur au leur. Ce faisant on se garde, il va de soi, de considérer comme fossile valable une pétrification éboulée d'un versant rocheux de la vallée, tombée, comme d'autres cailloux, sur le fond de la vallée et mêlée à son sol. Ce fossile, beaucoup plus vieux,

donnerait à la vallée une date gravement fausse. C'est ce qu'on nomme une faune fossile remaniée, un trompe-l'œil, analogue à l'introduction frauduleuse d'outils de silex taillés dans une sépulture burgonde; et le dépistage de cette tromperie naturelle se fait par de vrais procédés de police scientifique.

Tout cela va bien sur terre. Sous la mer, c'est une autre affaire. A grand-peine des échantillons de dépôts ont été prélevés sur le fond de certains canyons. Ils contiennent des microfossiles d'âge tertiaire, indiquant un creusement ancien, en opposition avec la fraîcheur des reliefs. Mais comment savoir si cette faune fossile et ces débris de roche sont «en place», s'ils ne sont pas des fragments plus anciens, remaniés, dévalés des parois abruptes des canyons, précipités sur le fond après le creusement et englobés dans la vase ? Il y faudrait une grande minutie dans le prélèvement de l'échantillon, sous le contrôle direct d'un œil humain, par plusieurs centaines de mètres de fond. Si complexe que soit l'opération, l'océanographie actuelle répond qu'elle est possible. Les bathyscaphes se perfectionnent, le courage ne manque pas aux chercheurs. Le prix d'un seul navire de ligne, dont la ferraille sombrera d'un coup sans profit, assurerait le succès d'innombrables campagnes sous-marines de ce genre,

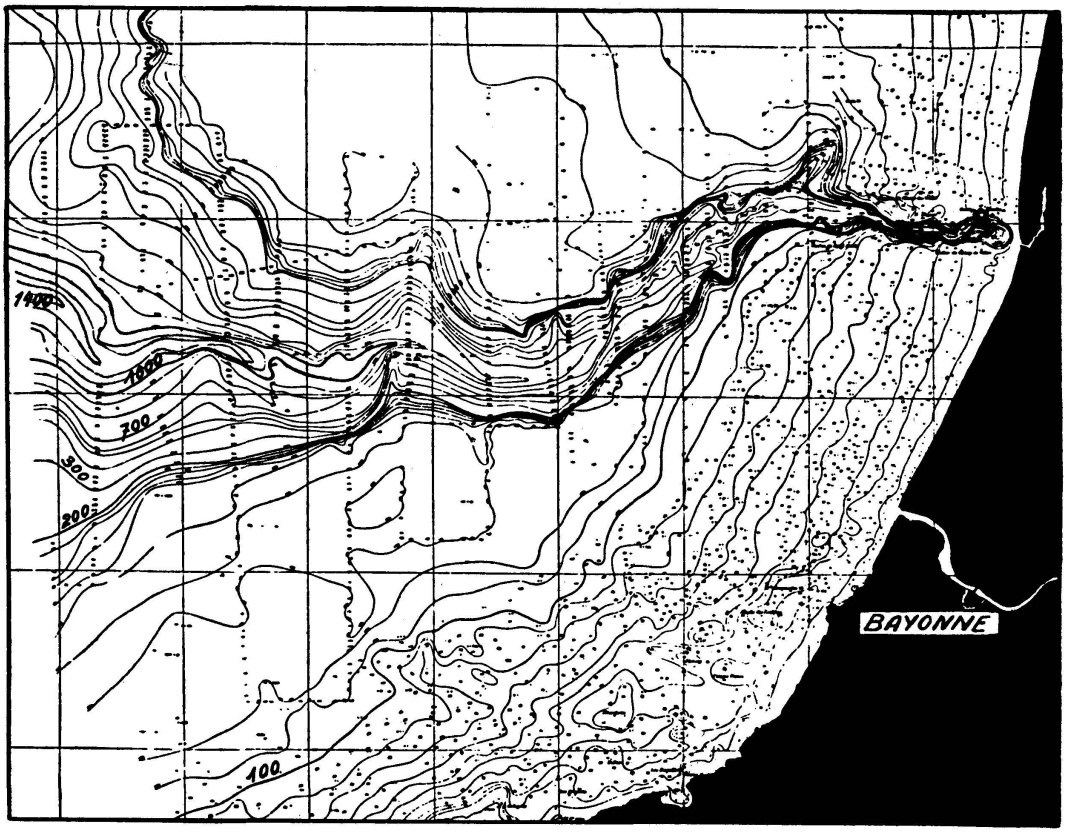


Fig. 6

La vallée sous-marine de cap Breton, sur la côte atlantique française, en face de Bayonne, représentée par ses courbes de profondeur. (D'après la carte du commandant Beaugé).

et la question de l'origine et de la date des canyons sous-marins serait à coup sûr résolue, apportant son tribut capital à diverses sciences.

Que peuvent-ils nous raconter pour l'instant, ces grands ravins sous-marins ? Que s'est-il passé ? Faut-il admettre que pendant la période glaciaire, la glace ait tellement accaparé d'eau sur les continents que le niveau des mers se soit abaissé de 1500 m pour permettre aux rivières de creuser leur cours jusqu'à lui ? C'est impossible, parce que le sel resté dans l'eau aurait atteint une telle concentration que tous les êtres marins, poissons, coquillages, algues, auraient été tués. Alors quoi d'autre ? On



Fig. 7

La côte celte vers la fin de l'époque glaciaire (début de la période actuelle). Essai de représentation d'après la bathymétrie actuelle. En grisé, l'étendue marine. En blanc, surface émergée, aujourd'hui noyée. (D'après Le Danois)

ne sait. Le plus probable est que le niveau a baissé en effet, mais beaucoup moins, et que les continents sont montés et descendus, non d'un mouvement d'ensemble, mais qu'ils se balancent alternativement, tantôt ici, tantôt là. L'étude en cours des canyons de la côte française paraît vouloir démontrer qu'ils ne sont pas tous de même âge. La fraîcheur de leurs formes est en tout cas un solide argument en faveur de leur creusement récent et rapide. Il y eut donc des émersions de côtes et d'îles beaucoup plus importantes que tout ce que nous pouvions supposer.

Les côtes de l'Afrique du Nord et de l'Europe se sont donc étendues bien plus avant dans l'Atlantique, du temps où les hommes existaient déjà, et c'est peut-être aussi dans leur recul qu'il faut chercher l'origine de la légende atlantidienne.

De ce recul des terres atlantiques devant la mer, on a d'autres preuves. Les estuaires, ces embouchures élargies des fleuves atlantiques, sont des vallées enfoncées, comme les fjords norvégiens. Sur le littoral atlantique français, par marée très basse, on trouve aujourd'hui sous la mer, des tourbes, faites des débris accumulés de plantes d'eau douce terrestres. Elles se sont donc enfoncées et, avec elles, les outils néolithiques, les haches de pierre polie que les hommes y ont laissés. Il en existe aussi au large des côtes belge et hollandaise, recouvertes de vase marine récente. Dans l'ancienne vallée submergée du Rhin, dans la mer du Nord, on a dragué des ossements de mammouth, du temps où l'on pouvait passer à pied sec du Danemark en Ecosse, du temps où les îles Britanniques étaient encore sur le continent (fig. 7). Ces mammouths, éléphants des zones froides, au large des surfaces glacées, étaient contemporains d'hommes civilisés qui les ont dessinés – avec quel style! – sur les parois des cavernes.

La côte atlantique s'enfonce encore. Les dernières indications sont historiques. Vers l'an 400 après J.-C. la ville d'Ys disparaît dans la baie de Douarnenez en Bretagne. La forêt de Scissy s'enfonce sous les eaux, avec ses deux monastères. Il n'en émerge plus qu'une colline, le Mont-Saint-Michel. La liaison se rompt entre les îles anglo-normandes et le littoral. Héligoland se réduit à un îlot minuscule. Au XIIe siècle la mer recouvre lentement la région du Zuyderzée, en Hollande, et les côtes belges.

C'est là, sur cette côte celtique où les submersions sont historiques, qu'une école ethnographique veut placer non l'Atlantide elle-même, mais l'origine de la légende atlantidienne. Tout récemment le Français Gidon s'en est fait le défenseur. On utilisait l'ambre en Egypte dès les dynasties thinites, qui remontent à l'an 3300 av. J.-C. Cet ambre se récoltait au nord de l'Europe, dans la région balte. L'étain aussi arrivait en partie du nord, de ces mystérieuses Cassitérides, la Cornouaille, l'Armorique, peut-être une île entre elles. D'abord par voie de terre, il se peut. Mais dès 2400 les Crétois allaient le chercher eux-mêmes en franchissant les Colonnes d'Hercule. Sans doute surent-ils que les populations qui le récoltaient reculaient perpétuellement devant la mer.

Le géographe Strabon, au début de l'ère chrétienne, cite des auteurs plus anciens que lui, selon lesquels les Celtes, en perpétuel péril de mer, marchaient en armes contre l'Océan et se laissaient submerger plutôt que

de mourir. Il cite Ephore, contemporain de Platon, disant que la mer noie plus de Celtes que leurs perpétuelles guerres n'en tuent.

Le pays du métal, le pays des guerriers, le pays de la mer envahissante. Platon savait-il sans doute tout cela ?

Et les fonds vaseux qui aujourd'hui, nous dit-il, rendent cet océan difficile et inexplorable ne seraient-ils pas ceux du littoral atlantique français, qui encombrent les passes, entre La Rochelle et ses îles ?

On se demande d'autre part si la doctrine des druides, dont l'élévation morale et intellectuelle contraste avec le degré de civilisation assez fruste des peuples celte et gaulois, ne provenait pas d'une terre et d'une civilisation plus occidentales, en survivant au brassage des races.

La tradition fut sans doute constamment renouvelée par l'avancée continue de la mer depuis l'âge des plus vieilles dynasties égyptiennes jusqu'aux Grecs.

Il y a une certaine tendance en anthropologie et préhistoire à ne pas rajeunir l'Atlantide. Elle se base sur cette conception qu'une partie des Atlantes auraient pu émigrer sur les côtes d'Europe et d'Afrique et qu'ils seraient les ancêtres des Basques, race bien individualisée, et des Guanches, habitants des Canaries, les ancêtres de la race dite atlanto-méditerranéenne. Selon une supposition de l'ethnologue français Poisson, ces Atlantes émigrés ne seraient autres que la race préhistorique dite de Cro-Magnon dont on a trouvé des squelettes en Dordogne, race qui apparaît à l'époque de l'aurignacien, c'est-à-dire à la fin de la période glaciaire, à une date que, par diverses méthodes, on suppute être de l'ordre de 10 000 ans avant l'ère chrétienne. Ces hommes de Cro-Magnon, d'assez grande taille, seraient entrés en lutte avec la race occupante, dite de Combe-Capelle, à laquelle se rattacheraient les antiques populations égéennes, les Pelasges. On trouverait des réminiscences de ces luttes dans les mythologies grecque, celtique et même nordique sous forme de combats entre des géants et des dieux.

La tentation est donc grande en ethnographie de chercher argument dans des terres atlantiques disparues. La géologie moderne se gardera de s'opposer à cette tendance. Elle pressent bien que les canons-sondeurs et le perfectionnement de la cartographie sous-marine vont lui révéler d'autres données et d'autres problèmes aussi inattendus que ceux des vallées sous-marines. Dans ces problèmes, dont la solution demandera la coordination de toutes les sciences de la nature et de l'homme, pourquoi le nom de l'Atlantide ne reviendrait-il pas ?

Il faut bien conclure et reprendre les questions que nous nous sommes posées si simplement au début, et qui nous apparaissent maintenant dans toute leur candide hardiesse.

A travers la critique historique et géographique du texte platonicien, à travers les révélations des sciences du passé de la terre, nous avons cherché l'Atlantide et ne l'avons pas trouvée.

D'emblée, pourtant, nous avions modéré nos prétentions. Dans la plus vieille légende du monde, nous ne voulions qu'une paillette de vérité.

Mais nous l'exigions d'or pur. Car, authentique, elle scintillerait d'un reflet particulier que n'ont pas les objets, témoins ou traces des anciens hommes. Elle serait le plus antique souvenir direct de l'humanité, la plus longue démarche de la mémoire et de l'esprit; elle s'illuminerait comme un lointain phare sur la longue et vagabonde route des hommes dont tant de détours se sont perdus. C'est cela qui constitue son attrait et son véritable prix. Un prix que nous refusons d'acquitter en fausse monnaie de trop d'atlantomanes.

A plusieurs reprises cependant nous avons cru, de loin, l'apercevoir. Mirage ou image indistincte ? Les pistes suivies s'en détournent-elles ? Non, reconnaissons-le, c'est qu'elles ne sont pas encore ouvertes assez avant. C'est que, des résultats acquis, pourtant nombreux et riches, et des raisonnements qu'ils permettent, l'Atlantide nous dévoile la grossièreté et les lacunes en se dérobant comme une récompense réservée à de plus grands efforts.

Notre voyage ne fut pas vain pour autant. Il nous a ouvert de larges perspectives, un peu de la dimension du temps et des espaces inexplorés, un aperçu de la mobilité du visage de la terre, depuis le début des hommes, un monde de grandeurs que notre esprit n'a que trop tendance à réduire, à racornir ou figer sitôt qu'il s'essaie à les remplir d'événements humains.

Dans cette immensité spatiale et temporelle avons-nous le droit de refuser une place à l'Atlantide ? Si nous acceptons, et nous l'avons fait, de la dépouiller de sa parure d'orichalque et de son fatras d'organisation sociale et économique en la réduisant à sa raison élémentaire: celle d'une terre et d'une peuplade d'hommes jadis abîmées dans la mer sans laisser de trace, nous ne pouvons avec assurance répondre positivement.

Certes, le premier devoir de l'homme de science est le scepticisme, Claude Bernard nous l'a rappelé à bon escient. Mais le scepticisme seul est mortel. Aristote le sceptique, au lieu de hausser simplement les épaules au récit de son grand patron, eût mieux fait d'assurer les raisons de sa négation et de nous les dire. Valables ou non, elles sont à jamais perdues.

Mais entre l'incrédule Aristote et Platon le conteur, qui sans doute s'est laissé prendre au mirage de sa merveilleuse histoire, est-il impérieux de s'attarder à choisir ? Pourquoi ne pas reprendre plutôt sans tergiverser davantage notre voyage de recherche – qui n'était qu'ébauché – en les y associant tous deux. D'Aristote, malgré tout, nous nous réclamons. Que sa pensée objective nous préserve des interprétations douteuses, des idées préconçues et des conclusions hâtives.

Nous emmènerons aussi Platon. Philosophe, il apprendra, comme Hamlet, qu'«il y a plus de choses dans le ciel et sur la terre»... et dans la mer aussi... «que dans toutes les philosophies». Mais au fait, à quel titre l'inviterons-nous ? Non pas que nous espérions encore de lui quelque renseignement secret. Comme l'a dit Jean Cocteau du poète: «Il a tout découvert, mais il ne renseigne personne.» Platon, poète! La supposition a été risquée, timidement, comme si l'appel de la poésie pouvait être, pour un philosophe, autre chose qu'une promotion. Par trois fois Platon avait

fait le voyage de Sicile où, vainement, il avait espéré voir se réaliser son idéal d'organisation sociale. C'est à son dernier retour, au soir de la vie, déçu par son époque, qu'il rédige le Timée et le Critias, s'empare de l'Atlantide, y transpose son rêve... et crée un mythe.

Peut-être n'est-elle née, son île, que d'une merveilleuse intuition. Mais qu'il l'ait voulu ou non, le destin a fait de l'Atlantide un symbole: celui des luttes infinies des terres et des mers dont les rivages peuvent donner, l'espace de quelques générations, une illusion d'éternité, mais qui s'affrontent sans cesse, combien mouvantes, dans le temps déjà de l'aventure humaine.

Les sciences qui, un jour proche ou lointain, feront surgir une Atlantide d'une poignée de sable marin ou de quelques outils primitifs, et qu'anime l'espoir de telles découvertes, ces sciences n'ont pas à rejeter la poésie d'un symbole qui s'identifie si bien au leur. Que l'auteur du Timée ait été emporté par un mouvement poétique, nous ne le redoutons point. C'est même à ce titre que nous le voulons à bord. Heureux ceux, conscients ou non, qui dans la nature ou le laboratoire savent associer rigueur et poésie dans la grande aventure scientifique de notre temps.

Hommage soit aussi à Platon pour le caractère insolite, sibyllin et provocant de sa révélation. Cette terre évanescente qu'avec quelle subtile réserve il n'a mise nulle part, elle est latente partout. Attirante et railleuse comme une sirène, elle inquiète les schémas simplificateurs et assurés des historiens de l'humanité primitive. Par quelles Atlantides ignorées a-t-elle passé cette espèce humaine si mouvante, si multiple, si férocement et pitoyablement acharnée à vivre, au cours des centaines de millénaires pendant lesquels elle s'est opiniâtrement affirmée, aux prises avec la nature et ses revers, ses changements de climats, de rivages, d'habitat ? Nos collections d'outillages lithiques et de fossiles quaternaires sont-elles l'essence de la vie ou seulement l'un de ses reflets, combien précieux certes, mais fragmentaires et confus ? Cinq cent mille ans de luttes et d'espérances humaines seraient-ils exactement condensés dans les stratigraphies des cavernes et des ruines classiques ?

En vérité, l'histoire de l'humanité s'écrit encore comme la biographie d'un être dont on saurait seulement ce qu'il a pu faire pendant un jour à peine de chaque année de sa vie. Combien de vicissitudes à jamais perdues, mais que d'événements à découvrir encore dans le trésor du passé.

Croire à l'Atlantide ? J'ai garde de vous y inciter. C'est à sa recherche qu'il faut croire. C'est une tâche scientifique et possible. Chaque jour l'océanographie, la sédimentologie du fond des mers, la détermination des dates absolues par la radioactivité, nous apportent des ressources nouvelles. La vraie certitude c'est que la route sera riche de révélations insoupçonnées. Elle suffit. Platon croyait formuler un thème philosophique: plus encore qu'un symbole, c'est une hypothèse de travail qu'il nous a laissée, et une belle invite à larguer tout grand les voiles au grand vent de la découverte.

Bericht der Schweizer Virunga-Expedition in Zentralafrika 1954-55

Von

ARNOLD HEIM (Zürich)

Freudig ergriff der Vortragende das Wort, vor allem, um die Dankbarkeit an die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft zu bezeugen, welche durch ihre finanzielle Unterstützung die geplante Expedition ermöglicht hat. Weiterer Dank gebührt der Hermann-Stoll-Stiftung und der Schweizer Stiftung für Alpine Forschungen.

Mein Plan war eine allgemein naturwissenschaftliche Rekognoszierung der Virunga-Vulkane am Kivu-See, bot doch diese einzigartig mannigfaltige Gegend höchstes Interesse in geologischer, botanischer, zoologischer und anthropologischer Hinsicht. Alle Stufen der tätigen und erloschenen Vulkane bis auf die hochalpinen, oft schneebedeckten Gipfel Mikeno 4437 m und Karisimbi 4507 m sollten untersucht werden.

Da von den 8 Virungas 5 ganz und die östlichsten 3 zur Hälfte im Parc National Albert du Congo Belge liegen, mußte zuerst die Genehmigung der Parkdirektion in Brüssel erlangt werden. Diese wurde auf Grund vieler Empfehlungen, worunter des Belgischen Ministers in Bern und des Kongo-Ministers in Brüssel laut offiziellem Brief vom 24. November 1953, erteilt, so daß die Vorbereitungen energisch an die Hand genommen werden konnten.

Als Mitarbeiter beteiligten sich die Herrrn cand. phil. HANS STAUFFER, Botaniker; Dr. HANS GRABER, Zoologe, und JON FEUERSTEIN, Photograph.

Im Juli 1954 flogen wir mit der Sabena nach Bukavu am Südende des Kivu-Sees und bezogen in Goma, an seinem Nordende, ein Standquartier.

Bereits hatten wir mit unseren Arbeiten kräftig eingesetzt, als uns am 28. August der Administrator des Parks bei einer Einladung verkündete, daß uns laut Brief aus Brüssel die westlichen, tätigen Vulkane nur längs der offiziellen Pisten erlaubt und die östlichen ganz verboten seien. Nach einem Gesuch an den Präsidenten der Parkkommission, VAN STRAELEN, antwortete dieser:

«La lettre du 24 novembre est une manifestation de courtoisie et un agrément de principe sans plus.»

Ich stand vor der Wahl, die Expedition aufzugeben oder unsere Arbeiten, soweit möglich, außerhalb des Parks Albert fortzusetzen.

Wir zogen nach den östlichsten drei Virungas, deren Nordseite zu Uganda gehört, und genossen dort die Erlaubnis und Unterstützung der britischen Regierung zu ungestörter Arbeit. Wir errichteten ein Lager für viele Wochen bei 3000 m im Urwaldsattel zwischen Muhavura, 4127 m, und Mgahinga, 3475 m, bestiegen diese mehrmals sowie auch den zackigen Felskopf ohne Krater des Sabinyo, 3634 m.

In *geologischer Hinsicht* gewann ich manche neue Einsicht in die Beziehungen des uralten afrikanischen Grundgebirges zum jungen Vulkanismus. Die vielen, über mehr als 100 km gezeichneten Grabenverwerfungen der belgischen geologischen Karten sind größtenteils hypothetisch. Die einzelnen Vulkane sind meist nicht durch Verwerfungen miteinander verbunden, sondern entstammen selbständigen Schloten. Eine reichhaltige Sammlung der mannigfaltigen Eruptivgesteine von den sauersten bis zu den ultrabasischen und alkalireichen, sowie eine Kollektion von vielfach verzwillingten Augitkristallen wurde dem Mineralogisch-Petrographischen Institut der ETH zur Bearbeitung durch Spezialisten übergeben. Erwähnt mag hier noch sein die Bestätigung des Vorkommens von Tillit an der Luka, 22 km südlich Walikale, bei 1° 37' s. Br., also einer echten Moräne von rund 200 Millionen Jahre Alter mitten im tropischen Urwald.

Der Botaniker H. Stauffer hat mit Hilfe seines zwei Meter hohen, zusammenlegbaren Petrolofens eine bedeutende Sammlung von Pflanzen der verschiedenen Höhenzonen in unermüdlicher Arbeit zustande gebracht. Sie wurde dem Botanischen Institut der Universität, Botanischer Garten, Zürich, übergeben, wo er sie großenteils selbst bearbeiten wird. Die Flechten und Moose sind bereits in den Händen von Spezialisten. Außer dem Sammeln hat sich Herr Stauffer auch mit pflanzengeographischen und systematisch-phylogenetischen Untersuchungen befaßt.

Der Zoologe Dr. H. Graber hat hauptsächlich seine Spezialität verfolgt. Anhand von Mikroskopen studierte er die Gesetze der Vererbung bei den Fliegen Drosophila und Zaprionus. Von etwa 20 Arten gelangen ihm Zuchtversuche, die nun in Zürich weiter verfolgt werden können. Er erkannte die Beziehungen in der Veränderung der Chromosomen und deren Gene zur Ausbildung der neuen Generation und der Artbildung. Nebenbei entdeckte er etwa 30 neue Spezies. Auch machte Dr. Graber neue Beobachtungen im Verhalten von Reptilien.

Der Photograph J. Feuerstein hat neben vielen Einzelaufnahmen besonders an einem farbigen Expeditionsfilm gearbeitet, der noch zusammenzufügen ist.

So dürfen wir wohl sagen, daß das mögliche getan wurde, um die Expedition doch noch zu einem erfreulichen Resultat zu bringen.

Die Projektion der Farbdias mit Erläuterungen hatte nicht den Zweck einer wissenschaftlichen Darstellung, sondern den gemischten Zuhörern des großen Saales einen allgemeinen Einblick zu geben in die

wunderbare Tropenwelt am Kivu-See, dem höchsten (1460 m) und schönsten der tropischen Seen der Erde, und in die ihm zur Seite sich majestätisch erhebenden Vulkane mit ihren Eruptionen, den riesigen Lavaströmen, sowie den älteren östlichen Vulkanen, deren Laven tiefgründig verwittert und mit Urwald in den verschiedenen Höhenzonen bedeckt sind. Dies ist die Heimat des dem Menschen am nächsten stehenden Tieres, des riesigen Berggorillas, der ein Bergsteiger ist. Wir sind ihm und seinen Nestern öfters begegnet und auf seinen Spuren emporgestiegen bis auf fast 4000 m.

Im neugegründeten Elisabeth-Park am Eduard-See (Uganda) durften wir mitten in der Wildnis das Zelt aufschlagen. Die Bilderserie bot zum Schluß einen herrlichen Einblick vom dortigen Leben der Hippos, der Elefanten und eines Löwen, der eben einen Büffel geschlagen hatte.

Tief bedauerlich ist es, daß die Regierungen der gleichen Länder, denen die Reservationen zum Zwecke des Naturschutzes zu verdanken sind, Lizenzen ausgeben und neuerdings Reklame machen für Großtierjagd. Wir haben zugesehen, wie Ausländer, darunter selbst indische Maharadschas, in nächster Umgebung der Parke Elefanten, Büffel und Gazellen töteten und deren Zähne oder Hörner mitbrachten. So wird die niedrigste Eigenschaft des Menschen, die Mordlust, geweckt und die einzigartig wunderbare Natur Afrikas weiterhin geschändet.

Finalisme et physicisme

Symposium vom 25. September 1955
veranstaltet von der Schweizerischen Gesellschaft zur Pflege der Logik und Philosophie der Wissenschaften

Leitung: F. GONSETH (Zürich)
Referenten: A. PORTMANN (Basel), F. BALTZER (Bern)

Votum von Adolf Portmann:

Physikalismus und Finalismus

Das Problem der Beziehung von Physikalismus und Finalismus ist ein Glied der großen Frage, ob eine einheitliche Erklärungs- und Darstellungsweise im Bereich der Naturwissenschaften möglich sei. Die nachfolgenden Bemerkungen zu diesem großen Thema vertreten die Auffassung, die Komplexität des biologischen Forschungsobjektes widersetze sich einer monistischen Erklärung und fordere eine sinnvolle Kombination mehrerer Methoden, einen kohärenten Pluralismus. Am Beispiel des Farbwechsels höherer Tiergruppen wurde diese Position dargelegt.

Spontaner Farbwechsel ist im vorigen Jahrhundert und bis in die zwanziger Jahre unserer Zeit in streng monistischem Sinne interpretiert worden. Es galt, die Kette von Faktoren, die vom Außenreiz zum Farbwechsel führen, Glied um Glied aufzuzeigen, um die Erscheinung schließlich als Folge einer Kette kausal verstandener Vorgänge zu erfassen. Die Untersuchungen finden Sinnesorgane, Nervenzentren, Nerven, die zu Farborganen oder die zu Hormondrüsen führen. Letztere sondern Farbwechselhormone ab, welche die letzte Strecke zum Farbwechselorgan zurücklegen und den Farbwechsel einleiten. Da auch bei nervöser Übertragung die allerletzte Wegstrecke von der Nervenendigung zum Chromatophor durch hormonale Substanzen zurückgelegt wird (Adrenalin oder Acetylcholin z. B.), so scheint die Einheitlichkeit des Prozesses recht auffällig.

In allen diesen Experimenten und Deutungen wird Farbwechsel stillschweigend als ein einheitliches Phänomen aufgefaßt. Die Widersprüche in den Versuchsserien über Farbwechsel sind ungemein zahlreich, doch hat die Physiologie diesen trotzdem lange Zeit als Einheitsphänomen

zu erklären versucht. Nur von der Verhaltensforschung aus kommt heute ein Standpunkt zur Geltung, der die Vielheit der Erscheinungen betont: Farbwechsel ist ein Geschehen, das im Dienste sehr verschiedener vitaler Funktionen steht. Die ökologische und die morphologische Forschung zeigen schon jetzt die folgenden Funktionskreise:

1. Dienst innerhalb der Anpassungsfunktion (Tarnung).
2. Einordnung in den Wärmehaushalt (thermische Regulation).
3. Eingliederung in die Mittel sozialer Kundgabe (Ausdrucksfunktion, die sehr oft Auslösercharakter für ganz bestimmte Verhaltensweisen haben kann).
4. Farbwechsel als Glied der Selbstdarstellung, eine immer deutlicher als oberste biologische Funktion erkannte Leistung.

Von diesen vier Funktionen, denen sich wohl noch andere zugesellen werden, wird im allgemeinen nur die erste in den physiologischen Deutungsversuchen vorausgesetzt und die gesuchte Kausalkette auf sie hin konstruiert. Die Betrachtung der ganzen Wirklichkeit erfordert aber von vornherein eine Pluralität der Standorte, der auch die Kompliziertheit der auszudeutenden Strukturen entsprechen muß. Die letzte uns zugängliche Gegebenheit wird von der Verhaltensforschung wie von der Morphologie in der «Stimmung» gesehen, d. h. in einer Befindlichkeit des Ganzen, deren strukturelle Grundlage wir nicht kennen.

Angesichts dieser Tatsache ist die Biologie genötigt, in ihren Deutungsversuchen das zu erforschende Ganze als eine unbekannte umfassende Realität zu setzen und in dieser unbekannten Wirklichkeit einzelne zu erforschende Bezirke auszugliedern. Das Beispiel des Farbwechsels sollte uns zeigen, daß eine solche Ausgliederung immer und ausnahmslos von einer «Rolle» im Lebensspiel ausgehen muß. Eine solche Untersuchung ist Bedeutungsforschung und als solche von Grund auf etwas anderes als die Ermittlung einer kausalen Kette von Ursachen und Wirkungen. Diese letztere ist nur ein Glied im großen Ganzen, wie wichtig uns auch in gewissen Blickrichtungen dieses besondere Glied sein kann. Was hier für den Farbwechsel angedeutet wird, gilt ganz genau gleich für die Erbforschung; auch hier wird die Kausalkette vom Gen zum Merkmal gesucht, aber stets als ein bescheidenes Glied in einer größeren unbekannten vorgegebenen Wirklichkeit vorgefunden. Von diesem umfassenderen Ganzen, aus dem die Forschung Ausgliederungen vornimmt, wissen wir, daß es als eine Vorwegnahme künftiger Möglichkeiten, als eine Antizipation von kommenden Abläufen aufgefaßt werden muß. Dieser Entstehungsentwurf schließt von vornherein aus, daß der Organismus in monistischer Absicht den physikalisch-chemischen Abläufen einfach gleichgesetzt wird. – Alle Kausalforschung am Lebendigen, die sich der physikalischen Methoden und Formulierungen bedient, erfolgt unter momentanem Absehen von der vorgegebenen Antizipationsstruktur; sie geschieht durch Abblenden eines großen Teils der Wirklichkeit und bewußte Beschränkung auf bestimmte Teilvorgänge. Die Ergebnisse dieser

physikalistischen Formulierungen können sinnvoll nur angewandt werden, wenn sie nachher wiederum als Glieder in eine Struktur der Antizipation eingeordnet werden.

Die biologische Forschung hat in jüngster Zeit den Vitalismus überwunden, aber nicht zugunsten einer Zuwendung zum Mechanischen, sondern durch den Verzicht auf die Anwendung von ganzmachenden Faktoren, wie etwa die Entelechie im Sinne DRIESCHS einer war. Die neue biologische Haltung ist die einer autonomen Forschungsweise in einem besonderen Bereich der unbekannten Wirklichkeit. Diese biologische Forschungsweise beruht auf der komplementären Anwendung der Methoden der Bedeutungsforschung einerseits (also eines kritischen Finalismus) und der Kausalforschung im physikalisch-chemischen Sinne (also eines Physikalismus) anderseits. Die Anerkennung der besonderen, komplexen Natur des biologischen Gegenstandes ist die Voraussetzung aller kritischen Arbeit im Bereich der Lebensforschung. Die monistischen Versuche scheiterten nicht zufällig daran, daß sie mit unzulänglichen Einheiten (z. B. Genen, Zellen, Reflexen usw.) das Ganze vorschnell aufzubauen suchen, statt das unbekannte Reale des Lebendigen als eine stete ungelöste Forschungsaufgabe zu sehen.

Votum von Fritz Baltzer

Es sei zunächst versucht, die beiden Begriffe des Symposiumtitels zu umschreiben. *Physicisme:* Wenn in einer Reihe von Zuständen oder Vorgängen eine bestimmte zeitliche Folge besteht und dabei die späteren Zustände von den vorausgehenden bedingt werden, liegt ein Kausalnexus, eine Kausalreihe vor. Abhängigkeiten dieser Art sind charakteristisch für die Vorgänge in der Chemie und Physik. *Finalisme:* Beim Menschen gibt es neben diesen ersten eine grundsätzlich andere Abhängigkeit, den finalen Ablauf, den Finalnexus. Der Mensch kann ein zu erreichendes Ziel vorausplanen, und dieses bestimmt (als *vorweggenommene Ursache*) die dazu notwendigen vorausgehenden Handlungen und zu seiner Erreichung zweckmäßigen Mittel.

Es sei schon hier hervorgehoben, daß für den Begriff der Zweckmäßigkeit bereits von Kant eine prinzipielle Unterscheidung zwischen regulativer und konstitutiver Zweckmäßigkeit gemacht worden ist. Wenn sich ein Organ in Form, Struktur und Funktion zweckmäßig verhält, so braucht dies trotzdem nicht in konstitutiv-finalem Sinn analog der menschlichen Planung gedeutet zu werden. Wir werden als Beispiel eines solchen regulativ-zweckmäßigen, nicht teleologischen Verhaltens die Entstehung von Anpassungen durch Mutation und Selektion zu erwähnen haben.

Unsere Grundfrage wird also sein, welchen Platz die eigentliche konstitutive Finalität allgemein bei Lebewesen einnimmt. Sie ist von jeher durch die bei allen lebenden Organismen beobachtete *Zweckmäßigkeit in Bau und Verhalten* besonders eindringlich gestellt worden und mit

zahlreichen allgemeinen Eigenschaften des Lebendigen verknüpft. Ich möchte, um einen allgemeineren Boden zu gewinnen, einige der Eigenschaften betrachten, in denen sich lebendige und tote Materie unterscheiden. Zum Teil sind diese Unterschiede durchaus landläufig, machen aber das Problem der Finalität deutlicher.

1. Selbstreproduktion und Individualisation der organischen Systeme. Die anorganischen Körper können, wenigstens im Prinzip, aus ihren chemischen Elementen aufgebaut werden. Die organischen Systeme aber, die Lebewesen, entstehen durch Selbstreproduktion immer nur aus ihresgleichen. Ein heute viel diskutiertes Teilsystem dieser Art sind die Gene: Nukleoproteine von hochmolekularem Bau mit der Fähigkeit identischer Verdoppelung. Es gibt meines Wissens im anorganischen Bereich keine freien, selbstreproduzierenden Makromoleküle. Die Stellung der Viren möge in der Diskussion erörtert werden.

Alle organischen Systeme haben eine *individualisierte* Form. Es können zwar auch anorganische Bildungen individualisiert sein, so die Kristalle, die Somatoide u. a. Aber die organischen Systeme sind ihnen gegenüber Individuen weit höherer, andersartiger Strukturstufen mit besonderen Kriterien. Auch sie bestehen zwar aus zahllosen anorganischen Teilsystemen, die den Gesetzen der Chemie und Physik unterliegen, aber diese Teilsysteme sind stufenweise zu einem übergeordneten und geformtem Ganzen zusammengefaßt. Die *Form* – eine Folge der Individualisierung – spielt hier als erwachsener Zustand, als Entwicklungsstufe und (in der Morphogenese) als Grundlage für räumlich geordnete Entwicklungsfaktoren eine ganz entscheidende Rolle. In diesem geformten Ganzen sind die Teile gegenseitig voneinander abhängig. Sie stützen und beeinflussen sich gegenseitig, alles dies «angepaßt» im Sinn der Erhaltung des ganzen Systems, der *Lebenserhaltung*. Im Sinne dieser Zweckmäßigkeit wirkt auch die schon genannte Fähigkeit der Selbstreproduktion.

2. Beziehung zur Umwelt. Die Individualisation bedeutet für jedes Individuum eine Abgrenzung gegenüber der Umwelt. Jedoch liefert diese alles zum Stoffwechsel Notwendige. Die lebenden Individuen bauen dieses Material selbsttätig, zweckmäßig und arteigen in ihr System ein. Sie sind mit ihrem Stoffwechsel und anderseits mit ihren Sinnes- und Bewegungsorganen *in ihre Umwelt eingepaßt.* Hier ist also immer wieder nach dem Charakter dieser «Zweckmäßigkeiten» und Anpassungsfähigkeiten zu fragen.

3. *Der historische Charakter.* Alle Organismen haben eine historische Entwicklung. Jede Art hat ihre besondere Stammesgeschichte, ohne die weder ihr Bau noch ihr Verhalten verstanden werden können. Dieser historische Charakter bildet bekanntlich die Voraussetzung für das natürliche System mit seinem unerhörten Reichtum an einzelligen und vielzelligen Formen der Pflanzen- und Tierwelt einschließlich des Menschen. Die eine Voraussetzung für diese historische Entwicklung ist die schon genannte Selbstreproduktion, repräsentiert durch die normale Stabilität

der Erbgrundlage, worunter hier Genom *und* Eibau verstanden sei. Die andere Voraussetzung ist im Gegensatz dazu die Abänderungsfähigkeit aller Lebewesen, gegeben durch die gelegentliche Abänderungsfähigkeit der Erbgrundlage. Wie weit hier als abändernder Faktor die Mutationen ausreichen, wird noch erörtert werden.

Der historische Charakter ist in zwei Formen gegeben: in der *Stammesgeschichte* (der Phylogenese) der Arten und der höheren systematischen Gruppen und in der *Ontogenese* der Individuen. Es ist prinzipiell wesentlich, daß sich Phylogenese und Ontogenese *wechselseitig bedingen.*

Diese wechselseitige Bedingtheit ist von besonderer, dem anorganischen Bereich durchaus fremder Art. Nehmen wir die vielzelligen Organismen als Beispiel: Ihre ontogenetischen, in jeder Generation sich wiederholenden embryonalen Zustände, der Bau des Eies, des Genoms und der frühembryonalen Anlagen sind in ihrer Entwicklung, ihrer Struktur und Form auf die *zukünftige* erwachsene Organisation «*ausgerichtet*». Umgekehrt wird letztere in der Embryonalentwicklung «*vorausgenommen*», und zwar geschieht dies in einer dem erwachsenen Zustand erst allmählig sich annähernden Struktur und Form. Auch im Ei ist diese Vorausnahme gegeben, jedoch in einer von den späteren Zuständen durchaus verschiedenen submikroskopischen und mikroskopischen Struktur. Die Ursachen für diese außerordentlich merkwürdige «Ausrichtung» und «Vorausnahme» liegen in der Stammesgeschichte. Dies kann als reiner Kausalnexus formuliert werden. Aber eine solche Formulierung ist sehr simplizistisch und wird den Tatsachen nicht gerecht. Man muß NICOLAI HARTMANN wohl recht geben, wenn er hier einen besonderen «*nexus organicus*» annimmt, der weder ein rein kausaler noch ein rein finaler Zusammenhang sein soll. «Es wird höchst unwahrscheinlich», sagt er, «daß in den organischen Prozessen mit ihrer erstaunlichen Ausrichtung auf die entfaltete Form und das Zweckmäßige nicht eine weitere, *uns unbekannte Form der Determination*, ein besonderer nexus organicus enthalten sein sollte.» (NICOLAI HARTMANN, Philosophie der Natur, Gruyter, Berlin 1950, S. 689.)

Schon die allem Anorganischen fremde Existenz einer Ontogenese und Phylogenese mit ihrer wechselseitigen Beziehung, ebenso die Überschichtung der anorganischen Systeme durch ein übergeordnetes und geformtes Ganzes können dieses Postulat stützen.

Zur Charakteristik der Phylogenese seien zwei Bemerkungen hinzugefügt. Die erste betrifft die artbildenden richtungslosen *Mutationen.* Sie können in Verbindung mit *Selektion* und den Lebensbedingungen einer bestimmten Umwelt zur Erklärung zahlreicher Neubildungen und Anpassungen genügen. Die Selektion selbst ist notwendig gegeben durch die Vermehrungsquote der Individuen. Diese neodarwinistische Erklärung ist ein Musterbeispiel für die Annahme der Entstehung von «Zweckmäßigem» ohne Finalität, zugleich auch in der Tatsache der Selektion ein Beispiel für eine dem Anorganischen fremde, *spezifisch biologische* Gesetzmäßigkeit. Der Referent möchte die Entstehung des Farbwechsels und der Farbanpassungen, von denen Herr PORTMANN sprach, und die

Entstehung der Mimikry zu solchen Fällen rechnen. Dagegen möchte er bezweifeln, daß der gleiche Mechanismus für so viele andere komplizierte Fälle organischer «Zweckmäßigkeit» genügt und stammesgeschichtlich für die Entstehung der großen systematischen Gruppen (der Klassen und Stämme) ausreicht.

Die zweite Anmerkung betrifft das Problem der *orthogenetischen*, d. h. zielgerichteten *Entwicklung*. Daß in der Stammesgeschichte Entwicklungsreihen sehr häufig sind, wird durch die Paläontologie bewiesen. Die Pferdereihe ist ein Beispiel. Zur Diskussion aber steht, ob hiefür die soeben erwähnte neodarwinistische Formel der Selektion und Mutation ausreicht. Das Problem muß nach Ansicht des Referenten von der entwicklungsphysiologischen Beziehung her betrachtet werden, die zwischen Ontogenie und Phylogenie besteht. Stammesgeschichtliche Neuerungen sind primär durch Veränderungen in der Erbgrundlage der Geschlechtszellen der Ausgangsform veranlaßt. Gleichzeitig ist das Erbgut (Genom und Eibau) und der Verlauf der Ontogenese auf die zugehörige erwachsene Organisation der Ausgangsform ausgerichtet. Diese Verankerung bedeutet bei stammesgeschichtlichen Neuerungen eine Kanalisierung. Die stammesgeschichtlichen Neuerungen können nicht in beliebiger Richtung gehen, sondern sie müssen mit der bisherigen stammesgeschichtlichen Linie in Beziehung stehen.

Damit wird ihnen eine Richtung gegeben. Es ist einleuchtend, daß dieses Verhalten einerseits kausal und anderseits beschränkt zielbedingt ist.

Ich möchte auch zur *Charakteristik der Embryonalentwicklung*, diesem Inbegriff organischen Werdens, eine Bemerkung beifügen. Sie hat im normalen Fall einen imponierend regelmäßigen Ablauf. Die einzelnen, charakteristisch geformten Stadien folgen sich in gesetzmäßiger Abwicklung. In das Innere der Gesetzmäßigkeit sehen wir jedoch beim normalen Ablauf nicht hinein. Sobald aber experimentell abgeänderte Entwicklungsbedingungen gesetzt werden, manifestiert sich eine unerwartet große und zugleich doch begrenzte Plastizität. Dabei spielen als Faktoren in der ersten Entwicklung des Eies variable, anpassungsfähige Stoffgleichgewichte, Stoffgefälle und -konkurrenzen eine wichtige Rolle, wobei dieses stoffliche Material schon aus den verschiedensten hochorganisierten Systemen zusammengesetzt und anorganischen Verhältnissen schon übergeordnet ist. Auch diese Plastizität ist auf die Entwicklung der zukünftigen Organisation «ausgerichtet». Beziehen sich die erwähnten Ergebnisse auf die Entwicklung des Seeigeleies, so zeigt uns die experimentelle Analyse der Amphibienentwicklung eine ähnliche Plastizität in etwas späteren Embryonalstadien. Sie zeigt insbesondere, wie bestimmte Keimbereiche als Induktoren die Entwicklung ihrer Nachbarbereiche (auf stofflichem Wege) beeinflussen und welch entscheidende Rolle das *räumliche Ganze* spielt, auch hier als Vorstufe der späteren Organisation.

Solche Beispiele können dem aus N. HARTMANN zitierten Postulat eine konkrete Unterlage geben und deutlich machen, daß es mit einem Pochen auf die Kausalität, aber auch mit dem Schlagwort der Finalität

nicht getan ist. Das Problematische bleibt die Mischung von Kausalität und Zielbedingtheit. Damit kommen wir zum letzten Abschnitt, der als genaueres Beispiel für das eben Gesagte dienen mag.

4. Zweckmäßige embryonale Regulationen. Als Beispiel sei eine Regulation bei explantiertem embryonalem Amphibienmaterial erläutert. In der jungen Molch- oder Froschgastrula (und weniger bestimmt auch schon im befruchteten Ei) sind die zukünftigen Organe des Embryos als ein Mosaik flach ausgebreiteter Bezirke vorgezeichnet, zum Teil schon wirklich determiniert (Chorda, Muskelsystem, Darmgewebe), zum Teil noch labil (Nervensystem, Epidermis). Damit ist auch die grundsätzliche harmonische Organisation des fertigen Tieres vorweggenommen.

Schneidet man aus dem zukünftigen Chordabereich (die Chorda ist die Vorläuferin der Wirbelsäule) der jungen Gastrula ein kleines Stück heraus und züchtet es als Explantat in einer neutralen Salzlösung (Holtfreter 1938), so wächst dieses Fragment weiter. Es bildet sich aber in ihm nicht nur Chorda aus, wie es bei normaler Entwicklung im Ganzkeim der Fall gewesen wäre, sondern die explantierte Gewebemasse *organisiert sich in sich selbst* und produziert in bestimmten Proportionen außer Chorda auch Muskulatur, Rückenmark, Haut und Darmgewebe. «Die Entwicklung des isolierten Keimteiles läuft in eine Bahn, *welche in die Richtung auf einen harmonischen Organkomplex zielt.* Sie ist regulatorisch. Allerdings hat die Regulation ihre (in diesem Fall gut analysierten) Grenzen.» (A. Kühn, Entwicklungsphysiologie, Springer, Berlin 1955, S. 250.)

Man kann dieses Verhalten als eine begrenzte adaptive Finalität bezeichnen. Zweifellos liegt in ihm etwas vom Teleologischsten, das bei biologischen Experimenten beobachtet werden kann. Zu bedenken ist, daß schon in der normalen Ontogenese die Frühstadien auf die fertige Form ausgerichtet sind. Die regulative Entwicklung des *Fragments* zu einem *ganzen harmonischen Organkomplex* geht jedoch über diese normale Ausrichtung weit hinaus. Sie kann kaum stammesgeschichtlich und sicher nicht auf dem Wege über Mutation und Selektion «gelernt» worden sein. Denn der Experimentator wiederholt nicht von ferne einen Vorgang, der sich in der Stammesgeschichte oder in der normalen Ontogenie einmal ereignet hat. Wir müssen solche organisatorische Leistungen als eine allgemeine Fähigkeit junger Embryonalsysteme betrachten.

So scheint es mir angesichts der Eigenart und der Komplikation organischer Vorgänge ein Fortschritt, im Sinne N. Hartmanns spezifisch biologische Determinationsformen zu suchen. Das Gesagte mag dargetan haben, wie weit uns die Betrachtung der organischen Systeme von derjenigen der anorganischen Systeme entfernt. Es schiene mir eine lohnende Aufgabe für die Diskussion, wenn die Chemiker und Biochemiker umschreiben würden, in welchem Grade doch auch ihre hochentwickelten anorganischen Systeme Analogien zu den hier skizzierten Eigenschaften der Organismen aufweisen.

Diskussion

J. PIAGET (Genf-Paris) eröffnet die Aussprache und bemerkt, daß es einigermaßen paradox sei, wenn ausgerechnet ihm als Psychologen die Aufgabe zufällt, den konsequenten Antifinalismus gegen die Angriffe der Biologen zu verteidigen:

Die Idee der Finalität birgt neben der eigentlichen Vorstellung eines auf ein Ziel gerichteten Prozesses noch andere Vorstellungen, wie Ganzheit, Anpassung und Vorausnahme (anticipation), denen man ohne weiteres zustimmen kann, die aber ohne den Begriff der Finalität im engeren Sinne erklärt werden können. Etwas Gerichtetes muß nicht unbedingt auch final sein, das zeigt schon der zweite Hauptsatz der Thermodynamik. – Das Bewußtsein ist nicht selbst eine wirkende Kraft, sondern ein logisch gegliedertes System von zum Teil antizipierenden Vorstellungen. Entscheidend ist die Fähigkeit des Voraussehens; die Idee der Finalität beruht auf einer Konfusion der Kausalität mit diesen implikativ verbundenen Bewußtseinsinhalten. – Entwicklungsgeschichtlich ist bemerkenswert, daß der Begriff der Finalität beim Kinde sehr früh und vor dem Begriff der Kausalität erwacht.

In der Diskussion, an der sich außer dem Vorsitzenden und den Referenten die Herren BERNAYS, BOILLAT, FERRERO, REGLI, SCHÜEPP und WALTER beteiligen, werden die beiden Auffassungen näher umrissen:

a) Das Wissenschaftliche wird nicht durch das Physikalische erschöpft. Auch wenn damit auf eine an sich wünschenswerte Einheitlichkeit verzichtet werden muß, können wir einer zur analytischen Forschung komplementären Erlebnisforschung nicht entraten, so wenig wie man etwa bei der Bestimmung einer Pflanze qualitative Bezeichnungen (Farbe statt Wellenlänge usw.) entbehren kann. Die analytische Methode führt zwangsläufig zur Kausalität, aber diese genügt nicht, denn es gibt Dinge, die nicht kausal erklärt werden können. Es geht in der Biologie um eine neue Erfassung der Wirklichkeit.

b) Die Biologie kann in ihrer Methodik nicht über die Physik hinausgehen. Wir müssen versuchen, mit den bekannten Begriffen auszukommen, und wo das nicht geht, nicht vor dem Eingeständnis zurückschrecken, daß wir eben etwas nicht oder noch nicht verstehen. Es gibt viele Geheimnisse in der Biologie und noch mehr in der Psychologie, aber man löst sie nicht einfach durch Hinzunahme zusätzlicher philosophischer Begriffe. Was hat man effektiv gewonnen, wenn man von einem nexus organicus spricht oder einen Prozeß als final bezeichnet?

1. Section de mathématiques

Séance de la Société suisse de mathématiques

Dimanche le 25 septembre 1955

Président: Prof. Dr. J. J. BURCKHARDT (Zürich)
Secrétaire: Prof. G. VINCENT (Lausanne)

1. SOPHIE PICCARD (Neuchâtel). – *Les systèmes fixes d'éléments générateurs d'un groupe.*

Soit G un groupe d'ordre fini N qui admet des automorphismes externes de deux espèces. Un automorphisme externe est dit de première espèce s'il fait correspondre à tout élément a de G son transformé bab^{-1} par un élément fixe b d'un groupe G_1 plus vaste que G et dont G est un sous-groupe distingué. Un automorphisme externe est dit de seconde espèce s'il ne peut pas être réalisé de cette façon. Soit $\mathcal{A}_1$ [$\mathcal{A}_3$] le groupe de tous les automorphismes internes (de tous les automorphismes) du groupe G. L'ensemble $\mathcal{A}_2$ de tous les automorphismes internes et externes de première espèce constitue également un groupe dont $\mathcal{A}_1$ est un sous-groupe distingué et qui est à son tour un sous-groupe de $\mathcal{A}_3$. Quel que soit l'élément a et quel que soit l'automorphisme A de G, nous désignons par Aa l'élément de G homologue de a dans A. Nous appelons base de G tout système d'éléments indépendants générateurs de G. Tout automorphisme de G transforme une base de G en une base de G (pas nécessairement distincte de la première). Soit A un automorphisme, soit $a_1, \ldots, a_m$ une base quelconque de G et soit $Aa_i = b_i$, $i = 1, \ldots, m$. Les m couples ordonnée a_i, b_i ($i = 1, \ldots, m$) définissent l'automorphisme A de façon univoque. m est l'ordre de chacune des bases $a_1, \ldots, a_m$ et $b_1, \ldots, b_m$. On peut répartir aussi bien les éléments que les bases d'ordre donné de G en classes d'éléments respectivement de bases équivalents relativement à chacun des trois groupes $\mathcal{A}_i$. Nous dirons, pour abréger, que deux éléments a et b de G sont i-équivalents s'il existe un automorphisme A du groupe $\mathcal{A}_i$, tel que $Aa = b$, et nous dirons que deux bases d'ordre m: $a_1, \ldots, a_m$ et $b_1, \ldots, b_m$ de G sont i-équivalentes s'il existe un automorphisme A du groupe $\mathcal{A}_i$, tel que $Aa_j = b_j$, $j = 1, \ldots, m$, quel que soit $i = 1, 2, 3$. Deux éléments ou deux bases 1-équivalents de G sont conjugués. Deux bases équivalentes sont caractérisées par les mêmes relations fondamentales. Tout automorphisme du groupe $\mathcal{A}_i$ transforme en elle-même chaque classe d'éléments i-équivalents de G. Nous disons qu'un élé-

ment a de G est un élément fixe d'un automorphisme A si $Aa = a$. Nous disons qu'une base de G est une base fixe d'un automorphisme A si cette base est transformée en elle-même par A. L'élément unité 1 de G est fixe dans tous les automorphismes de G et l'automorphisme identique A_o laisse fixes tous les éléments et toutes les bases de G. Une base fixe a_1, a_2 du second ordre d'un automorphisme A détermine ce dernier de façon univoque et, si $A \neq A_o$, on a $Aa_1 = a_2$, $Aa_2 = a_1$, $A^2 = A_o$, autrement dit l'automorphisme A est du second ordre, il permute les deux éléments a_1 et a_2 et la base a_1, a_2 n'est fixe dans aucun autre automorphisme non identique du groupe G. Supposons que G possède des bases du second ordre et que son centre est d'ordre 1, soit v_i l'ordre du groupe $\mathcal{A}_i$ $i = 1, 2, 3$. Soit a_1, a_2 une base de G. Nous disons que cette base est de première espèce par rapport aux automorphismes du groupe $\mathcal{A}_i$ si la base envisagée n'est fixe dans aucun des automorphismes $\neq A_o$ de $\mathcal{A}_i$ et nous disons que la base a_1, a_2 est de seconde espèce par rapport aux automorphismes du groupe $\mathcal{A}_i$ s'il existe un automorphisme $A \neq A_o$ du groupe $\mathcal{A}_i$ qui laisse cette base fixe, quel que soit $i = 1, 2, 3$. Pour toute base de première (seconde) espèce par rapport aux automorphismes du groupe $\mathcal{A}_i$ il existe v_i $(v_i/2)$ bases de G qui lui sont i-équivalentes, quel que soit $i = 1, 2, 3$.

Tout automorphisme effectue une substitution des éléments de G. L'étude de ces substitutions permet de déterminer les bases de G et l'examen des substitutions des éléments de G qui correspondent aux automorphismes du second ordre permet de déterminer toutes les base de seconde espèce.

Envisageons, à titre d'exemple, l'alterné $\mathfrak{A}_6$ de degré 6. Il possède, comme on sait, 360 automorphismes internes, 360 automorphismes externes de première espèce et 720 automorphismes externes de seconde espèce. Le groupe $\mathcal{A}_1$ ($\mathcal{A}_2$) est simplement isomorphe à $\mathfrak{A}_6$ ($\mathfrak{S}_6$) et chaque automorphisme interne ou externe de première espèce est représenté par une substitution paire des éléments de $\mathfrak{A}_6$. Par contre, les automorphismes externes de seconde espèce sont représentés par des substitutions impaires des éléments de $\mathfrak{A}_6$. 144 de ces substitutions sont d'ordre 10, 360 d'ordre 8, 180 d'ordre 4 et 36 du second ordre. Les deux éléments de toute base fixe dans un automorphisme externe de seconde espèce de $\mathfrak{A}_6$ figurent dans une transposition de la substitution du second ordre qui représente un automorphisme externe déterminé de seconde espèce du groupe $\mathfrak{A}_6$. Chaque automorphisme externe de seconde espèce de $\mathfrak{A}_6$ qui est du second ordre laisse fixe 10 éléments du groupe, notamment quatre cycles du 5me ordre, cinq doubles transpositions et 1 et il laisse fixes 140 bases du second ordre de $\mathfrak{A}_6$. Le nombre total des bases de $\mathfrak{A}_6$ laissées fixes par l'un quelconque des automorphismes externes de seconde espèce de $\mathfrak{A}_6$ est de 5040. Le nombre total des bases de $\mathfrak{A}_6$ laissées fixes par un quelconque des automorphismes internes $\neq A_o$ de $\mathfrak{A}_6$ est de 2160. 720 bases de $\mathfrak{A}_6$ au total sont laissées fixes par les différents automorphismes externes de première espèce et le nombre total des bases du second ordre de $\mathfrak{A}_6$ qui sont de seconde espèce par rapport aux automorphismes du

groupe $\mathcal{A}_3$ est de 7920 alors que 30 240 bases du second ordre de $\mathfrak{A}_6$ sont de première espèce et ne sont laissées fixes par aucun automorphisme $\neq A_o$ de $\mathcal{A}_3$.

2. Sophie Piccard (Neuchâtel). – *Quelques problèmes de la théorie des groupes.*

Soit G un groupe d'ordre fini N défini par un système d'éléments générateurs 1) $a_1, \ldots, a_m$ liés par les relations caractéristiques 2) $f_i(a_1, \ldots, a_m) = 1, i = 1, \ldots, k$. Appelons multiplication la loi de composition du groupe G et appelons base d'ordre m de G le système d'éléments générateurs 1). Il n'est généralement pas aisé d'étudier la structure d'un groupe G ainsi défini. Il existe cependant des cas où un simple examen des relations 2) fournit de nombreux renseignements sur la structure de G et permet de déceler la présence de certains sous-groupes distingués, de déterminer le nombre minimum d'éléments générateurs de G, d'indiquer une borne supérieure au nombre total des bases minima et une borne inférieure au nombre total de sous-groupes distingués de G, etc. Nous nous sommes attachés aux cas suivants.

Soit n un entier quelconque $\geqq 2$ et soit 3) $a_{l_1}, a_{l_2}, \ldots, a_{l_t}$ $(1 \leqq t \leqq m$, $1 \leqq l_1 < l_2 < \ldots < l_t \leqq m)$ t éléments quelconques de la base 1). Nous disons que G jouit de la propriété P (mod n) par rapport à l'ensemble de ces éléments si f_i est de degré $\equiv 0$ (mod n) par rapport à l'ensemble des éléments 3) quel que soit $i = 1, \ldots, k$, et nous disons que G jouit de la propriété P (mod n) par rapport à chacun des éléments 3) si f_i est de degré $\equiv 0$ (mod n) par rapport à $a_{lj}, j = 1, \ldots, t, i = 1, \ldots, k$.

Si G jouit de la propriété P (mod n) par rapport à chacun des éléments 3), il jouit évidemment aussi de la propriété P (mod n) par rapport à l'ensemble de ces éléments. La réciproque n'est pas vraie. Si $t < m$, le groupe G peut jouir de la propriété P (mod n) par rapport à chacun des éléments 3) de la base 1) et être dépourvu de la même propriété par rapport à une seconde base de G. Par contre, si le groupe G jouit de la propriété P (mod n) par rapport à chacun des éléments de sa base 1), cette base est minimum et le groupe G jouit de la propriété P (mod n) par rapport à tout élément de chacune de ses bases minima.

Si le groupe G jouit de l'une ou l'autre des propriétés P (mod n) par rapport aux éléments 3) de l'une quelconque de ses bases 1), G n'est pas simple et il possède au moins un sous-groupe distingué d'ordre N/n, l'ordre de chacun des éléments 3) ainsi que l'ordre de G sont des multiples de n et on peut répartir les éléments de G en n classes $A_o, \ldots, A_{n-1}$ composées chacune de N/n éléments de G et comprenant, avec tout élément a de G la classe entière des éléments de G conjugués à a. Les classes A, avec la loi de composition $A_u A_v = A_w$, où $w \equiv u + v$ (mod n) forment un groupe abélien d'ordre n dont l'élément zéro A_o est un sous-groupe distingué de G.

Si le groupe G jouit de la propriété P (mod n) par rapport à chacun des éléments 3), on peut répartir les éléments de G en n^t classes $M_{i_1 \ldots i_t}$,

où les indices $i_1, \ldots, i_t$ sont des nombres de l'ensemble $\{0, \ldots, n-1\}$. Chaque classe $M_{i_1 \ldots i_t}$ comprend N/n^t éléments de G et elle contient avec tout élément a de G la classe entière des éléments de G conjugués à a. Si $t=m$, les classes M ont un caractère intrinsèque et sont indépendantes de la base 1). Avec la loi de composition $M_{u_1 \ldots u_t} M_{v_1 \ldots v_t} = M_{w_1 \ldots w_t}$, où $w_j \equiv u_j + v_j \pmod{n}$, $j=1, \ldots, t$, les classes M forment un groupe abélien Γ dont l'élément zéro $M_{oo \ldots o}$ est un sous-groupe distingué de G. Quel que soit le sous-groupe γ de Γ, la réunion des classes M qui constituent les éléments de γ est un sous-groupe distingué de G.

Si le groupe G jouit de la propriété $P \pmod{n}$ par rapport à l'ensemble [par rapport à chacun] des éléments 3) de sa base 1), il jouit évidemment de la propriété $P \pmod{d}$ par rapport à l'ensemble [par rapport à chacun] des éléments 3), quel que soit le diviseur $d > 1$ de n et par conséquent G possède au moins un sous-groupe distingué d'ordre N/d quel que soit le diviseur $d > 1$ de n. Si G jouit de la propriété $P \pmod{n}$ par rapport à chacun des éléments 3), il possède au moins un sous-groupe distingué d'ordre N/d^t, quel que soit le diviseur $d > 1$ de n.

Si le groupe G jouit de la propriété $P \pmod{n}$ par rapport à chacun des éléments de sa base 1), quel que soit le nombre premier p diviseur de n, le groupe G possède au moins $(p^m - 1)(p^m - p) \ldots (p^m - p^{i-1})/(p-1)(p^i - p) \ldots (p^i - p^{i-1})$ sous-groupes distingués distincts d'ordre N/p^{m-i}, $i = 1, \ldots, m-1$.

Si G jouit de la propriété $P \pmod{n}$ par rapport à chacun des éléments de sa base 1), le nombre total $\mathfrak{n}$ de bases minima de G satisfait l'inégalité $\mathfrak{n} \leqq (N/p^m)^m (p^m - 1)(p^m - p) \ldots (p^m - p^{m-1})/m!$, où p est le plus petit diviseur premier de n.

Tout groupe abélien jouit de la propriété $P \pmod{\alpha_1}$ par rapport à chaque élément de n'importe laquelle de ses bases minima, α_1 désignant le plus petit des invariants du groupe considéré.

Il existe aussi des groupes non abéliens qui jouissent de la propriété $P \pmod{n}$ par rapport à tout élément de chacune de leur base minima. Ainsi, par exemple, le groupe non abélien G_{108}, d'ordre 108, engendré par les deux substitutions $S_1 = (1\ 2)\ (3\ 4)\ (5\ 6\ 7)\ (11\ 12\ 13\ 14\ 15\ 16)$, $S_2 = (1\ 3)\ (2\ 4)\ (5\ 6)\ (8\ 9\ 10)$ jouit par rapport à chacune des substitutions S_1 et S_2 de la propriété $P \pmod{6}$, puisque S_1 et S_2 sont liées par les relations fondamentales $S_1^6 = 1$, $S_2^6 = 1$, $S_2^2 S_1 S_2^4 S_1^5 = 1$, $S_2 S_1^3 S_2^5 S_1^3 = 1$.

3. H. Meier (Zürich). – *Aus der Theorie der Abelschen Gruppen*[1].

4. M. Kervaire (Berne). – *Courbure intégrale généralisée et homotopie*[1].

5. G. Vincent (Lausanne). – *Sur les représentations linéaires de certains groupes finis*[1].

---

[1] Paraîtront dans «L'ens. math.» 1955.

6. Sophie Piccard (Neuchâtel). – *Sur des ensembles parfaits.*

Soit n un entier quelconque $\geqq 3$ qu'on prend pour base de numération. Soit $K = \{a_o, a_1, \ldots, a_k\}$ un vrai sous-ensemble de l'ensemble $\{0,1, \ldots, n-1\}$, tel que $0 = a_o < a_1 < \ldots < a_k \leqq n-1$ et soit $A = [a_o, a_1, \ldots, a_k]_n$ l'ensemble des nombres du segment $\delta = <0, a_k/n-1>$ qui peuvent s'écrire dans le système de numération à base n avec les seuls chiffres de l'ensemble K. On obtient l'ensemble A à partir du segment δ par la suppression successive d'intervalles contigus de rangs 1, 2, ... définis comme suit. Quel que soit l'entier $m \geqq 1$, si $a_k < n-1$, les intervalles contigus de rang m sont les $(k+1)^{m-1}k$ intervalles (ouverts) de la forme $(0, a_1\, a_2 \ldots a_{m-1}\, a_i\, (a_k);\ 0, a_1\, a_2 \ldots a_{m-1}\, a_{i+1})$ où $a_j \in K$, $j = 1, \ldots, m-1$ et $0 \leqq i \leqq k-1$. Et, si $a_k = n-1$, les intervalles contigus de rang m sont tous les intervalles de la forme $(0, a_1\, a_2 \ldots a_{m-1} a_m;\ 0, a_1\, a_2 \ldots a_{m-1}\, \beta_m)$ où $a_j \in K$, $j = 1, \ldots, m-1$, $a_m = a_i + 1$ $(0 \leqq i \leqq k-1, a_{i+1} - a_i > 1)$, $\beta_m = a_{i+1}$. Appelons intervalle contigu de rang 0 de A l'ensemble des nombres réels qui ne font pas partie de δ. Soit F la famille de tous les ensembles A. Deux ensembles de la famille F $A = [a_o, a_1, \ldots, a_k]_n$ et $A' = [a_o', a_1', \ldots, a'_{k'}]_{n'}$ peuvent être confondus sans que l'on ait les égalités $n = n'$, $k = k'$ et $a_i = a_i'$, $i = 1, \ldots, k$, comme l'avaient remarqué M. Henri Cartan et Mlle Hélène Cartan qui avaient formulé deux critères permettant de résoudre le problème de l'identité de deux ensembles de la famille F. On a la proposition générale suivante ; Soient $A = [a_o, a_1, \ldots, a_k]_n$ et $A' = [a_o', a_1', \ldots, a'_{k'}]_{n'}$ deux ensembles de la famille F, soit $K = \{a_o, a_1, \ldots, a_k\}$ et soit $K' = \{a_o', a'_1, \ldots, a'_{k'}\}$. Si $A = A'$, il existe deux entiers positifs u et v, tels que $n^u = n'^v$ et que l'ensemble K_1 des entiers de la forme $n^{u-1}a_1 + n^{u-2}a_2 + \ldots + a_u$, où $a_i \in K$, $i = 1, \ldots, u$, se confond avec l'ensemble K_1' des entiers de la forme $n'^{v-1}\beta_1 + n'^{v-2}\beta_2 + \ldots + \beta_v$, où $\beta_j \in K'$, $j = 1, \ldots, v$.

Montrons que si les deux ensembles A et A' ont les mêmes intervalles contigus de rang 0,1 et 2, on a $A = A'$, $n = n'$, $k = k'$ et $a_i = a_i'$, $i = 1, \ldots, k$. En effet, comme A et A' ont les mêmes intervalles contigus de rang 0, ils sont construits sur le même segment et par suite on a 1) $a_k/n - 1 = a'_{k'}/n' - 1$. Deux cas sont à distinguer. Ou bien $a_k < n-1$ et $a'_{k'} < n' - 1$. Les intervalles contigus de rang 1 de A sont alors $\left(\frac{a_i}{n} + \frac{a_k}{n(n-1)};\ \frac{a_{i+1}}{n}\right)$, $0 \leqq i \leqq k-1$ et les intervalles contigus de rang 1 de A' sont $\left(\frac{a'_i}{n'} + \frac{a'_{k'}}{n'(n'-1)};\ \frac{a'_{i+1}}{n'}\right)$, $0 \leqq i \leqq k'-1$. Puisque ces deux groupes d'intervalles sont identiques, on doit avoir 2) $k = k'$ et 3) $\frac{a_i}{n} = \frac{a'_i}{n'}$, $1 \leqq i \leqq k$. De 2) et 1) il ressort que $\frac{a_k}{n-1} = \frac{a'_k}{n'-1}$ et, d'après 3), on a $\frac{a_k}{n} = \frac{a'_k}{n'}$. Donc $n = n'$ et d'après 3), $a_i = a_i'$, $i = 1, 2, \ldots, k$. Supposons maintenant qu'on a l'une au moins des

égalités $a_k = n - 1$, $a'_k = n' - 1$. D'après 1), l'un au moins des rapports $\frac{a_k}{n-1}$, $\frac{a'_{k'}}{n'-1}$ étant, par hypothèse, égal à 1, le second est aussi $= 1$. On a donc $a_k = n - 1$ et $a'_{k'} = n' - 1$. Soient $\delta_{1\,1}, \delta_{1\,2}, \ldots, \delta_{1\,r}$ les intervalles contigus de rang 1 de A pris dans un ordre tel que δ_{1i} est situé *à gauche* de δ_{1j} si $i < j$. D'après nos prémisses, $\delta_{1\,1}, \delta_{1\,2}, \ldots, \delta_{1\,r}$ constituent aussi l'ensemble des intervalles contigus de rang 1 de A'. Il existe donc d'une part r indices $t_1, \ldots, t_r$ $(0 \leq t_1 < t_2 < \ldots < t_r \leq k - 1)$ et d'autre part r indices $s_1, \ldots, s_r$ $(0 \leqq s_1 < \ldots < s_r \leqq k' - 1)$, tels que $\delta_{1i} = \left(\frac{a_{t_i} + 1}{n}; \frac{a_{t_i+1}}{n}\right) = \left(\frac{a'_{s_i} + 1}{n'}; \frac{a'_{s_i+1}}{n'}\right)$, $a_{s_i+1} - a_{t_i} > 1$, $a'_{s_i+1} - a'_{s_i} > 1$, $1 \leq i \leq r$. On doit donc avoir

4) $\frac{a_{t_i} + 1}{n} = \frac{a'_{s_i} + 1}{n'}$ et 5) $\frac{a_{t_i+1}}{n} = \frac{a'_{s_i+1}}{n'}$, $1 \leq i \leq r$.

Les intervalles contigus de rang 2 de A sont au nombre de $(k+1)^r$ et ce sont les intervalles $\delta_{2ij} = \left(\frac{a_j}{n} + \frac{a_{t_i} + 1}{n^2}; \frac{a_j}{n} + \frac{a_{t_i+1}}{n^2}\right)$ $i = 1, 2, \ldots, r$; $j = 0,1, \ldots, k$. D'après nos hypothèses, les intervalles contigus de rang 2 de A' doivent aussi être au nombre de $(k+1)\,r$.

Or, ce nombre est, d'autre part, égal à $(k'+1)\,r$. Il s'ensuit 6) $k = k'$.

Les intervalles contigus de rang 2 de A' sont

$$\left(\frac{a'_j}{n'} + \frac{a'_{s_i} + 1}{n'^2}; \frac{a'_j}{n'} + \frac{a'_{s_i+1}}{n'^2}\right),\ i = 1, 2, \ldots, r; j = 0,1, \ldots, k',$$

et, par hypothèse, ces intervalles se confondent avec les intervalles contigus de rang 2 de A. Comme $a_o < a_1 < \ldots < a_k$ et que $a'_o < a'_1 < \ldots < a'_k$, on doit avoir

$$7)\ \delta_{2ij} = \left(\frac{a_j}{n} + \frac{a_{t_i} + 1}{n^2}; \frac{a_j + a_{t_i+1}}{n^2}\right) = \left(\frac{a'_j}{n'} + \frac{a'_{si} + 1}{n'^2}; \frac{a'_j}{n'} + \frac{a'_{s_i+1}}{n'^2}\right),$$

$$i = 1, 2, \ldots, r; j = 0, 1, \ldots, k.$$

Soit i un entier fixe quelconque compris entre 1 et r. On a, d'après 4) et 5),

8) $\frac{a_{t_i+1} - a_{t_i} - 1}{n} = \frac{a'_{s_i+1} - a'_{s_i} - 1}{n'}$ et, d'après 7) on a

9) $\frac{a_j}{n} + \frac{a_{t_i} + 1}{n^2} = \frac{a'_j}{n'} + \frac{a_{s_i} + 1}{n'^2}$ et

10) $\frac{a_j}{n} + \frac{a_{t_i+1}}{n^2} = \frac{a'_j}{n^1} + \frac{a'_{s_i+1}}{n^2}$, $j = 0, 1, \ldots, k$.

Attribuons à j une valeur fixe quelconque comprise entre 0 et k et soustrayons membre à membre les deux égalités correspondantes 9) et 10). Il vient

$$11) \quad \frac{a_{t_i+1} - a_{t_i} - 1}{n^2} = \frac{a'_{s_i+1} - a'_{s_i} - 1}{n'^2}.$$

Divisons 8) et 11) membre à membre. Il vient 12) $n = n'$. Donc, d'après 4) et 5), on a 13) $a_{t_i} = a'_{s_i}$ et 14) $a_{t_i+1} = a'_{s_i+1}$. Et, d'après 9), 10), 11), 12) et 13), on a 14) $a_j = a'_j, j = 0,1,\ldots, k$, *c.q.f.d.*

2. Section de physique

Séance de la Société suisse de physique

Samedi et dimanche les 24 et 25 septembre 1955

Président: Prof. Dr W. Pauli (Zurich)
Secrétaire: Dr K.-P. Meyer (Bâle)

1. Raymund Sänger und Hans R. Pruppacher (Zürich). – *Mechanismus der Vereisung unterkühlter Wassertropfen durch disperse Keimsubstanzen.*

Ein Apparat wurde entwickelt zum Studium der Temperaturbedingungen in einer Kühltruhe vor, während und nach einer Impfung von unterkühlten Wolken mit einem Meßfehler von höchstens 1° C. Auf diese Weise war es möglich, die Temperatur, bei welcher der Gefrierprozeß der unterkühlten Wolken eingeleitet wurde, zu bestimmen und ihre Abhängiggigkeit von Natur der Impfsubstanzen zu ermitteln. Mit diesem Verfahren wurden mehr als 100 verschiedene Stoffe in Abhängigkeit ihrer kristallinen Eigenschaften untersucht und dabei kein direkter Zusammenhang weder mit den Kristallsystemen noch mit den geometrischen Anordnungen der kristallinen Bausteine gefunden. Hingegen konnte beobachtet werden, daß die Eiskeimfähigkeit der Stoffe in unmittelbarem Zusammenhang steht mit der Struktur der Oberfläche der Impfstoffe. Die Polarisierbarkeit der Atome spielt dabei eine maßgebende Rolle. Genauere Angaben werden in der «ZAMP» in den nächsten Nummern veröffentlicht.

2. R. Kern, F. Kneubühl und S. Yuan (Zürich). – *Magnetische Suszeptibilität der intermetallischen Verbindung* InSb[1].

3. F. Kneubühl und K. A. Müller (Zürich). – *Feld-Stabilisierung für niederohmige Elektromagnete*[1].

4. K. A. Müller (Zürich). – *Mikrowellen-Spektrometer für paramagnetische Resonanz*[1].

---

[1] Erscheinen in den «Helv. Phys. Acta».

5. R. JAGGI und R. KERN (Zürich). *Eigen-Halleffekt der intermetallischen Verbindung* InSb[1].

6. L. RINDERER (Zürich). – *Messungen an stromdurchflossenen Supraleitern*[1].

7. E. BALDINGER und M. NICOLET (Basel). – *Untersetzer mit Transistoren*[2].

8. W. BUSER (Bern). – *Das Verhalten von γ-Rückstoßatomen in festen Stoffen*[1].

9. H. J. LEISI (Zürich). – *Prinzip eines magnetischen Doppelfeld-Beta-Spektrographen hoher Auflösung*[1].

10. F. G. HOUTERMANS und H. OESCHER (Bern). – *Proportionalzählrohr zur Messung schwacher Aktivitäten weicher Beta-Strahlung*[1].

11. L. CHOLLET et J. ROSSEL (Neuchâtel). – *Déviation de la loi d'additivité dans le freinage des particules α* [1].

12. K. BLEULER und CH. TERREAUX (Zürich). – *Sur la structure des niveaux des noyaux atomiques*[1].

13. F. GIMMI, E. HEER und P. SCHERRER (Zürich). – *Konversionselektronenkorrelation an* Hg^{197} *und* Ta^{181} [1].

14. P. DEBRUNNER, E. HEER und R. RÜTSCHI (Zürich). – *Eine Methode zur Analyse komplizierter Kernspektren mit Hilfe von Richtungskorrelation*[1].

15. J. BRUNNER, H. GUHL, J. HALTER und H. J. LEISI (Zürich). – *Der radioaktive Zerfall von* Hg^{195} *und* Hg^{193} [1].

16. H. J. GERBER, M. GARCIA MUÑOZ und D. MAEDER (Zürich). – *Untersuchung der Beta-Umwandlung* Ne^{23}-Na^{23} *mit Scintillationsmethoden*[1].

17. A. PERRIER (Lausanne). – *Autocourants et forces électromotrices; de l'interchangeabilité de ces notions.*

L'hypothèse des autocourants a été émise par l'auteur il y a plusieurs décennies. Il l'a appliquée dès lors à la description des phénomènes variés qui se déroulent dans les milieux conducteurs sièges de gradients de

---

[1] Erscheinen in den «Helv. Phys. Acta».

[2] Erscheint in der «ZAMP».

potentiel ou de température, et tout particulièrement lorsqu'ils sont soumis à des champs magnétiques ou des contraintes mécaniques. Les résultats acquis grâce à cette notion se trouvent dans les publications théoriques et expérimentales du Laboratoire de Lausanne.

Une implication importante ce concept d'autocourant réside en ceci qu'il *remplace avec avantage la force électromotrice* dans la description de ces phénomènes. La présente communication montre la légitimité rationnelle de cette substitution, laquelle n'avait été formulée que très brièvement jusqu'ici.

On considère tout d'abord seulement le système classique d'un circuit filiforme où circule une intensité I, et dans un tronçon AB duquel règne une force électromotrice E *répartie par continuité* (ce qui exclut notamment les potentiels de contact). Soit R la résistance AB et ΔV la variation de potentiel $(V_B — V_A)$.

L'hypothèse se ramène à ceci: *le tronçon AB est en réalité le siège de deux intensités indépendantes. Iv et Ia dont les valeurs sont respectivement celles que ΔV et E entretiendraient si elles étaient seules à agir, I est alors en toutes circonstances la somme algébrique de cesdeux valeurs.*
(1) $I = I_v + I_a$ où $I_v = — \Delta V/R$ par définition. On montre alors que $I_a = — I_{vo} = \Delta V_o/R$, puis, se servant de la définition classique de E et substituant, (1) devient (2) $I = \Delta V/R + E/R$ ou $E — \Delta V = I/R$ équation bien connue que l'on fonde traditionnellement sur la *conservation de l'énergie*. L'hypothèse formulée lui est ainsi bien équivalente.

Interprétation physique et généralisation. – Aucun échange d'énergie électrique n'a lieu entre l'intensité. – I_a seule et l'extérieure de AB; il ne se produit dans ces conditions aucun effet joule et pour I_a, la notion de résistance perd son sens, ce courant est maintenu par son substratum, il est autoentretenu, d'où la désignation choisie: «autocourant».

On est conduit à considérer des autocourants différents par leur mécanisme, même microphysique (thermoélectriques, magnétothermoélectriques, etc.). Et la loi ci-dessus se généralise à un nombre quelconque et dans un milieu à répartition non uniforme: la densité réelle J de courant en un point est la somme géométrique du vecteur J_v ohmique (afférent à $\vec{E}$ seul) et des vecteurs auto en nombre quelconque:

$$\vec{J} = (\vec{E}/\varrho) + \vec{\Sigma} ja$$

J peut d'ailleurs être nulle (effet Nernst-v. Ettinghausen, p. ex.); et dans ce cas, la force électromotrice peut se calculer sur un trajet donné.

Quelques applications et remarques sont rappelées: Libération de la condition de *forces* égales sur les porteurs de courant dans les cas d'équilibre (ici équilibre de courants), rôle fondamental de la résistance dans la connaissance des lois magnétogalvaniques, possibilités dans les superconducteurs, – réalisation expérimentale par l'auteur d'autocourants permanents en l'absence de tout champ électrique et même de tout autre courant. Pour plus de détails voir publications en H.P.A.

18. B. THÜRLEMANN (Engelberg). – *Zur elektromagnetischen Geschwindigkeitsmessung von Flüssigkeiten*[1].

19. W. HEILPERN (Basel). – *Kaskaden-Generatoren zur Partikelbeschleunigung auf 4* MEV[1].

20. E. LÜSCHER (Lausanne). – *Ein neuer Gitterspektrograph mit photoelektrischer Registrierung für das Schumanngebiet*[1].

21. R. STETTLER (Aarau). – *Über die optische Abbildung von Flächen aufeinander*[1].

22. R. MERCIER, J.-P. BOREL et CL. MANUS (Lausanne). – *Analyse spectrale de la scintillation d'une diode au germanium aux basses fréquences.*

Différents auteurs [2, 3, 4, 5] ont relevé des écarts à la loi

$$\overline{e^2} = K \cdot I_o^2/\nu$$

dans les diodes au germanium. Il semblait intéressant de pousser ces investigations dans le domaine des très basses fréquences, c'est-à-dire jusqu'à 16 c/s. Les courbes obtenues pour le spectre se présentant à diverses valeurs du courant inverse I_o mettent en valeur deux points caractéristiques:

1. L'équation fondamentale $\overline{e_\nu^2} \div f(\nu) \cdot g(I_o)$ n'est plus applicable aux fréquences inférieures à quelques kc/s. Les courbes spectrales obtenues ne sont pas affines. De nouvelles considérations théoriques sur les semi-conducteurs doivent être introduites pour rendre compte de ce phénomène.

2. Dans la représentation $\overline{i_\nu^2} = f(I_o)$ il apparaît que la pente des courbes obtenues au voisinage des faibles courants I_o dépend fortement de la valeur de la fréquence à laquelle les observations sont faites. A une fréquence de 16 c/s on a

$$\overline{i_\nu^2} \div I_o^7$$

alors qu'à la fréquence de 10 kc/s on trouve $\overline{i_\nu^2} \div I_o^3$.

Les mesures ont été effectuées avec les appareils dont on trouve la description dans [6, 7].

---

[1] Erscheinen in den «Helv. Phys. Acta».
[2] A. van der Ziel, Physica *16*, 359, 1950.
[3] P. H. Miller, Electr. Eng. U.S.A. *68*, 688, 1949.
[4] N. Nifontoff, Thèse Université Alger, 1955.
[5] A. van der Ziel, Noise, Prentice-Hall N.Y., 1954.
[6] Cl. Manus, J.-P. Borel, R. Mercier, H.P.A. *27*, 497, 1954.
[7] J.-P. Borel, Cl. Manus, R. Mercier, H.P.A., à paraître.

3. Section de géophysique, météorologie et astronomie

Séance de la Société suisse de géophysique, météorologie et astronomie

Samedi et dimanche les 24 et 25 septembre 1955

Président: Prof. Dr. F. GASSMANN, Zürich

1. M. BIDER (Basel). – *Zwei Jahre Strahlungsmessungen in Basel mit dem Bellani-Luzimeter.*

Mit dem Bellani-Luzimeter werden bekanntlich Tagessummen der Wärmestrahlung auf eine frei exponierte Kugelfläche (Circumglobalstrahlung, in cal. bezogen auf einen cm^2 der Kugeloberfläche, nicht wie üblich auf eine ebene Fläche) gemessen. An der Astronomisch-Meteorologischen Anstalt in Basel wurden im September 1953 solche Messungen mit einem am Physikalisch-Meteorologischen Observatorium in Davos gebauten und geeichten Bellani-Luzimeter, das 1,8 m über der Rasenfläche aufgestellt ist, begonnen. Die Ergebnisse der zweijährigen Messungen (bis August 1955) sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. (MS = Monatssumme Bellani-Werte in cal. cm^2, So = Sonnenscheindauer in Stunden, Ma = Maximale Tageswerte, Mi = Minimale Tageswerte, mS = mittlere Tageswerte bei Sonnenscheindauer mindestens 80% der möglichen Dauer; msl = mittlere Tageswerte an sonnenlosen Tagen; Msl = Maximalwerte an sonnenlosen Tagen.)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
MS	1859	2450	4599	5508	6923	6407	6184	6022	4959	3922	2429	1666
So	50	67	147	172	215	192	164	182	156	134	92	58
Ma	170	179	242	308	312	303	295	296	265	228	172	131
Mi	7	21	36	31	46	67	76	54	32	18	13	7
mS	144	197	214	288	310	292	290	272	266	217	169	136
msl	32	40	53	48	76	73	65	60	51	33	27	25
Msl	68	65	88	68	105	82	90	73	80	60	69	66

Aus den Monatssummen erkennt man deutlich den Jahresgang, der wegen der Eigenart der beiden Jahre (vgl. Sonnenscheindauer) im Mai sein Maximum erreicht. Wenn auch mit der Sonnenscheindauer eine enge Beziehung besteht, so kann doch kein genau paralleler Gang erwartet werden, da ja auch bei Fehlen von Sonnenschein tagsüber Circumglobalstrahlung einfällt (vgl. April mit Juli). Der Quotient Monatssumme Circumglobalstrahlung : Sonnenscheindauer variiert im Laufe des Jahres nur zwischen 29 bis 38 cal. pro Sonnenscheinstunde und zeigt keinen Jahresgang. Die großen Unterschiede der Bellani-Werte an sonnenlosen

Tagen zeigen die Minimalwerte (Mi) im Vergleich zu den Maximalwerten an sonnenlosen Tagen (Msl). Eine eingehende Untersuchung zwischen den Bellani-Werten und der täglichen Sonnenscheindauer zeigt naturgemäß eine starke Abhängigkeit von der Tageslänge resp. der Sonnenhöhe. In Stufen von 4° Sonnendeklination wurden die Bellani-Werte für die tägliche Sonnenscheindauer in Stufen von je einer Stunde berechnet und die Werte graphisch ausgeglichen. Ein Teil dieser Werte ist in der folgenden Tabelle wiedergegeben.

Circumglobalstrahlung (cal. cm^{-2} Tag^{-1}) in Abhängigkeit von der täglichen Sonnenscheindauer

	0	1.0	2.0	5.0	8.0	10.0	14.0 Stunden
Dezember u. I. Januar	27	49	64	100	144		
II. Februar u. II. Oktober	37	71	89	137	178	203	
II. März u. II. September	47	90	114	161	201	226	
I. Mai u. II. August	64	115	144	199	237	263	300
Juni u. I. Juli	72	127	161	212	249	277	314

(Dezember u. I. Januar bedeutet: Dezember und erste Hälfte Januar usw.)

Damit wurden die Bellani-Werte aus der gemessenen Sonnenscheindauer berechnet und mit den beobachteten Bellani-Werten verglichen. Die durchschnittlichen Abweichungen der Differenzen «beobachtet—berechnet» betragen im Mittel etwa $\pm$ 16 cal. cm^{-2} Tag^{-1}; sie sind bei geringem Sonnenschein wie erwartet etwas größer als bei längerer Dauer; die relativen Abweichungen (in Prozenten) betragen: bei sonnenlosen Tagen $\pm$ 32%, bei 0.1 bis 1.0 Stunden $\pm$ 19%, um dann bei 10 bis 12 Stunden Dauer auf $\pm$ 6% herabzusinken. Sehr deutlich läßt sich der Einfluß einer Schneedecke feststellen, indem dann an sonnenlosen Tagen der berechnete Wert 34, der beobachtete aber 43 und an Tagen mit Sonne 93 resp. 130 cal. cm^{-2} Tag^{-1} betragen, also eine Steigerung von 40% ergeben.

2. Walter Kuhn (Zürich). – *Ein historischer Beitrag zur Theorie der Wolkenbildung.*

Referat erscheint in der «Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich» unter dem Titel: «Mißlungener, aber interessanter Beitrag eines Zürcher Naturforschers zur Theorie der Wolkenbildung».

3. William Brunner-Hagger (MZA, Zürich-Kloten). – *Beziehungen zwischen Sonnentätigkeit, kosmischer Strahlung, Meteorströmen und Zürcher Niederschlägen.*

An einem typischen Beispiel wird gezeigt, wie zur Erfassung von Extremniederschlägen ein Beobachtungsort wie Zürich repräsentativ und eine Mittelung über einen Umkreis von mehr als 50 km nicht ratsam ist. Unsere Untersuchungen[1] über Beziehungen zwischen Sonnenfleckenrelativzahl- und den darauffolgenden größten Niederschlagsspitzen er-

[1] «Verhandlungen S.N.G.», Luzern 1951, S. 118.

gaben Verzögerungszeiten von 40 bis 62 Tagen. Das in den Jahren 1952 bis 1955 neu hinzugekommene Beobachtungsmaterial (Sonnenfl. Min. 1954.5) ergab vier weitere sehr eindeutige Fälle für diese Beziehung, die alle eine Verzögerungszeit von 59 bis 61 Tagen aufweisen. Die neuesten Fälle vom Sommer 1955, die bereits in die Zeit stark ansteigender Sonnenfleckenrelativzahlen fallen, ergeben schon wieder kürzere Laufzeiten von 54 und 34 Tagen.

Für die Erklärung der Zeitspanne von solarem Ereignis bis zur terrestrischen Auswirkung gibt es folgende Möglichkeiten:

1. Die terrestrisch wirksame Strahlung wird nicht zur Zeit höchster Sonnenfleckentätigkeit ausgesandt, sondern erst 40 bis 60 Tage später, wenn die Flecken schon wieder abgenommen und in deren Umgebung sich große Fackelherde und aktive Protuberanzenketten entwickelt haben.
2. Die terrestrisch wirksame Strahlung bricht direkt aus den aktiven Sonnenflecken hervor und bewirkt in der darüberliegenden Materie, je nach Stärke des Herdes, Abströmgeschwindigkeiten von 29 bis 43 km/s, was dann eine Laufzeit Sonne–Erde von 61 bis 40 Tagen ergeben würde. Eine solare Abströmungsgeschwindigkeit von dieser Größenordnung stimmt mit spektroskopischen Befunden der Größenordnung nach überein[2].

Ein Beispiel des Jahres 1943[3] spricht eher für diese zweite Erklärungsart, da auch nach großen aufsteigenden Protuberanzen extreme Niederschlagsmengen fallen können: Auf die erste große Gruppe des damals neuen Sonnenfleckenzyklus ereignete sich der ergiebigste einzelne Niederschlagstag des Jahres nach 55 Tagen. Am 63. Tage löste sich eine riesige Protuberanzenkette von der Sonne ab, auf welche nach weiteren 61 Tagen die größte Vier-Tages-Niederschlagssumme des gleichen Jahres folgte.

Die enge Beziehung zwischen kosmischer Strahlungsschwankung der Station Wallgau (ungeschützte Ionenkammer von vier Liter) und den Zürcher Niederschlagsspitzen ist durch den Korrelationskoeffizienten 0,9 gekennzeichnet. Weil aber Variationen der KS bis zu 50% vorkommen, ist eher an eine sekundäre Rückwirkung des Niederschlags auf die Kammer zu denken. – Kosmische Strahlungsmessungen auf dem Jungfraujoch, die mit einer allseitig durch 10 cm Blei abgeschirmten Kammer im Jahre 1938 durchgeführt wurden, ergaben Intensitätsschwankungen, die unter 2,5% blieben[4]. Von vier für den Vergleich in Frage kommenden stärkeren Niederschlägen fielen zwei am gleichen und die andern zwei drei bis fünf Tage später. Die noch wenig eindeutige Beziehung zur KS würde eher für die erste Erklärungsart sprechen.

---

[2] M. Waldmeier: «Ergebn. u. Probl. d. Sonnenforschung», S. 245.

[3] W. Brunner-Hagger: «Publ. d. Eidg. Sternw.», Bd. VIII, H. 1, S. 27.

[4] H. Wäffler: Promotionsarb. «Üb. d. Intensitätsschw. d. harten Komponente d. Höhenstrahlung auf Jungfraujoch».

Der von E. G. Bowen an einem weltweiten Material aufgezeigte Zusammenhang zwischen Meteorstaubfällen und verstärktem Niederschlag läßt sich auch an der Zürcher Niederschlagsreihe erkennen. Es fallen vor allem Sequenzen auf, deren Niederschlagstage datumsgebunden sind und die in regelmäßigen Abständen von beispielsweise sechs bis sieben Jahren folgen. Es ist dies eine Verteilung, wie sie für Meteorströme zu erwarten ist. Verschiebt sich das Datum stetig um einzelne Tage, so ist dies durch die planetaren Störungen auf die Bahnelemente des Stromes bewirkt.

4. J. Häfelin und R. Lotmar (Zürich). – *Ein Beitrag zur Frage der biotropen Wirkung atmosphärischer Fronten.*

Am Institut für physikalische Therapie der Universität Zürich hat R. Lotmar in den letzten Jahren zahlreiche Versuche mit Tieren unternommen, um verschiedene rein medizinische Fragen abzuklären. Unter anderem wurde während längerer Zeit einer Anzahl Kaninchen radioaktiv markiertes Natriumsulfat, $NaS^{35}O_4$, durch perkutane Resorption eingegeben und daraufhin während mehrerer Monate der aufgefangene Harn täglich auf Radioaktivität untersucht. In den ersten Tagen nach der Schwefelaufnahme erfolgt eine starke Ausscheidung unverwerteten Sulfates. Dann aber ließ sich bis etwa zum 110. Tage eine schwache, einen sehr flachen exponentiellen Verlauf aufweisende Ausscheidung verfolgen. An gewissen Tagen trat aber bei allen oder doch den meisten Tieren eine stark erhöhte Schwefelausscheidung ein, die über die tägliche Streuung der Werte hinausging. Frl. Lotmar vermutete nun, daß diese erhöhten Ausscheidungen wetterbedingt seien, und ersuchte die MZA um eine Zusammenstellung der Wetterphänomene, die am ehesten als Ursache in Frage kommen könnten. Ohne Einsicht in die Versuchsergebnisse stellte J. Häfelin einen Kalender aller Frontendurchgänge zusammen. Beim Vergleich zeigte es sich sofort, daß eine starke Korrelation zwischen den Kaltfrontdurchgängen und den erhöhten Schwefelausscheidungen bestand. Die Kaltfronten wurden in schwache, mittlere und starke Fronten unterteilt. Dabei wurde die Intensität als stark angesprochen, sofern das Mittel der Niederschläge der fünf Stationen Zürich, Lohn (Schaffhausen), Heiden, Glarus und Einsiedeln 10 mm erreichte und gleichzeitig in Zürich ein Temperatursprung von mindestens 3 Grad eintrat, während für mittlere Fronten wenigstens 3 mm Niederschlag und 2 Grad Temperaturfall verlangt wurden.

An den frontenfreien Tagen wiesen höchstens vereinzelte Tiere einige Male etwas erhöhte Schwefelausscheidungen auf. Auch die Warmfronten und Okklusionen zeigten sich wirkungslos. Von den 17 mäßigen bis starken Kaltfronten erwiesen sich 12 als biotrop. Um abzuklären, warum 5 Kaltfronten nicht wirksam waren, wurden die beteiligten Luftmassen bestimmt, wobei anfänglich auf die Angaben des deutschen Wetterdienstes für Karlsruhe abgestellt wurde, nachträglich dann aber auch für Zürich die Luftmassen festgelegt wurden. Dabei zeigte es sich, daß bei

den 5 nichtbiotropen Kaltfronten ein Übergang von Tropikluft zu Polarluft stattfand, bei den 12 biotropen Kaltfronten aber ein Übergang von gealterter Polarluft zu frischer Polarluft. Von den 14 schwachen Kaltfronten erwiesen sich nur jene zwei als biotrop, bei denen polararktische Luftmassen beteiligt waren. Die Tabelle enthält alle Kaltfrontdurchgänge während der Versuchsperiode und die dabei beteiligten Luftmassen.

Schwefelausscheidung und Luftmassenwechsel

Datum 1954	Starke und mittlere Kaltfronten				Schwache Kaltfronten			
	Erhöhte Schwefelausscheidung 12 Fälle		Normale Schwefelausscheidung 5 Fälle		Erhöhte Schwefelausscheidung 2 Fälle		Normale Schwefelausscheidung 12 Fälle	
März			31. III	mT/mPt				
April	5./7. IV	mPt/mPa	1. IV	mT/mPt	9. IV	mPa/cP	13. IV	cP/mPt
	25./26. IV	mPa/mPa			22./23. IV	mPa/mPa		
Mai	2. V	mPa/mPa	17. V	mT/mP			22. V	mP/mPt
	6./7. V	mPt/cPt	29. V	mT/mPt			30. V	mPt/mP
Juni	9./10. VI	mT/mPt/mP	21./22. VI	cT/mT			4./5. VI	mP/mPt
	13./14. VI	mPt/mP					6. VI	mPt/mP
	27. VI	mPt/mPa					16. VI	mP/mPt
							23. VI	mT/mPt
Juli	4. VII	mPt/mPa					1./2. VII	mPt/mP
	7. VII	mPt/mP					2./3. VII	mP/mPt
	10. VII	mP/mPt					15. VII	mPt/mP
	12. VII	mPt/mP					22. VII	mPt/mPt
	18. VII	mPt/mP					27. VII	mT/mPt

Bemerkenswert erscheint neben dem eindeutigen Resultat der Umstand, daß diese Methode gestattet, objektive Versuche über den Einfluß der Witterung auf Lebewesen anzustellen. Die Versuchstiere erhalten immer die gleiche Nahrung und sind in einheitlichen Ställen bei fast gleichbleibender Temperatur gehalten. Der subtile Faktor Mensch ist dabei ausgeschaltet. Die Resultate sind daher sicherer als bei Versuchen mit Patienten.

(Eine ausführliche Darstellung erscheint im «Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie».)

5. Max Schüepp (Zürich). – *Begriffe und Definitionen in der Witterungsklimatologie.*

Seit Anfang 1955 wird in Gemeinschaftsarbeit von der Flugwetterwarte Kloten und der Meteorologischen Zentralanstalt in Zürich eine Alpenwetterstatistik durchgeführt. Als Grundlage werden die Strömungsverhältnisse in Bodennähe und in den höheren Luftschichten verwendet. Die Einteilung benutzt die Isobarenrichtung der Bodenwetterkarte und der 500-mb-Karte mit Unterteilung in je 11 Klassen: 8 Hauptwindrichtungen und 3 Klassen für windschwache Wetterlagen. Die 121 Felder werden in 15 Hauptwetterlagen zusammengefaßt, welche wir teilweise mit gebräuchlichen Bezeichnungen, wie Bisenlage, Föhnlage, Hochdrucklage usw., charakterisieren können.

Als weitere Charakteristika der Wetterlage werden die Luftmasse und die Großwetterlage nach Heß-Brezowsky benutzt. Für die Definition der Luftmasse wird statt der ursprünglich von Schinze verwendeten potentiellen Äquivalenttemperatur die relative Topographie 1000/500 mb benutzt, welche die Mitteltemperatur der Luftschicht zwischen Boden und 5500 m wiedergibt. Für die Einteilung des gesamten Temperaturbereichs in einzelne Klassen bestehen verschiedene Möglichkeiten, wie z. B. Quintil-Einteilung (gleiche Elementzahl [20%] pro Klasse, aber ungleiche Klassenbreite), σ-Einteilung auf Grund der Streuung σ (Klassen von gleicher Breite, jedoch ungleicher Elementzahl), oder eine Kombination beider Prinzipien. Für die rel. Top. 1000/500 mb ergab sich aus der Analyse der Häufigkeitsverteilung eine vorteilhafte Unterteilung mit den Klassengrenzen 10%, 40%, 60% und 90% zur Abtrennung der verschiedenen Luftmassen.

Für die allgemeine klimatologische Einteilung der Temperaturverhältnisse in extrem kalte, mäßig kalte, normale, mäßig warme und extrem warme Tage, wie sie für die Bearbeitung der einzelnen Wetterlagen, in klimatologischen Monatsberichten, Prognosenkontrollen usw. gebraucht wird, empfiehlt sich eine Verwendung der Klassengrenzen: 2,5%, 25%, 75% und 97,5%, mit eventuellen Unterabteilungen 0,5%, 10%, 40% und 60% oder 50%, 90% und 99,5%. Die Veröffentlichung von Häufigkeitsstatistiken kann damit in vereinfachter Art z. B. nach folgendem Schema erfolgen:

Minimum | 2,5-%-Grenze | 25-%-Gr. | Mittelwert | 75-%-Gr. | 97,5-%-Gr. | Maximum

Aus diesen Angaben läßt sich die Summenkurve mit guter Annäherung zeichnen zur Interpolation von Zwischenwerten und genauerer Analyse der Verteilung.

Die relative Topographie 1000/500 mb gestattet den Begriff der Frontalzone zu definieren als Gebiet, in welchem im Umkreis von zwei Breitengraden (Radius 222 km) mindestens um zehn Dekameter verschiedene Werte auftreten. Die Definition der Fronten selbst muß noch genauer abgeklärt werden.

6. Heinrich Uttinger (MZA, Zürich). – *Beidseitig begrenzte Kollektive in der Klimatologie. Ein Beitrag zur klimatologischen Statistik.*

Die statistischen Kollektivgegenstände gliedern sich bezüglich ihrer Ausdehnung in drei Gruppen: *a)* nach beiden Seiten unbegrenzt fortsetzbar, *b)* einseitig begrenzt, meist durch den Nullwert, *c)* beidseitig begrenzt, sei es durch das in Betracht gezogene Intervall oder durch die Natur des untersuchten Gegenstandes selbst. Für die Auswertung nach wahrscheinlichkeitstheoretischen Verteilungsgesetzen stehen für die Gruppe *a* die Normalverteilungen, für *b* das Poissonsche Exponentialgesetz sowie der Grenzfall der seltenen Ereignisse bei Ansteckung[1] zur

[1] F. Eggenberger: «Die Wahrscheinlichkeitsansteckung.» Diss. ETH, 1924.

Verfügung. Der Gruppe *c* angemessen ist die binomische Verteilung, doch ist ihre Anwendungsmöglichkeit stark eingeschränkt, indem mit dem Mittelwert der Verteilung auch ihre Streuung festgelegt ist.

Ich habe nun versucht, das allgemeine Verteilungsgesetz, das aus dem Urnenschema für Wahrscheinlichkeits-Ansteckung durch F. Eggenberger abgeleitet worden ist und das er als Grundlage für die Ausarbeitung eines Verteilungsgesetzes im erwähnten Grenzfall der seltenen Ereignisse benutzt hat, direkt auf Kollektivgegenstände der Gruppe *c* anzuwenden. Das von G. Polya aufgestellte Urnenschema sieht vor, daß nach jedem Zug die Chance für die Farbe der gezogenen Kugel in bestimmt definierter Weise erhöht wird. Bezeichnen wir mit p die relative Häufigkeit der «Erfolgs»-Farbe, mit δ die «Chancenvermehrung», so ist die Wahrscheinlichkeit P_r, daß in n Zügen r Erfolge eintreten

$$P_r = \frac{\binom{\frac{p}{\delta}+r-1}{r}\binom{\frac{q}{\delta}+n-r-1}{n-r}}{\binom{\frac{1}{\delta}+n-r}{n}} \equiv \frac{\binom{-\frac{p}{\delta}}{r}\binom{-\frac{q}{\delta}}{n-r}}{\binom{-\frac{1}{\delta}}{n}}$$

$$(q = 1-p)$$

Der Mittelwert der Verteilung ist wie im binomischen Fall np, die Streuung dagegen

$$\sigma^2 = npq\,\frac{1+n\delta}{1+\delta}$$

Lösen wir diese Formel nach δ auf, so erhalten wir

$$\delta = \frac{\sigma^2 - npq}{n^2pq - \sigma^2}$$

und können damit aus Mittelwert und Streuung eines gegebenen Kollektivs δ ermitteln. Wir verfügen also über alle Elemente, welche eine Frequenzkurve zu berechnen gestatten, die obiger Formel für P_r gehorcht und in Mittelwert und Streuung mit dem beobachteten Kollektiv übereinstimmt.

Die Verteilungsbilder dieser Art variieren zwischen Glockenform mit verschieden starker Schiefe, monoton fallendem Verlauf und U-Form. Sie folgen sich in dieser Reihenfolge mit wachsendem δ. Alle drei Typen kommen in der Praxis vor. Für die beiden ersten wurden Beispiele aus der Niederschlagsstatistik vorgeführt, für den letztgenannten solche aus dem Gebiet der Bewölkung und Sonnenscheindauer.

7. Erich Nagel (Davos). – *Die Sonnenscheinverhältnisse der Schweiz.*

Die homogenisierten Ergebnisse der Registrierungen von 22 Stationen über die Periode 1921 bis 1950 ermöglichen es, die Sonnenscheinverhältnisse der hauptsächlichen Klimagebiete der Schweiz zu charak-

terisieren. Zur Darstellung der Sonnenscheinverhältnisse in einem Gebirgsland wie der Schweiz eignet sich am besten die relative Sonnenscheindauer, der Quotient der tatsächlichen zur orographisch möglichen Sonnenscheindauer, da sie unabhängig vom örtlich stark verschiedenen Horizontverlauf und damit von der möglichen Sonnenscheindauer ist. Dadurch wird es im allgemeinen möglich, die Sonnenscheinverhältnisse kartographisch darzustellen; lediglich in Gebieten mit stark kupiertem Horizont können infolge der Horizonteinflüsse Unterschiede zwischen der relativen Sonnenscheindauer von Standorten mit freiem und mit eingeengtem Horizont auftreten[1]; diese lokalen Unterschiede sind jedoch meistenorts nicht so groß, daß sie eine kartographische Darstellung der relativen Sonnenscheindauer unmöglich machen würden. Wenn die Abstufungen einer solchen Karte weit genug gewählt werden und der Darstellung an Stelle der Monate die Jahreszeiten zugrunde gelegt werden, lassen sich die markantesten Unterschiede zwischen den Sonnenscheinverhältnissen der verschiedenen Klimagebiete der Schweiz anschaulich darstellen. Zur Ergänzung der etwas spärlichen Registrierergebnisse können einwandfreie Resultate der Bewölkungsschätzungen zugezogen werden, die ja in einem bestimmten Verhältnis zur relativen Sonnenscheindauer stehen[2].

In der Schweiz lassen sich die einzelnen Regionen, in denen die Sonnenscheinverhältnisse ihr eigenes Gepräge aufweisen, folgendermaßen charakterisieren: Im Mittelland liegen die Verhältnisse in bezug auf die mögliche Sonnenscheindauer günstig; auch ist der Sommer reich an Sonnenschein (relative Sonnenscheindauer über 50%, mit Ausnahme von Luzern, im westlichen Genferseegebiet dagegen über 60%), während Herbst und Winter wegen der vielen Hochnebeldecken eher trüb sind (relative Sonnenscheindauer im Dezember meistens unter oder um 20%; Ausnahme östliches Genferseegebiet: 25 bis 28%). Ungünstigere Horizontverhältnisse und damit eine Einschränkung der möglichen Sonnenscheindauer charakterisieren die Alpentäler ganz allgemein; dagegen sind in den höheren Alpenlagen Herbst und Winter sonnig (relative Sonnenscheindauer im Winter über 40 bis 50%, im Herbst um 50% und darüber), weil sie meistens über der Hochnebeldecke liegen. Jura und Voralpen sowie besonders die Gipfellagen des Hochgebirges sind im Frühling und Sommer weniger bevorzugt, weil sich an ihnen vermehrte Konvektions- und Staubewölkung bildet. Je nach Lage können aber auch im Hochjura Winter und Herbst zeitweise sonnig sein (Oktober über 40%, November bis Februar um 30% und darüber), und in den Alpenquertälern sorgen dann die Föhnperioden für vermehrte Aufhellungen (Landquart: Herbst über 50%, November bis Januar ca. 35 bis 40%).

---

[1] Siehe dazu J. C. Thams: «Über die Bestimmung der relativen Sonnenscheindauer in einem stark kupierten Gelände.» Arch. Met. Geoph. Biokl. B *6*, 417 (1955).

[2] Siehe dazu W. Mörikofer und E. Nagel: «Über die Beziehung zwischen Sonnenscheindauer und Bewölkung.» Verh. S.N.G., Bern 1952, 112, sowie F. Steinhauser: «Über die Beziehung zwischen Sonnenscheinregistrierungen und Bewölkungsschätzungen.» Wetter und Leben, *6*, 139 (1954).

Die sonnenreichsten Gebiete in der Schweiz sind das Wallis und der Alpensüdfuß. Ersteres ist ein abgeschlossenes Binnental im Windschatten der Schlechtwetterwinde und ist daher zum größten Teil während des ganzen Jahres relativ sonnig und trocken (Winter über 40%, Sommer 60% und darüber). Das Klima des Alpensüdfußes besitzt bereits mediterranen Charakter, es ist durch Nebelarmut und reichlichen Sonnenschein das ganze Jahr hindurch gekennzeichnet; so gibt es in Locarno keinen Monat mit weniger als 50% relativer Sonnenscheindauer, und in Lugano sind die Werte nur wenig niedriger.

8. E. Ambühl (Liebefeld-Bern). – *Temperatur- und Schneeverhältnisse im Sommer (Juni–September) auf Jungfraujoch 3578/3350 m.*

An Hand von Projektionen und weiteren Darstellungen wurde folgendes demonstriert: *Monatsmittel der Temperatur verschiedener alpiner Stationen im Vergleich mit Jungfraujoch* (mit Säntis und Großen St. Bernhard auf den Zeitraum 1901 bis 1950 reduziert) *und der Station Brönlund-Fjord in Nord-Grönland* (zwei Jahre Beobachtung). Amplitude Jungfraujoch 13 Grad, Brönlund-Fjord 37 Grad. *Durchschnittliche Tagesmittel der Temperatur Juni bis September 1901 bis 1950 von Bern, Großem St. Bernhard, Säntis, Jungfraujoch* (sowie Altdorf und Lugano). Wärmster Tag auf Jungfraujoch: 9. August —0,1 Grad. Höchste durchschnittliche Mittagstemperatur 1,2 Grad. Sieben Tage mit noch positiven Werten. Auf ca. 3750 m keine positiven mittleren Mittagswerte mehr zu erwarten. Über 5800 bis 5900 m überhaupt keine positiven Temperaturen mehr möglich.

Beziehung zwischen Höhenlage einer Station und dem Eintreffen des theoretischen Jahresmaximums der Temperatur (1901 bis 1950), berechnet als Scheitelwert der den Monatsmitteln am besten entsprechenden Sinuskurve (19 Stationen: z. B. Bern 18. Juli, Andermatt 24. Juli, Säntis und Großer St. Bernhard 29. Juli, Jungfraujoch 2. August). Auf ca. 10 km Höhe geht der Wert auf den 7. bis 8. August, um nachher nicht mehr später in Erscheinung zu treten.

Abweichung der Monatsmittel (1901 bis 1950) vom theoretischen Wert im obigen Sinne für rund 20 Stationen: Mittelland und montane Lagen in der Regel: März und August zu warm, Juni und November zu kalt. Gebirge: Winter und August zu warm, Juni und November zu kalt.

Abweichungen der durchschnittlichen Tagesmittel des Sommers (Juni bis September) 1901 bis 1950 vom theoretischen Wert für Bern, Großen St. Bernhard, Säntis und Jungfraujoch: Relativ kälteste Tage Mitte und Ende Juni, wärmste Ende August und vor dem 10. September.

Schneehöhen während des Sommers (1. Mai bis 1. Oktober), Pegel Jungfraujochfirn auf 3350 m Mittel 1916 bis 1950. Wenn Vorjahr 1. Oktober = 0 cm, dann 1. Mai ca. 3,90 m, Maximum 26. Juni 4,20 m, Minimum 30., 31. August 3,55 m und 1. Oktober 3,90 m. Ablation im Durchschnitt 65 cm oder pro Tag knapp 1 cm zwischen Maximum und Minimum. Im genannten Zeitraum im Minimum über 30, im Maximum 330 cm Abla-

tion. Auch in den besten Sommern (1921, 1944, 1947) verschwand nie aller Schnee des vergangenen Jahres, sondern es blieben Rücklagen von rund ½ m.

9. P.-L. Mercanton (Lausanne). – *Aires englaciées de Suisse* (rectification).

Un fâcheux concours de circonstances a entraîné l'omission, en 1953, dans ma récapitulation des aires englaciées de Suisse, d'une surface importante, faussant le résultat final. Cette erreur est apparue lors de la comparaison de ce premier résultat avec le chiffre récemment établi, mais par bassins hydrographiques par le Service fédéral des eaux, à Berne. Notre chiffre rectifié devient 1520 km² au lieu des 1384 erronés. Le S.F.E. a de son côté obtenu 1556 km², soit 36 km² de plus (env. +2%). Considérant cette minime divergence, et que les opérations du S.F.E. ont porté non pas seulement sur la nouvelle carte nationale, mais encore sur l'ancien atlas Siegfried, je juge préférable d'admettre définitivement, pour l'aire totale du S.F.E., le chiffre intermédiaire de 1545 km², afin de mettre les usagers, gens de science ou techniciens, en présence d'une valeur unique.

La comparaison des aires fournie par les deux cartes (1877 et 1932) fait ainsi ressortir une diminution des surfaces englaciées de 286 km² (15,5%) en un demi-siècle.

Corrélativement le recul général des glaciers, en dépit d'exceptions peu nombreuses et toutes passagères, s'est accompagné d'un relèvement des cotes d'altitude de leurs fronts plus ou moins marqué, selon la configuration du terrain. D'une carte à l'autre, pour quelque 160 glaciers à l'extrémité bien dessinée, ce relèvement a été de 90 m en moyenne.

4. Section de chimie

Le XIVe Congrès international de chimie pure et appliquée ayant eu lieu à Zurich, du 21 au 27 juillet 1955, la Société suisse de chimie a renoncé exceptionellement à organiser cette année sa séance habituelle.

5. Section de géologie

Séance de la Société géologique suisse

Samedi et dimanche les 24 et 25 septembre 1955

Président: Prof. Ed. Paréjas (Genève)
Secrétaire: R. Murat (Genève)

1. R. F. Rutsch und R. Bertschy (Bern). – *Der Typus des Neocomien*[1].

2. N. Pavoni (Zürich). – *Das Niveau des «Appenzeller Granites» (Degersheimer Kalknagelfluh) und seine Ausdehnung in der Zürcher Molasse.*

Von Abtwil bei St. Gallen bis Feldbach am obern Zürichsee läßt sich in der Obern Süßwassermolasse (OSM) auf eine Erstreckung von 70 km ein Nagelfluhhorizont durchgehend verfolgen, der sich durch seine Härte (sehr feste Verkittung der Komponenten) und durch seine einheitliche Materialführung gegenüber den übrigen Nagelfluhen des Hörnlischuttfächers auszeichnet. In der genannten Ausdehnung wurde der Horizont schon 1862 von *A. Escher von der Linth* und *A. Mousson* beschrieben. Es handelt sich um eine auffällige, schwarze, i. a. feinkörnige Nagelfluh. 1950 erschien die Arbeit von *U. P. Büchi* und *G. Welti*, worin insbesondere die fazielle Ausbildung der Nagelfluh beschrieben und gedeutet wird. Auf die Herkunft des Materials treten die Autoren nicht näher ein, sie erwähnen nur, daß es «wahrscheinlich ostalpiner Provenienz» sei. Die dunkle Färbung der Nagelfluh ist bedingt durch das starke Überwiegen schwarzer und dunkelgrauer Kalke, seltener dolomitischer Kalke und Dolomite, unter den Komponenten. Viel weniger häufig, aber niemals fehlend, in ihrer Größe eher über dem Durchschnitt der schwarzen Komponenten liegend, treten helle, grauweiße bis leicht gelbliche, zuckerkörnige Dolomite auf. In typischer Ausbildung ist die Nagelfluh außerordentlich arm an kristallinen Komponenten. Lokal kann ihr Anteil in gewissen Lagen, z. B. am Hüllistein, 6 bis 8%, ja bis 13,5% (*H. Tanner*, 1944) erreichen. Bei den schwarzen Kalken und den Dolomiten handelt es sich, auf Grund umfangreichen Vergleichsmaterials zu schließen, um Arlbergkalke, Raiblerkalke und -dolomite.

---

[1] Erscheint in «Eclogae», Vol. 48/2 (1955).

Die schwarze Kalk-Dolomitnagelfluh bildet aber nur einen Teil des gesamten Niveaus. Das ganze Niveau ist charakterisiert durch drei Gesteinsarten:

1. einen feinen, dichten, hellgrauen Mergelkalk, 0,5 bis 1 m mächtig;
2. die schwarze, feinkörnige Kalk-Dolomitnagelfluh;
3. einen feinkörnigen, hellgrauen – dunkelgrauen, feinstgeschichteten Sandstein – Kalk-Dolomitsandstein mit zahlreichen Wellenrippeln, im Hangenden des Niveaus.

In größerer Entfernung vom Schüttungszentrum des Hörnlischuttfächers kann die Nagelfluh des Niveaus fehlen, oder sie tritt nur noch vereinzelt, rinnenförmig auf, so im Sihltal bei Station Sihlbrugg, bei Männedorf-Auf Dorf und bei Uetikon. Mergelkalk und Sandstein aber ziehen überall in stets gleicher Ausbildung durch. Das Niveau konnte im Sihltal bei Station Sihlbrugg, zwischen Wädenswil und Horgen, zwischen Oetikon bei Stäfa und Meilen, im Gebiet von Grüningen bis Eßlingen gefunden werden. Ebenso tritt es, unter der Molasse von Zürich durchziehend, 20 km weiter nördlich im Limmattal W Urdorf am Dietiker Hohnert auf Kote 450 bis 460 m wieder auf. Wir finden hier den typischen Mergelkalk und Sandstein des Niveaus in stratigraphisch richtiger Lage. Das Niveau kann in der OSM des NW Kt. Zürich noch weiter verfolgt werden.

Der Mergelkalk besitzt, allein aus den bis jetzt bekannten Vorkommen zu schließen, eine Ausdehnung von über 1000 km^2. Die große flächenhafte Ausdehnung und die durchgehend gleiche, feine, feinstgeschichtete Ausbildung des Mergelkalkes und des Sandsteins beweist, daß es sich nicht um fluviatile, sondern um Ablagerungen in einem weitausgedehnten, äußerst flachgründigen, untiefen stehenden Gewässer handelt. Unter diesem Gesichtspunkt ließen sich auch gewisse Besonderheiten in der Ausbildung der schwarzen Kalk-Dolomitnagelfluh (außerordentlich gute Verkittung, gleichmäßige Verteilung des Materials) erklären, erscheint sie doch, z. T. wenigstens, deutlich zwischen Mergelkalk und Sandstein eingeschaltet. Auch andere Beobachtungen in der Zürcher Molasse führen uns zur Ansicht, daß zu gewissen Zeiten weit ausgedehnte Flachseen die Schwemmlandebene im Vorland der Alpen bedeckten. Wir möchten daher die Zürcher Molasse nicht als fluvioterrestrische Bildung bezeichnen, wie *F. Hofmann* (1951) und *R. Hantke* (1953) dies für die OSM der Ostschweiz tun, sondern eher von limno-fluviatilen Ablagerungen sprechen, wobei der Begriff «fluviatil» in sich schließt, daß neben den Flußläufen weite Gebiete trocken lagen und dem Einfluß der Verwitterung ausgesetzt waren. Ein Sediment, das während einer Überschwemmung abgelagert wurde, und das gilt für den Großteil der Mergelsteine der OSM, und sekundäre fossile Verwitterungserscheinungen zeigt, darf dennoch nicht als terrestrische Bildung bezeichnet werden, denn es wurde im Wasser abgelagert, es ist ein Inundationssediment.

Am Schluß wurde noch auf die unbefriedigenden Bezeichnungen «Degersheimer Kalknagelfluh» und «Appenzeller Granit» hingewiesen.

Besonders der neugewählte Begriff «Degersheimer Kalknagelfluh» ist nicht glücklich gewählt, denn erstens ist die Nagelfluh bei Degersheim nicht anstehend, und zweitens handelt es sich um eine Kalk-Dolomitnagelfluh. Wir möchten das ganze Niveau, dessen große Bedeutung durch die Untersuchungen in der Zürcher Molasse bestätigt wurde, als Hauptleitniveau der OSM im Gebiet der Hörnlischüttung bezeichnen, auf welches mit Vorteil alle stratigraphischen Höhenangaben der OSM bezogen werden.

Zitierte Literatur

Büchi, U. P., und Welti, G. (1950): Zur Entstehung der Degersheimer Kalknagelfluh im Tortonien der Ostschweiz. Ecl. geol. Helv. 43/1, 1950.

Escher von der Linth, A., und Mousson, A. (1862): Übersicht der Geologie des Kantons Zürich. Neujahrsbl. Naturf. Ges. Zürich.

Hantke, R. (1953): Gliederungsversuch der Obern Süßwassermolasse im Gebiet der Hörnlischüttung. Ecl. geol. Helv. 46/1, 1953.

Hofmann, F. (1951): Zur Stratigraphie und Tektonik des st.-gallisch-thurgauischen Miozäns (Obere Süßwassermolasse) und zur Bodenseegeologie. Ber. (Jb.) st.-gall. Naturw. Ges. 74.

Tanner, H. (1944): Beitrag zur Geologie der Molasse zwischen Ricken und Hörnli. Mitt. thurg. Naturf. Ges. 33.

3. N. Pavoni (Zürich). – *Molassetektonik, Terrassen und Schotter zwischen Glattal, oberem Zürichsee und Sihltal.*

Jede Aussage über quartäre tektonische Bewegungen, Verbiegungen, Absenkungen oder Brüche setzt eine gründliche Kenntnis des tieferen geologischen Untergrundes voraus. Ist diese Voraussetzung nicht erfüllt, so hängt die Aussage im wahrsten Sinne des Wortes in der Luft, da ihr der Untergrund fehlt, auch wenn die Beobachtungen an der Oberfläche in schönster Weise übereinzustimmen scheinen. Im Mittelland werden die an sich schon so komplexen quartären Ablagerungen unterlagert von der Molasse, im Gebiet des Zürichsees von der OSM. Nun ist aber die detaillierte Erforschung der Molasse, insbesondere ihrer Tektonik, durch ihre fazielle Beschaffenheit und durch die weite Bedeckung mit quartären Ablagerungen außerordentlich erschwert, so daß wir auch heute nur für wenige Gebiete des Mittellandes so genau über die Geologie der Molasse orientiert sind, wie es für eine sichere Aussage über quartäre Tektonik notwendig wäre. Jeder quartären tektonischen Bewegung muß eine gleichwertige Bewegung in den ältern Schichten des Untergrundes entsprechen.

Im Laufe mehrjähriger Untersuchungen, die die geologische Erforschung der Zürcher Molasse zum Ziele hatten, gelang es, ein recht eingehendes Bild über die Molassetektonik des Zürichseegebietes zu gewinnen. Daß zugleich mit der Erforschung der Molasse auch quartäre Probleme angeschnitten wurden, ist selbstverständlich, besteht doch gerade im Gebiet der Glattalschwelle und des obern Zürichsees, wo quartäre Ablagerungen fast vollständig fehlen und wo zuerst mit den Untersuchungen

begonnen wurde, ein enger Zusammenhang zwischen Morphologie und Molassegeologie. Als eines der ersten Probleme galt es, die Natur der Terrassen, soweit sie ins Molassegebiet fallen, abzuklären. Zwei Auffassungen über die Natur der Terrassen stehen sich gegenüber, wobei allerdings der Begriff «Terrasse» nicht überall einheitlich verwendet wird. Um von einer Terrasse sprechen zu können, muß zum mindesten eine einheitliche, deutlich begrenzte Fläche festgestellt werden können, die im allgemeinen gegen das Tal hin von einem ebenso deutlich begrenzten und ausgeprägten Steilhang abgelöst wird.

Nach der einen Auffassung, vertreten durch *Alb. Heim* (1894, 1919) und seine Schüler *A. Wettstein* (1885), *A. Aeppli* (1894) und *E. Gogarten* (1910), sind die Terrassen am Zürichsee Reste alter Talböden, Flußerosionsterrassen (sog. Felserosionsterrassen *Alb. Heims*). Die Rückläufigkeit der Terrassen im Gebiet von Männedorf–Stäfa einerseits und Au–Wädenswil anderseits erklären sie mit einer flexurartigen Abbiegung dieser alten Talböden, bedingt durch ein Absinken des gesamten Alpenkörpers im Quartär. Eine solche quartäre Absenkung im Raume der rückläufigen Terrassen, welche das Glattal von den Alpen abgeschnitten hat, wird auch von *Th. Zingg* (1934) und neuerdings von *M. Stein* (1948) angenommen. *M. Stein* beschreibt im obern Glattal, nördlich an die «Randflexur» anschließend, weitere starke Verbiegungen selbst jungquartärer Terrassensysteme, allerdings ohne die Molassetektonik in den betreffenden Gebieten zu berücksichtigen.

E. Brückner und *A. Penck* (*Penck* und *Brückner*, 1909) vertreten die Ansicht, daß es sich bei den Terrassen, den sog. kleinen Terrassen *Brückners*, um Schichtterrassen handelt, die durch den Gletscher in der Molasse herauspräpariert wurden.

Von jeder Seite werden einige Argumente angeführt, die zugunsten ihrer Auffassung sprechen. So blieb das Problem umstritten und ungelöst bestehen, weil letzten Endes die genaue Tektonik der Molasse nicht bekannt war oder falsche Angaben darüber bestanden. Unsere Untersuchungen haben ergeben, daß es sich bei den «kleinen» Terrassen am Zürichsee, um den Ausdruck von *E. Brückner* zu gebrauchen, um Schichtterrassen handelt, welche zum Teil eine ganz beträchtliche Ausdehnung besitzen. So wird z. B. in der Synklinallandschaft von Redlikon–Hombrechtikon–Wolfhausen–Bubikon mehr als die Hälfte der gesamten Oberfläche des betreffenden Gebietes, das sind mehr als 5 km², durch die Schichtfläche des «Wetterkalkes» von Hombrechtikon gebildet (*Pavoni*, 1953). Im allgemeinen sind es aber die viel häufiger auftretenden harten Nagelfluh- und Knauersandsteinbänke welche den Untergrund, der Terrassenflächen formen.

Es ist nun aber nicht so, daß wir bei jeder Terrassenfläche direkt unter der Grasnarbe oder unter der Humusdecke des Waldbodens den festen Fels vorfinden müssen, wie das tatsächlich oft der Fall ist. Solche Abweichungen werden gerne als Argumente gegen die Schichtterrassen ins Feld geführt, doch läßt sich in den meisten Fällen eine Erklärung dafür finden:

1. Zwischen zwei «harten» Gesteinsbänken sind meistens in etwa gleicher Mächtigkeit «weiche» Mergelgesteine eingelagert. Wenn es auf den harten Gesteinsflächen zur Ausbildung von Schichtterrassen kam, so muß doch irgendwo in den Mergelgesteinen ein zuerst meist sanft ansteigender Übergang von der tieferliegenden Terrasse zur nächst höher liegenden erfolgen. So ist es möglich, daß wir, am ehesten sichtbar an den Rändern von Tobeln, die in die Terrassen eingeschnitten sind, bergwärts direkt unter den heutigen Terrassenflächen «weiche» Mergelgesteine finden können.
2. Die Nagelfluh-Knauersandstein-Stromrinnen können unvermittelt aussetzen, die Terrasse findet dann auch ihr Ende, aber meist nicht so unvermittelt wie die Gesteinsbank. In solchen Randzonen ist ein direkter Zusammenhang zwischen harter Schicht und Terrassenfläche natürlich nicht zu erkennen.
3. Seit der letzten Eiszeit sind die oberflächlich anstehenden Gesteine zum Teil stark verwittert, so daß in gewissen Fällen ein ehemals harter Sandstein heute als weiches Gestein erscheint.
4. Es ist nicht gesagt, daß jede harte Schicht eine Schichtfläche bilden muß. Zudem ist zu bedenken, daß die Natur außerordentlich vielfältig ist und nicht stur nach einem Schema arbeitet.

Auf Grund von solchen Beobachtungen aber die allgemeine Tatsache, daß es sich bei den «kleinen» Terrassen um Schichtterrassen handelt, verkennen zu wollen, wäre falsch.

Wie sind die Schichtflächen entstanden? Fließendes Wasser hat nicht die Eigenschaft so ausgedehnte Schichtflächen freizulegen. Es sind auch keine «Denudationsterrassen», wie *Th. Zingg* (1934) dies postuliert. Bei der heutigen starken Vegetationsbedeckung scheint eine stärkere Denudation ausgeschlossen. Eine solche hätte nur in der Zeit kurz nach dem Rückzug der Würmgletscher erfolgen können. Aber hätte die zur Verfügung stehende Zeit genügt, um die weiten Schichtflächen freilegen zu können? Zudem müßten sich in diesem Fall in der außerordentlich flachen, sozusagen gefällsfreien Synklinallandschaft von Hombrechtikon–Bubikon mächtige Schuttmassen als Reste der über dem Wetterkalk liegenden Nagelfluhen vorfinden. Von solchen fehlt aber jede Spur. Die Schichtflächen sind durch den Würmgletscher herauspräpariert worden. Diese Auffassung wird bestätigt durch die seltenen Moränenreste, die jeweils direkt auf den Schichtflächen liegen. Die Terrassen- und Schichtrippenlandschaft im Gebiet der Glattalschwelle und am rechten Ufer des obern Zürichsees und ebenso die Schichtflächen zwischen Wädenswil und Horgen sind ein eindrückliches Beispiel für die Erosionskraft der mächtigen würmeiszeitlichen Gletscher.

Zusammenfassend läßt sich folgendes feststellen: Die «kleinen» Terrassen am Zürichsee und insbesondere die rückläufigen Terrassen am obern Zürichsee sind Schichtterrassen. Letztere liegen im Südschenkel der Käpfnach–Grüninger Antiklinale.

Neben den rückläufigen Terrassen bildeten für *Alb. Heim* und seine Schüler die rückläufigen Deckenschotter zwischen Albis, Sihl- und Lorze-

gebiet die Hauptstütze für den Nachweis einer alpinen Randflexur. Es ist hier nicht der Ort, auf die innern Widersprüche in der Arbeit von *A. Aeppli* (1894) und auf die zahlreichen Widersprüche zwischen den Arbeiten von *A. Aeppli* (1894) und *E. Gogarten* (1910) hinzuweisen. Sie sind nichts anderes als der Ausdruck der außerordentlich großen, kaum vermeidbaren Subjektivität, die besteht, wenn Gehängeverflachungen, ohne entsprechende Schotterreste aufzuweisen, zu Terrassensystemen zusammengefaßt werden. Auch auf die großen Differenzen in der petrographischen Ausbildung und auf die Lagerung der einzelnen Schotter am Albis und im Sihl–Lorze-Gebiet wollen wir hier nicht eintreten. *R. Frei* (1912) und *Th. Zingg* (1934) haben hier schon auf die wesentlichen Punkte hingewiesen. Ich möchte nur erwähnen, daß am Scherenspitz westlich Schindellegi hoch über der Sihlschlucht auf 1010 m ein Schotterrest vorkommt, der sehr schön in das allgemeine Deckenschotterniveau (Albishorn, Ghöch, Stoffel) paßt, ohne daß eine Absenkung angenommen werden müßte. Der Schotter am Scherenspitz wurde von Herrn Prof. W. Leupold entdeckt.

Lassen wir einmal alle die sehr begründeten Zweifel beiseite, und nehmen wir die Rücksenkung genau so an, wie sie *A. Aeppli* (1894) angibt. Vergleichen wir die daraus sich ergebende Schottertektonik mit der Molassetektonik:

1. Der Horizontalabstand Molasseantiklinale–Molassesynklinale beträgt etwas mehr als 3 km. Der Horizontalabstand Deckenschotter-«Antiklinale»–Deckenschotter-«Synklinale» beträgt 9 km.
2. Die Molasseantiklinale liegt mitten im «Südschenkel» der Deckenschotter-«Antiklinale». Sie streicht schief, mit einem Winkel von etwa 30° zum Streichen der Deckenschotterverbiegung. Die Deckenschotter-«Synklinale» liegt im Sihlgebiet 2 bis 3 km südlich der Molassesynklinale und damit bereits vollständig im stark gegen SSE ansteigenden Südschenkel der Wädenswil-Synklinale.
3. Im Gebiet von Stäfa–Wädenswil beträgt die Amplitude Molasseantiklinale–Molassesynklinale ca. 180 bis 200 m. Sie genügt also nicht für die angenommene Absenkung von 340 m der «Deckenschotter» bei Wädenswil (Altschloß, Waisenhaus). Gegen W verstärkt sich die Amplitude der Wädenswilsynklinale unter der Schubwirkung der Hohe-Rone-Scholle.
4. Die Zürcher Molasse ist durch Brüche recht stark zerschnitten und vertikal und horizontal versetzt worden, die, z. T. wenigstens, nachweisbar älter sind als die Deckenschotter.
5. Aus der Diskordanz zwischen Schotter und Molasse ergibt sich, daß schon vor der angenommenen Rücksenkung eine antiklinale Struktur in der Molasse vorhanden gewesen sein muß.

Der Vergleich zeigt eindeutig, daß keine Beziehungen zwischen Molassetektonik und angenommener Deckenschottertektonik bestehen. Damit ist erwiesen, daß es im Raum zwischen Glattal–oberem Zürichseetal–Sihltal eine randalpine Einsenkung, eine alpine Randflexur im Sinne *Albert Heims* und seiner Schüler nicht gibt.

Zitierte Literatur

Aeppli, A. (1894): Erosionsterrassen und Glazialschotter in ihrer Beziehung zur Entstehung des Zürichsees. Diss. Univ. Zürich.
Frei, R. (1912): Monographie des schweizerischen Deckenschotters. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz, N.F., 37. Lfg.
Gogarten, E. (1910): Über alpine Randseen und Erosionsterrassen, im besonderen des Linthtales. Diss. Univ. Zürich.
Heim, Alb. (1894): Die Entstehung der alpinen Randseen. Vierteljahrsschrift der Naturf. Ges. in Zürich, Jg. 39.
Heim, Alb. (1919): Geologie der Schweiz, Bd. I.
Pavoni, N. (1953): Die rückläufigen Terrassen am Zürichsee und ihre Beziehungen zur Geologie der Molasse. Geographica Helvetica, Heft 3, 1953.
Penck, A., und Brückner, E. (1909): Die Alpen im Eiszeitalter, Bd. II.
Stein, M. (1948): Morphologie des Glattales. Diss. Univ. Zürich.
Wettstein, A. (1885): Geologie von Zürich und Umgebung. Diss. Univ. Zürich.
Zingg, Th. (1934): Erläuterungen zu Atlasblatt 7 (226 Mönchaltorf, 227 Hinwil, 228 Wädenswil, 229 Rapperswil) d. geol. Atlas der Schweiz.

4. M. MATSCHINSKY (Bourg-la-Reine [Seine, France]). – *De la genèse des chaînes de montagnes.*

Séance commune avec la Société suisse de minéralogie et pétrographie

5. TH. HÜGI (Bern). – *Petrographische Beobachtungen im Zuleitungsstollen Gadmental–Rotlaui der Kraftwerke Oberhasli AG*[1].

6. JOHN HALLER (Basel). – *Die syn- und postorogenen Granite der ostgrönländischen Kaledoniden* (Zusammenfassung).

Bei der Entfaltung eines Orogenzyklus verhalten sich die granitoiden Gesteine aktiv. Sie lassen sich in ein Raum-Zeit-System eingliedern («granite series» nach *H. H. Read*). Das kaledonische Orogen in Ostgrönland eignet sich besonders gut zum Studium der zeitlich-tektonischen Abfolge seiner Granittypen. Feldgeologisch können hier unterschieden werden:

Synorogene Granite { polyschematische Migmatit-Granite
Spät- und postorogene Granite { monoschematische Intrusiv-Granite

Stofflich besteht zwischen diesen Varietäten eine enge Verwandtschaft. Die jungen sind palingene Spätprodukte des synorogenen Migmatismus.

1. Synorogene Granite

Das Gebirge zeigt eine ausgeprägte Stockwerkfaltung. Über einem intensiv durchbewegten, granitisierten Unterbau liegt ein nur schwach verfalteter, nicht bis leicht metamorpher Mantel präkambrischer Sedimente. Im Gebirgsinnern sind dieselben Sedimente unter Einwirkung

[1] Erscheint in Bd. 35, Heft 2, der «Schweiz. Min. u. Petr. Mtteilungen».

einer durchgreifenden Stoffzufuhr migmatitisiert und vollständig umgeprägt worden. Ausgedehnte Bereiche haben hier eine «in situ» erfolgte Granitisierung erfahren. Die resultierenden Gesteine weisen häufig schwach angedeutete bis gut entwickelte Paralleltexturen auf. Die Anordnung ihrer dunkeln Gemengteile zeichnet oft auch ehemalige Sedimentstrukturen ab (Rippelmarks, Kreuzschichtung). Petrochemisch handelt es sich um Granite bis Quarzdiorite. Diese stellen das Endprodukt von wechselvoll verlaufenen metasomatischen Prozessen dar.

Die diffuse Stoffzufuhr ließ das Volumen der erfaßten Räume zunehmen und führte dadurch zu einem plastisch-mobilen «Aufquellen» des Migmatit-Stockwerkes. So haben die migmatitischen Baukörper (domartige Gewölbe, zungen- bis pilzförmige Raumgebilde) als aktive Elemente an der Auffaltung des Gebirges teilgenommen.

2. Spät- und postorogene Granite

In den Spät- und Nachphasen der Orogenese haben Intrusiv-Granite den Faltenbau konkordant (komplex-lagig) und diskordant (Gangschwärme, Stöcke, Batholithen) durchschlagen. Sie wurden aus den Tiefen des Unterbaues in die tektonischen Schwächezonen des Gebirges eingepreßt, meist in die disharmonische Ablösungszone zwischen Migmatit-Unterbau und Sedimentdecke. Größere Vorkommen beschränken sich daher auf die Randzone der synorogenen Migmatitkörper. Nicht selten finden sich die Intrusiva auch in spätorogenen Bruchsystemen.

In den ostgrönländischen Kaledoniden gibt es wenigstens vier Intrusivgenerationen. Die älteren Typen sind heterogene Mischgesteine, entstanden durch Vermengung von Schollen und Bändern des Wirtgesteins mit fluidaler granitisch-pegmatitischer Intrusivmasse. Die jungen Typen sind homogen und besitzen überall ziemlich konstante chemische Zusammensetzung (kalireich, granitisch). Sie sind weitgehend unabhängig vom Nebengestein. Ihre Kontaktwirkung ist unbedeutend.

Im Gegensatz zu den Graniten treten aplitische und pegmatitische Abkömmlinge auch im Innern des alten Migmatit-Stockwerkes auf.

7. A. Bersier (Lausanne). – *Concrétions calcaires dans les grès aquitaniens.* – Pas reçu de manuscrit.

8. M. Gysin (Genève) et Auguste Lombard (Bruxelles). – *Contribution à la géologie et la pétrographie du Cho-Oyu (Himalaya du Népal).*[1]

9. Ed. Wenk (Basel). – *Demonstration einer Strukturkarte der Tessiner Alpen.*[2]

---

[1] Erscheint in «Eclogae», Vol. 48/2 (1955).

[2] Erscheint in Bd. 35, Heft 2, der «Schweiz. Min. u. Petr. Mitteilungen».

6. Section de minéralogie et pétrographie

Séance de la Société suisse de minéralogie et de pétrographie

Dimanche le 25 septembre 1955

Président: Dr R. Galopin (Genève)
Secrétaire: Dr. Th. Hügi (Bern)

1. Ernst Niggli (Bern). – *Margarit in den Schweizer Alpen*[1].

2. W. Buser, P. Graf und A. Grütter (Bern). – *Über die Natur der «manganèse nodules»*[1].

3. M. Demander (Soumans [Creuse, France]). – *Sur un gisement de pegmatite très minéralisé à Montebras*[1].

4. E. Diehl (Büsserach). – *SAMICA, ein Papier aus Glimmer*[1].

Séance commune avec la Société géologique suisse

5. Th. Hügi (Bern). – *Petrographische Beobachtungen im Zuleitungsstollen Gadmental–Rotlaui der Kraftwerke Oberhasli AG.*[1]

6. J. Haller (Basel). – *Die syn- und postorogenen Granite der ostgrönländischen Kaledoniden.* – Siehe S. 128.

7. A. Bersier (Lausanne). – *Concrétions calcaires dans les grès aquitaniens.* – Pas reçu de manuscrit.

8. M. Gysin (Genève) et Auguste Lombard (Bruxelles). – *Contribution à la géologie et la pétrographie du Cho-Oyu (Himalaya du Népal).* – Paraîtra aux «Eclogae geol. Helv.», Vol. 48, No 2 (1955).

9. Ed. Wenk (Basel). – *Demonstration einer Strukturkarte der Tessiner Alpen*[1].

---

[1] Erscheinen in Band 35, Heft 2, der «Schweiz. Min. u. Petr. Mitteilungen».

7. Section de Paléontologie

Séance de la Société suisse de Paléontologie

Dimanche le 25 septembre 1955

Président: Dr. J. Hürzeler (Basel)
Secrétaire: F. Burri (Basel)

1. Hch. Bräm (Embrach). – *Microcodium irchelense n. s. eine Kalkalge aus dem höheren Deckenschotter des Irchels*[1].

2. Manfred Reichel (Bâle). – *Sur les Trocholines du Valanginien d'Arzier*[1].

3. Hans Schaub (Basel). – *Revision der europäischen Assilinen*[1].

4. Rolf F. Rutsch (Bern). – *Die fazielle Bedeutung der Crassostreen im Helvetien der Umgebung von Bern*[1].

5. Alice Schnorf (Lausanne). – *Polymorphisme chez Burgundia trinochii, Munier-Chlamas*[1].

6. Hans Hess (Basel). – *Zur Kenntnis der Crinoidenfauna des Schweizer Jura. I. Die Gattungsmerkmale von Isocrinus und Pentacrinus*[1].

7. Fritz Burri (Basel). – *Die Rhynchonelliden des Hauterivien Nordwestdeutschlands. Ein Vergleich mit schweizerischen Formen*[1].

8. F.-E. Koby (Bâle). – *Démonstration d'ossements quaternaires pathologiques.* – Pas reçu de manuscrit.

9. Jean Viret (Lyon) et M. Crusafont (Sabadell). – *Plesiomeles Cajali nov. gen., nov. spec., un Méliné du Vallèsien d'Espagne*[1].

10. Hans Schaefer (Basel). – *Die pontische Fauna von Charmoille.* – Erscheint in den «Schweiz. Paläontologischen Abhandlungen».

---

[1] Erscheinen im Jahresbericht der Schweiz. Paläontologischen Gesellschaft.

11. W. WEILER (Worms). – *Neue Fischfunde aus dem Septaricuton von Allschwil (Basel)*[1].

12. FRITZ LIEB (Basel). – *Die Ammonitenhorizonte der Murchisonaeschichten des Aargauer Tafeljura westlich der Aare*[1].

13. JEAN-CHRISTIAN SPAHNI (Genève). — *Méthode graphique appliquée à l'étude de la variabilité des dents de quelques Ursidés*[1].

14. BERNHARD PEYER (Zürich). – *Demonstration eines Seesternfundes aus den Glarner Alpen.* Kein Manuskript erhalten.

15. BERNHARD PEYER (Zürich). – *Triasvertebraten aus Palästina.* – Kein Manuskript erhalten.

16. P. BRÖNNIMANN und N. K. BROWN (Habana, Cuba). – *Taxonomy of the Globotruncanidae*[1].

---

[1] Erscheinen im Jahresbericht der Schweiz. Paläontologischen Gesellschaft.

8. Section de botanique

Séance de la Société botanique suisse

Dimanche le 25 septembre 1955

Président: Dr. A. Rutishauser, Schaffhausen

1. Wilhelm Vischer (Basel). – *Porphyridium cruentum Naeg. (Rhodophyceae) und die Bewegung seiner Monosporen.*

Beschaffenheit und Fortbewegung der Monosporen von Porphyridium werden beschrieben. P. reiht sich auch durch diese Merkmale in die Reihe der Bangiales ein. Siehe Berichte der Schweiz. Botan. Gesellschaft, Bd. 65, 1955, S. 459–474.

2. Paul-E. Pilet (Lausanne). – *Auxines-oxydases et péroxydases dans les racines du Lens culinaris Med.*

L'étude des variations d'activité des IAA-oxydases et péroxydases, pour des racines de 18 mm, cultivées à l'obscurité et à 22° C, a été entreprise à l'aide de techniques exposées ailleurs[1]. L'activité des IAA-oxydases, qui participent au métabolisme biochimique des auxines, déterminée par la quantité d'IAA détruite par unité de protéine, est élevée dans la région de la coiffe, décroît au niveau du méristème, pour augmenter vers la base de la racine. Les courbes traduisant les variations du contenu auxinique de racines cultivées dans des conditions identiques, sont exactement inverses de celles qui correspondent à l'activité des IAA-oxydases. Ces observations confirment donc et permettent d'interprêter nos résultats antérieurs[2]: une accumulation d'auxines dans un tissu déterminé correspond à une perte d'activité des IAA-oxydases. Le 2–4,dichlorophénol (DCP) entraîne une accélération de l'activité enzymatique qui est d'autant plus marquée que les cellules sont plus jeunes. Mais d'autres observations nous avaient montré qu'avec l'âge, les racines s'enrichissent en hormones de croissance[3] et si les courbes de

---

[1] P. E. Pilet and A.W. Galston, Auxin destruction, peroxidase activity and peroxide genesis in the root of Lens culinaris Med. Physiologia Plantarum, 8, 888, 1955.

[2] P. E. Pilet, Experientia VII/7, 262, 1951. Phyton, 4, 247, 1953.

[3] P. E. Pilet, Mem. Soc. vaud. Sc. nat., 64, 137, 1951. Rev. gen. Bot., 61, 637, 1954. 8e Congr. int. bot., 8, 297; 11, 178, 1954.

distribution auxinique conservent la même allure, leur amplitude augmente. On est donc amené à supposer que, si en vieillissant, un tissu voit augmenter l'activité de ses IAA-oxydases (ce qui vient d'être prouvé), d'où diminution du contenu auxinique (ce que nous relevions ultérieurement), la production d'auxines doit être plus intense (ce que nous nous proposons de vérifier). L'emploi du DCP fournit, à cet égard, des perspectives nouvelles quant au problème du vieillissement des tissus végétaux. L'étude de l'activité des péroxydases qui est plus faible dans la coiffe que dans le méristème et de la genèse *in vivo* des péroxydes, également accrue par des traitements au DCP, et qui est comparable, dans ses variations, à celles de l'activité des IAA-oxydases, complètent cette série d'observations.

3. W. Wurgler (Lausanne). – *La bouture de Vitis comme test biologique.*

Pearse (Ann. Bot. *NS. 7*, 123, 1943) montre que des boutures de Vitis réagissent d'après le régime nutritif des ceps sur lesquels on les a prélevées. La nutrition unilatérale en nitrates diminue les propriétés rhizogènes des boutures, même si l'on traite ces dernières préalablement à l'acide β-indolylbutyrique. Dans le cadre d'une recherche sur la nutrition de la vigne, nous avons prélevé des boutures sur des vignes ayant reçu chaque année des fumures homogènes. Nous avons constaté que les boutures provenant de ceps n'ayant jamais reçu de fumure s'enracinent plus facilement et plus copieusement que des boutures provenant de ceps fumés exclusivement à l'azote.

Ayant pu confirmer les résultats de Pearse, nous avons mis au point une méthode de bouturage simple en appliquant la technique suivante: Les sarments sont coupés en fragments de deux entrenœuds, la coupe inférieure se trouvant toujours en dessus d'un nœud. La partie inférieure, sur une longueur de cinq centimètres, est trempée dans de l'eau ou dans une solution de substance de croissance (α-naphtylacétate de sodium = NaNA, dans la plupart des cas, pendant 15 heures à la température de 20° C. Après rinçage copieux à l'eau courante, les boutures sont placées en caisses dans de la sciure humide et entreposées dans une serre chauffée à 20° C où elles restent durant 6 à 8 semaines.

Les boutures réagissent normalement à l'application de substances de croissance du type auxinique (v. les deux exemples).

Effet de la concentration de NaNA sur le nombre moyen de racines par bouture chez Vitis vinifera L. ainsi que sur la longueur moyenne des racines.

Concentration NaNA en ppm	0	10	25	50	100	250	500
Nombre moyen des racines par bouture	29	32	38	51	63	115*	108*
Longueur moyenne des racines en mm	82	—	—	85	62	48	33

* Toutes les différences entre les séries sont significatives sauf celle indiquée par *.

Effet de la concentration de NaNA sur la répartition des racines sur la bouture chez Vitis Labrusca L. (A = mérithalle inférieur, B = nœud inférieur, C = mérithalle supérieur, D = nœud supérieur) en %.

Concentration NaNA en ppm	0	50	100	250	500
A	86	81	71	53	36
B	4	17	23	34	37
C	2	1	1	9	17
D	8	1	1	4	10

La polarité des boutures se maintient; la majorité des racines se développent sur la partie morphologiquement basale, même si l'on intervertit la bouture dans la sciure. Les résultats varient selon les espèces de Vitis (et même leurs variétés) ainsi que le terrain (effet de la nutrition) et l'année. Nous comparons, pour éliminer ces facteurs variables, les réactions des boutures de provenance identique et prélevées la même année.

La méthode nous a donné déjà des résultats intéressants pour déceler la présence de la dégénérescence infectieuse et pourra être utilisée pour des recherches agricoles sur la nutrition.

4. Elias Landolt (ETH, Zürich). – *Über das Wachstum in der Dunkelheit bei einigen Lemnaceen.*

Im Rahmen einer systematischen Studie über Arten aus der Familie der Lemnaceen wurden verschiedene Wachstumsversuche unternommen. Die Untersuchungen wurden teilweise im Department of Plant Biology der Carnegie Institution in Stanford, Kalifornien, und im Earhart Laboratory in Pasadena, Kalifornien, ausgeführt.

Es wird untersucht, wie die physiologische Differenzierung innerhalb einer Familie vor sich geht und wie weit sich die einzelne Art in klimatische und geographische Rassen gliedert. Hier soll über das Verhalten von Lemnaceen im Dunkeln berichtet werden.

Die verwendeten Stämme kommen aus recht verschiedenen klimatischen Gebieten von Nord- und Mittelamerika und Europa. Die Kulturen sind frei gehalten von Mikroorganismen und werden in Reagensgläsern, auf Nähragar wachsend, aufbewahrt. Für die Wachstumsuntersuchungen werden die Sprosse in *Hutners* Nährlösung gebracht. Diese Lösung enthält sehr große Mengen von Spurenelementen und Komplexon. Für das Dunkelwachstum ist die Zugabe von 1 % Zucker zur Nährlösung notwendig. Ebenso braucht *Lemna minor* nach *Gorham* («Canadian Journal of Research» C 28, 1950) noch Aminosäuren und Hefeextrakt.

Lemnaceen pflanzen sich durch Sprossung fort. Blüten und Früchte sind relativ selten. Die Anzahl der Sprosse nimmt mit der Zeit exponentiell zu. Aus der Differenz der Logarithmen der Endzahl N_2 und der Anfangszahl N_1, geteilt durch die zwischen den Zählungen verstrichene Zeitspanne d (in Tagen), wird eine Wachstumskonstante k berechnet:

$$k = \frac{\log N_2 - \log N_1}{d}.$$

Die im Dunkeln gewachsenen Sprosse unterscheiden sich von den im Licht gewachsenen durch die gelblichweiße Farbe und die nur ganz kurz ausgebildeten Wurzeln. Bei 26° C beträgt die Wachstumsrate der im Dunkeln gewachsenen Kulturen ein Drittel bis zwei Drittel derjenigen, die bei optimalen Lichtbedingungen erreicht wird. Zwischen verschiedenen Stämmen schwankt sie ganz bedeutend. Bei gewissen Stämmen von *Lemna valdiviana* wird die Sproßzahl im günstigsten Falle in zwölf Tagen verdoppelt, bei zwei Stämmen von *Lemna perpusilla* jedoch fast in zwei Tagen. Innerhalb einer Art ist die Variation der Wachstumsgeschwindigkeit kleiner als zwischen verschiedenen Arten, auch wenn die Stämme aus geographisch und klimatisch recht unterschiedlichen Gebieten herkommen. Stark verschiedene Wachstumsraten innerhalb einer Art deuten auf morphologische Mannigfaltigkeit. Gewisse Eigenheiten im Wachstum treten oft bei allen Stämmen einer Art auf und sind außerhalb derselben nicht zu finden: z. B. Bildung von Winterknospen durch *Spirodela polyrrhiza* bei Temperaturen unter 15° C.

Die meisten der untersuchten Stämme können auch ohne Aminosäuren und Hefeextrakt im Dunkeln wachsen. Allerdings wird in den benützten Räumen hie und da für kurze Zeit das Licht angedreht. Es bleibt deshalb noch zu untersuchen, ob jene Stämme sich auch in absoluter Dunkelheit ohne Zugabe der beiden Stoffe noch vermehren. *Spirodela polyrrhiza* wächst, namentlich bei höheren Temperaturen, bedeutend rascher in einer Nährlösung, die keine Aminosäuren enthält. Für die meisten anderen Stämme ist, wenigstens bei 24° C, die Zugabe von Aminosäuren zur Nährlösung ohne Bedeutung für die Wachstumsrate. Eine Ausnahme machen einige Stämme von *Lemna minor* und die schnell wachsenden Stämme von *Lemna perpusilla*. Erstere wachsen langsamer, letztere sterben nach anfänglichem Wachstum überhaupt ab.

Das Dunkelwachstum, das durch die heterotrophe Ernährung ermöglicht wird, ist bis zu einem gewissen Grade unabhängig vom Wachstum, das als Folge der Photosynthese auftritt. Von den Kulturen, die in der Dunkelheit in zuckerhaltiger Lösung wachsen, erhalten wir eine bestimmte, oft für einen Stamm charakteristische Wachstumskurve, ebenso von Kulturen, die im Licht, aber ohne Zuckerzugabe wachsen. Addieren wir beide Kurven, so erhalten wir eine Summationskurve, die weitgehend mit der Wachstumskurve von Kulturen übereinstimmt, die unter der gleichen Lichtintensität, aber in zuckerhaltiger Lösung wachsen. Dies gilt nur bei Lichtintensitäten unterhalb 1000 bis 2000 Lux (je nach Stamm). Bei höherer Lichtintensität streben die Wachstumskurven der in Nährlösungen mit und ohne Zucker gewachsenen Kulturen einem gemeinsamen Maximalwert zu.

Zwei Stämme von *Lemna perpusilla* entwickelten im Dunkeln Blüten und keimfähige Samen.

5. A. RIGGENBACH (Zürich). – *Über die Steigerung der biologischen Leistungen pflanzenpathogener Mikroorganismen in Mischkulturen.*

Unsere Esche, *Fraxinus excelsior* wird von verschiedenen Schädlingen, sowohl pflanzlicher als auch tierischer Natur, befallen. Diese Parasiten rufen an den von ihnen befallenen Bäumen die mannigfaltigsten Krankheitsbilder hervor.

Eine solche pflanzenpathogene Erscheinung, die näher untersucht wurde, ist der Eschenkrebs. Das für diese Untersuchungen verwendete Material stammt aus krebsbefallenen Eschenbeständen im Gebiet des Kantons Zürich.

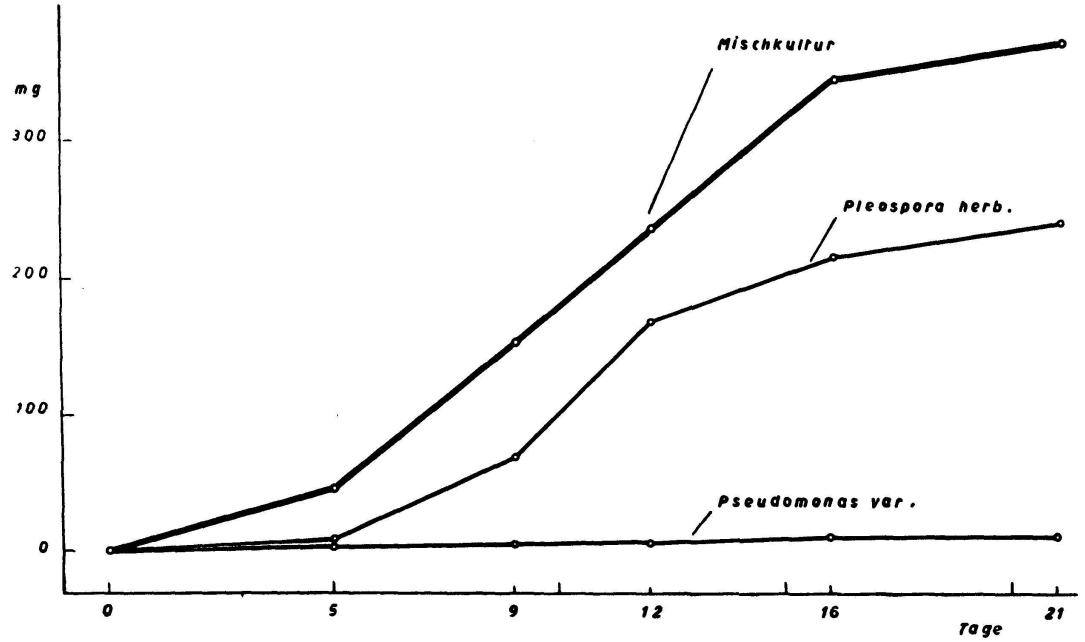


Abb. 1

Pleospora herbarum (Person) Rabenhorst in Reinkultur und in Mischkultur mit *Pseudomonas savastanoi* var. *fraxini*. Nährlösung Fries I mit 10% Glukose.

Isolierungen aus diesen krebskranken Geweben auf sterile Agarnährböden brachten immer wieder die gleichen vier Mikroorganismen hervor, neben einigen wenigen andern, vereinzelt auftretenden.

So konnten isoliert und bestimmt werden,

ein Bakterium:

Pseudomonas savastanoi var. *fraxini*

und drei Pilze:

Fusarium lateritium,
Pleospora herbarum,
Plenodomus Rabenhorstii.

Pseudomonas savastanoi var. *fraxini* wird in der Literatur allgemein als Erreger des Eschenkrebses aufgeführt. Dieses Bakterium ist verwandt mit dem Erreger des Ölbaumkrebses, *Pseudomonas savastanoi*, und dem des Oleanderkrebses, *Pseudomonas tonelliana*.

Fusarium lateritium und *Plenodomus Rabenhorstii* sind Pilze aus der großen Gruppe der Imperfekten. *Pleospora herbarum* mit seiner Nebenfruchtform *Stemphylium botryosum* gehört in die Ascomycetenreihe der Pseudosphaeriales.

Diese vier Mikroorganismen wurden stets zusammen im krebskranken Holz der Esche gefunden. Die Infektionsversuche wurden deshalb nicht nur mit *Pseudomonas savastanoi* var. *fraxini* allein, sondern auch mit Erregergemischen durchgeführt. Als Infektionsmaterial kamen Konidienaufschwemmungen der Pilze und eine Aufschwemmung von *Pseudomonas savastanoi* var. *fraxini* zur Anwendung. Diese Suspensionen wurden mit einer Injektionsspritze unter die Rinde, ins Kambium, von ca. drei- bis vierjährigen Eschenbäumchen gespritzt.

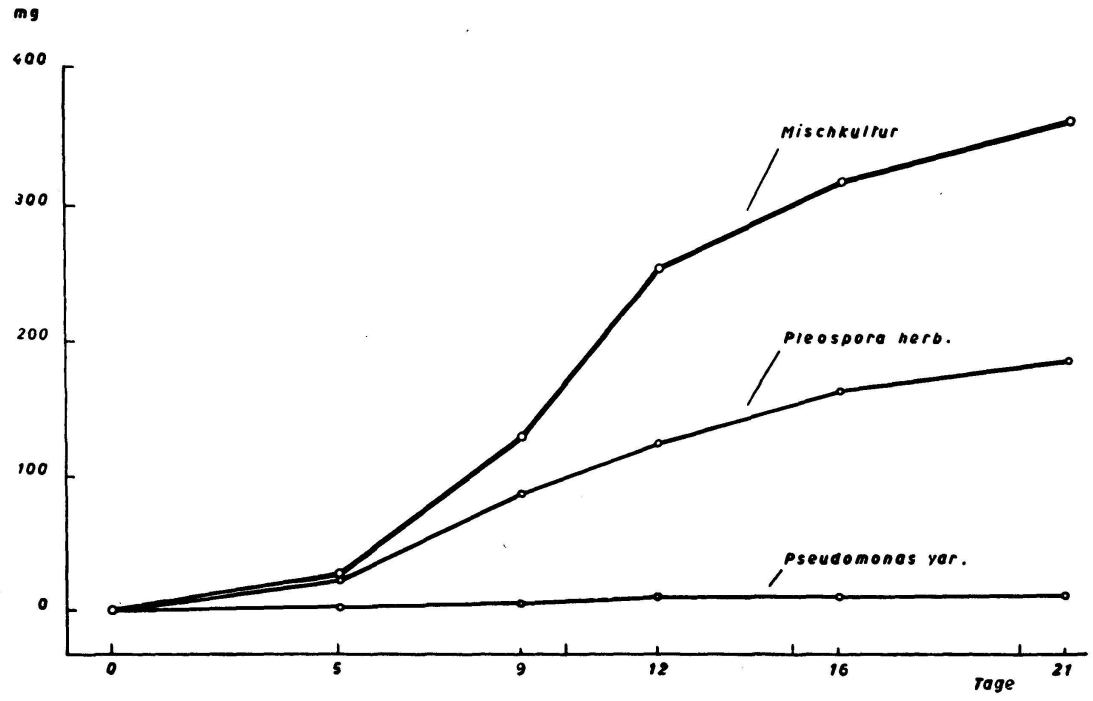


Abb. 2

Pleospora herbarum (Person) Rabenhorst in Reinkultur und in Mischkultur mit *Pseudomonas savastanoi* var. *fraxini*. Nährlösung Fries I ohne Glukose mit 10 % Pektin (60 % verestert).

Bei diesen Infektionsversuchen zeigte es sich bald, daß zwischen diesen vier Mikroorganismen bestimmte Beziehungen, Synergismen, bestehen müssen. Der größte Erfolg der Infektionen wurde dann erzielt, wenn alle vier Mikroorganismen zusammen geimpft wurden. Die Schädigungen, Nekrosen und Hypertrophien, die durch *Pseudomonas savastanoi* var. *fraxini* oder durch die drei Pilze allein hervorgerufen wurden, waren viel kleiner als die bei einer Mischinfektion aller vier Mikroorganismen zusammen.

Somit zeigte es sich deutlich, daß die vier Organismen in vivo gewisse Einwirkungen aufeinander ausüben. Ähnlich verlaufene Fälle sind auch vom Zitronenbaum bekannt. Hier steigern ebenfalls zusammen geimpfte Pilze den Infektionserfolg.

Da sich im krebskranken Gewebe immer die gleichen vier Mikroorganismen finden, die zusammen den Infektionserfolg zu steigern vermögen, stellte sich die Frage: Wie verhalten sich diese Organismen zusammen in vitro ?

Steigern oder hemmen sie sich auf festen oder flüssigen Nährböden im Wachstum, finden Änderungen im Stoffwechsel statt, oder unterscheiden sich die Kulturen in der Bildung toxisch wirkender Stoffwechselprodukte ?

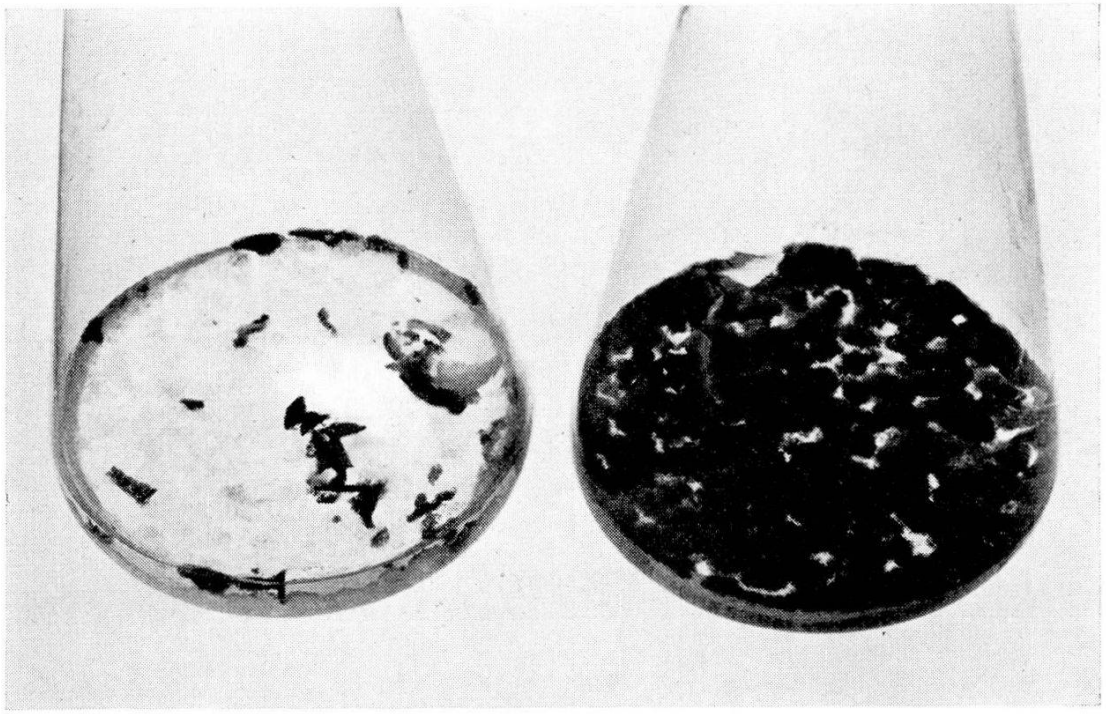


Abb. 3

Pleospora herbarum in Rein- und in Mischkultur mit *Pseudomonas savastanoi*.

Es wurde versucht, diese Fragen wenigstens teilweise zu beantworten. Zu diesem Zwecke wurden die vier Mikroorganismen einzeln oder in verschiedenen Kombinationen auf mehreren Nährböden in Kultur genommen. Zur Verwendung kam vor allem gewöhnlicher Malzagar, die Nährlösung nach Fries, bestehend aus:

je 1 g Ammonnitrat und Monokaliumphosphat,
je 0,5 g Kaliumchlorid und Magnesiumsulfat,
1 Spur Eisenchlorid,
und als Kohlenstoffquelle 10 g Glukose
auf 1 Liter Wasser;

und nach Richard, bestehend aus:

10 g Ammonnitrat,
5 g Monokaliumphosphat,
2,5 g Magnesiumsulfat,
1 Spur Eisenchlorid,
und als Kohlenstoffquelle 50 g Glukose
auf 1 Liter Wasser.

Auf all diesen Nährböden konnten keine Hemmungen zwischen den Organismen beobachtet werden; sondern es zeigten sich nur indifferentes Verhalten oder dann deutliche Wachstumssteigerungen.

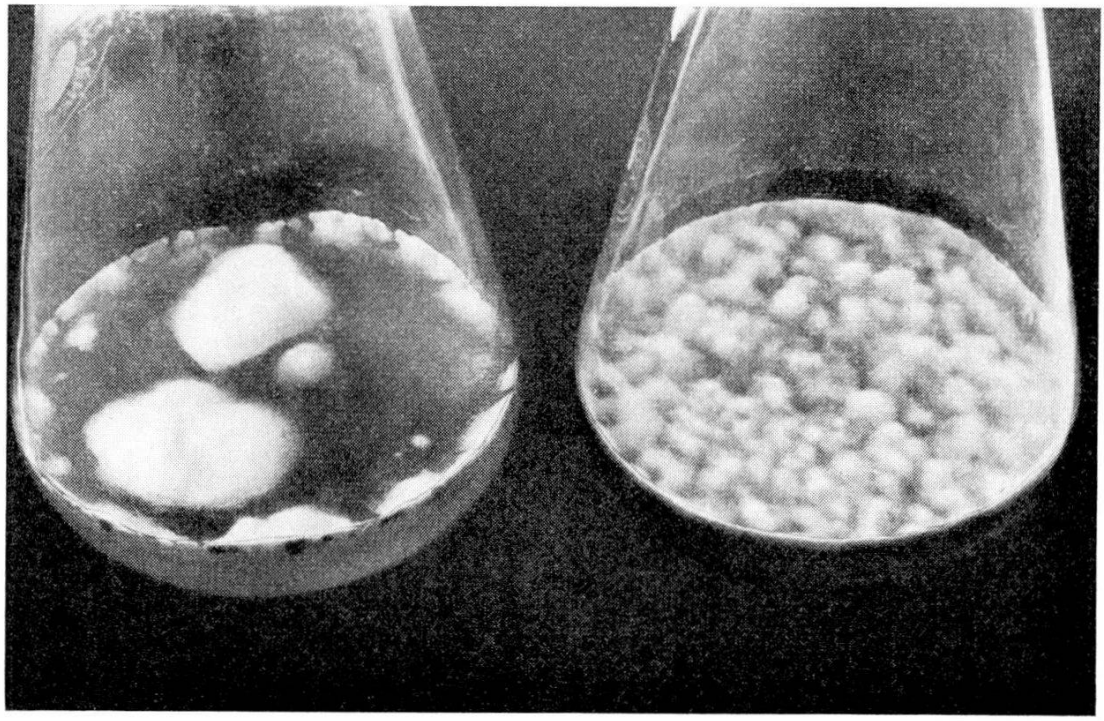


Abb. 4
Fusarium lateritium in Rein- und in Mischkultur mit *Pseudomonas savastanoi*.

Die drei Pilze: *Fusarium lateritium*,
Pleospora herbarum und
Plenodomus Rabenhorstii

wachsen auf festen oder flüssigen Nährlösungen, ohne sich gegenseitig zu hemmen. Werden diese Pilzkulturen noch mit *Pseudomonas savastanoi* superinfiziert, so setzt ein verstärktes Wachstum ein. Vergleiche der Myceltrockengewichte der Rein- und Mischkulturen mit *Pseudomonas* zeigen bei der Mischkultur einen 50 bis 100 und mehr Prozent größeren Ertrag.

Durch Zugabe von *Pseudomonas savastanoi* var. *fraxini* konnte das Wachstum bei *Fusarium lateritium*, *Plenodomus Rabenhorstii* und *Pleospora herbarum* sowohl in den Rein- als auch in den Mischkulturen dieser Pilze stark gefördert werden.

In der Bildung toxischer Stoffwechselprodukte liegen die Dinge komplizierter. Die Bildung solcher Stoffe ist für Mikroorganismen oft eine Frage der Ernährung. Sie werden in der einen Nährlösung gebildet, in einer andern dagegen nicht. *Pleospora herbarum* bildet einen *Bacillus subtilis* im Wachstum hemmenden Stoff. Zusammen in Mischkultur mit *Pseudomonas savastanoi* var. *fraxini* steigt wohl der Mycelertrag, das toxische Stoffwechselprodukt wird aber nur noch spärlich gebildet oder fehlt ganz.

Die beiden Reinkulturen von *Fusarium lateritium* und *Pseudomonas savastanoi* var. *fraxini* bilden keine Stoffe, die *Ustilago*-Sporen am

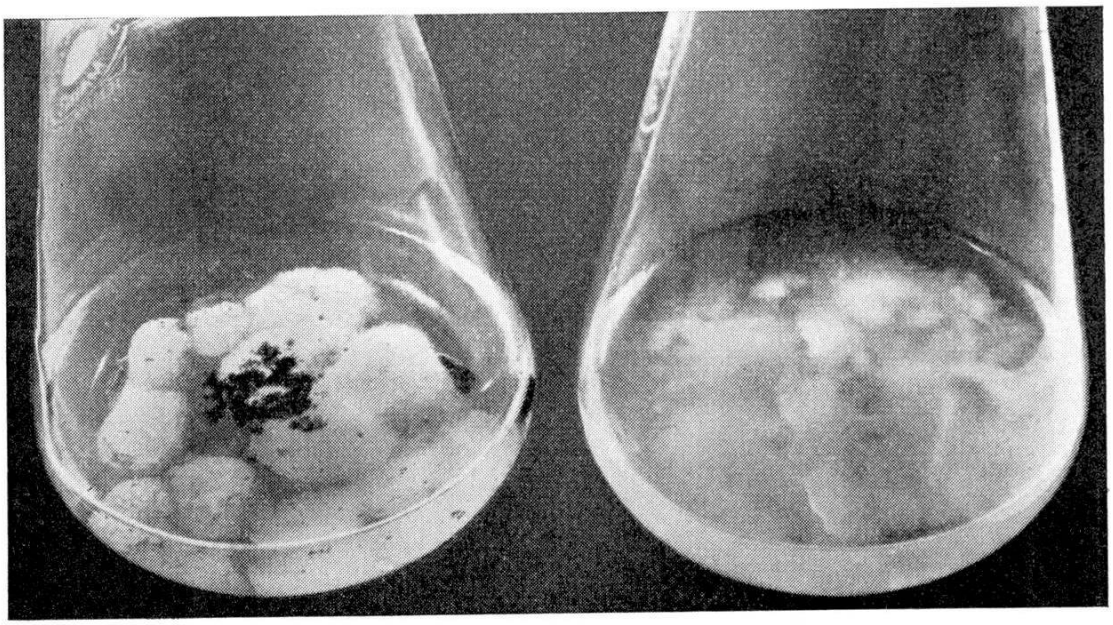


Abb. 5

Plenodomus Rabenhorstii in Rein- und in Mischkultur mit *Pseudomonas savastanoi*.

Keimen hindern. In der Mischkultur dagegen sind solche Stoffe vorhanden. Gleichzeitig steigt auch der Mycelertrag auf ein Vielfaches der Fusarium-Reinkultur an.

Wir sehen, daß bei pflanzlichen Infektionskrankheiten oft nicht nur ein einzelner Mikroorganismus eine Rolle spielt, sondern daß es immer wieder Fälle gibt, bei denen mehrere Organismen zusammen wirken. Dadurch kann sowohl der Krankheitserfolg als auch das Krankheitsbild stark verändert werden. Solche Fälle dürften nicht nur in der Pflanzenpathologie vorkommen, sondern auch in der Humanmedizin.

Wir sehen aber auch, daß in Mischkulturen Stoffwechselprodukte auftreten können, die in Reinkulturen fehlen. Eine Tatsache, die für die Gewinnung von Antibiotika oder für die Umwandlung unwirksamer in medizinisch wertvolle Stoffe eine Rolle spielen könnte.

Auf was für Vorgänge das zurückzuführen ist, ob es sich um enzymatische oder wuchsstoffabhängige Vorgänge handelt, bleibt noch zu untersuchen.

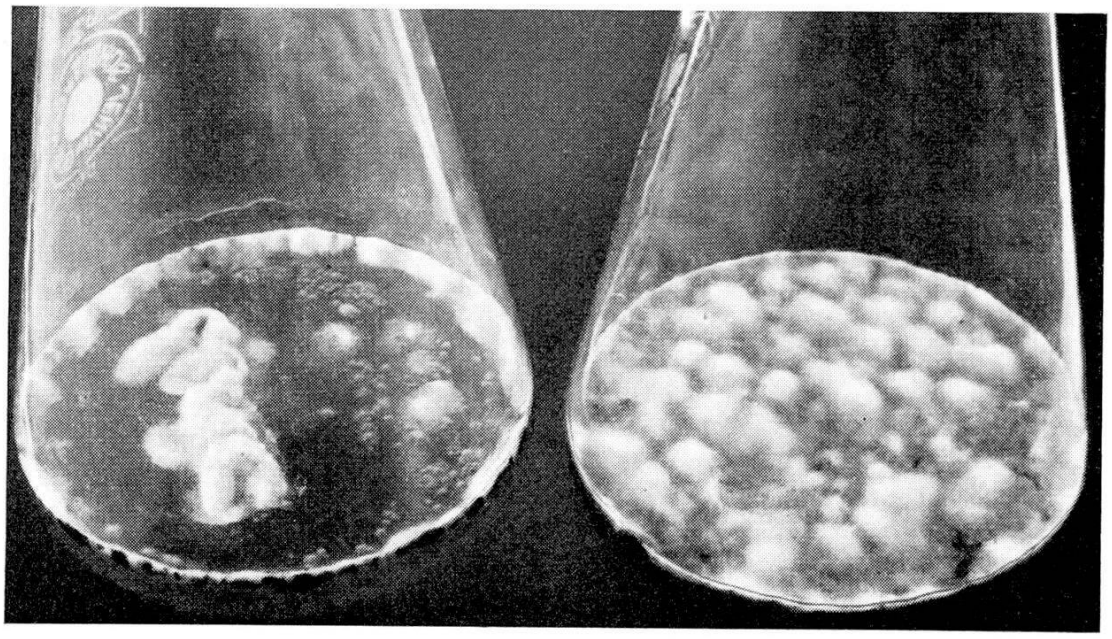


Abb. 6
Pleospora herbarum und *Fusarium lateritium* zusammen und in Mischkultur mit *Pseudomonas savastanoi*.

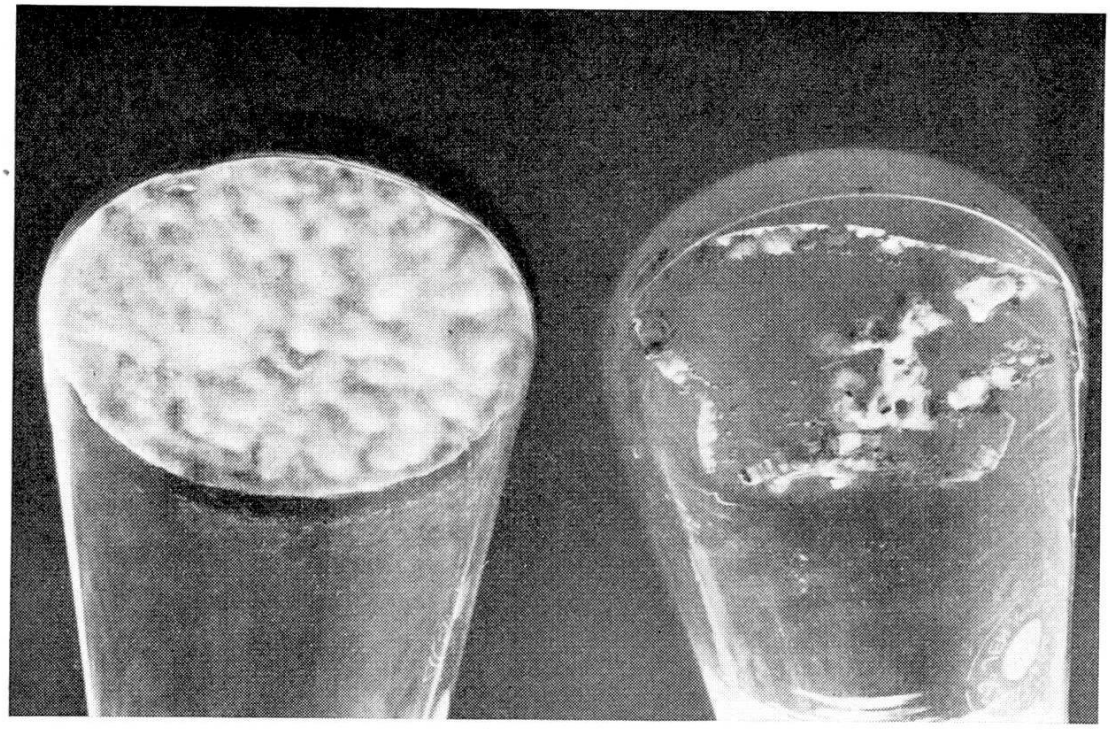


Abb. 7
Pleospora herbarum, *Fusarium lateritium* und *Plenodomus Rabenhorstii* zusammen und in Mischkultur mit *Pseudomonas savastanoi*.

Betrachten wir in der Pflanzenpathologie nicht nur mehr den einzelnen Erreger, sondern Gemische, so werden wir sicher noch zu interessanten, neuen Ergebnissen kommen.

Aus dem Institut für Spez. Botanik der ETH, im September 1955.

6. H. KERN (Zürich). – *Physiologische Untersuchungen an Ascomyceten aus der Gattung Leucostoma*[1].

Die Gattung *Leucostoma* gehört zu den stromatischen Pyrenomyceten, also zu denjenigen Ascomyceten, deren Perithecien in einem vegetativen Grundgeflecht (dem Stroma) eingelagert sind. Sie unterscheidet sich von einigen ähnlich gebauten Gattungen (mit denen zusammen sie lange die heterogene Gattung *Valsa* bildete) vor allem durch die kurz gestielten, vier- oder achtsporigen Asci mit einem Apikalring und durch Fruchtkörper mit einer schwarzen Basalzone (dem Konzeptakulum) und einer häufig rein weißen Mündungsscheibe. Die hieher gehörenden Pilze besiedeln die Rinde von Zweigen und Ästen verschiedener Holzpflanzen (Pappeln, Weiden, Prunus-Arten, Koniferen u. a.).

Die *systematische Gliederung* der Gattung Leucostoma ist noch umstritten. Die Abgrenzung der herkömmlichen Arten stützt sich in erster Linie auf die Wirtswahl und auf die Größe der Ascosporen. In manchen Fällen halten jedoch beide Merkmale einer genauen Prüfung nicht stand.

Infektionsversuche mit zahlreichen Einsporkulturen zeigten, daß die Pathogenität der Leucostoma-Stämme stark variieren kann. Die einen Stämme sind stark pathogen, und ihr Wirtsspektrum kann über die bei der Artumschreibung bisher angenommenen Grenzen wesentlich hinausgreifen. Andere Stämme besiedeln lediglich saprophytisch tote Zweige und Äste verschiedener Bäume. – Einige Leucostoma-Arten werden hauptsächlich auf Grund der Sporengröße unterschieden. Vergleicht man jedoch die Sporen einer größeren Zahl von Stämmen, so finden sich Zwischenformen, und wir erhalten einen breiten Streuungsbereich, in dem sich keine distinkten Gruppen erkennen lassen.

Um für die Artumgrenzung eine bessere Grundlage zu erhalten, haben wir versucht, eine Anzahl von Leucostoma-Stämmen auf Grund ihrer *physiologischen Merkmale* in Reinkultur zu charakterisieren. Auch hier zeigte sich, daß die einzelnen Stämme in weitem Rahmen und ohne erkennbare Gesetzmäßigkeit variieren können. Dies gilt zum Beispiel für die Art und Weise und die Geschwindigkeit des Myzelwachstums, für die Farbstoffbildung und für die Entwicklung der Haupt- und Nebenfruchtformen in vitro. Von zwei nach Fruchtkörperbau und Sporengröße kaum zu unterscheidenden Stämmen kann der eine in Reinkultur weißes, der andere dagegen tief schwarzes Myzel bilden. Ähnlich verhalten sich diese Stämme in bezug auf Nährstoff- und Wuchsstoffansprüche. Innerhalb einer nach heutiger Einteilung einzigen Art finden sich wuchsstoffautotrophe und mehr oder weniger ausgeprägt heterotrophe Stämme. Die chemische Natur der zum Wachstum notwendigen Stoffe konnte noch nicht endgültig abgeklärt werden.

Die pathogenen Leucostoma-Stämme lösen an ihren Wirtspflanzen häufig ein *Welken* aus: kurze Zeit nach der Infektion verdorren die Blät-

[1] Die Durchführung dieser Arbeiten wurde durch einen Beitrag aus dem Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung ermöglicht.

ter und bleiben dürr und steif an den Ästen hangen. Die bekannteste dieser Welkekrankheiten ist die «Apoplexie» der Aprikosenbäume im Wallis. Auf Grund dieses Krankheitsbildes konnte vermutet werden, daß manche Leucostoma-Stämme toxische Stoffwechselprodukte bilden, welche die Wirtspflanzen vergiften und schließlich zum Absterben bringen. Dies ist tatsächlich der Fall. Wie die übrigen Eigenschaften, so kann auch die Fähigkeit zur Bildung von Welketoxinen von Stamm zu Stamm sehr stark wechseln. Untersuchungen zur Isolierung von Toxinen sind im Gange.

Alle diese Befunde führen zum Ergebnis, daß innerhalb der Gattung Leucostoma zahlreiche Stämme bestehen, von denen jeder durch bestimmte morphologische, physiologische und parasitologische Eigenschaften charakterisiert ist. Ähnlich wie in der Imperfektengattung *Fusarium* lassen sich diese Stämme nur schwer in deutliche Arten gruppieren. Es dürfte deshalb notwendig sein, die Arten erheblich weiter zu fassen als bisher und sie lediglich auf Grund relativ grober, sicherer Merkmale zu definieren. Im Rahmen dieser Arten bilden die einzelnen Stämme die *biologischen Einheiten* mit ihren stammeseigenen Besonderheiten.

7. W.-H. Schopfer (Berne), Th. Posternak (Genève) et Mlle S. Ledermann (Berne). – *Recherches sur l'utilisation du scyllo-méso-inosose par des microorganismes employant le méso-inositol comme facteur de croissance.*

La spécificité d'action du m-inositol est très marquée. Pourtant le scyllo-méso-inosose peut être utilisé par *Eremothecium Ashbyii*, mais pas par *Neurospora crassa* inositolless[1]. Une étude approfondie effectuée sur *Saccharomyces cerevisiae* Hansen, *Kloeckera brevis* Lodder, *Saccharomyces carlsbergensis* Hansen, et d'autres levures ont permis de mettre en évidence les faits nouveaux suivants, valables en première ligne pour *S. cerevisiae* cultivé sur le milieu de Pennington, à 29°, durant deux jours:

1° le scyllo-méso-inosose (SMI) peut remplacer le m-inositol comme facteur de croissance et manifeste environ $^1/_{64}$ de l'action de ce dernier;

2° à l'aide du test *Neurospora crassa* inositolless on retrouve du m-inositol dans le milieu de *S. cerevisiae* cultivé en présence de doses supraoptimales de SMI;

3° avec des doses de SMI variant entre 0,5 et 2 mg pour 10 cm³ de milieu il y a proportionnalité entre la dose de SMI offerte et celle de m-inositol retrouvée. Le rapport «inosose : inositol» est de 22 à 25, il est probable que la levure transforme le SMI en m-inositol;

---

[1] W.-H. Schopfer, Th. Posternak et Mlle M.-L. Boss, Rev. intern. de Vitaminologie, 1948, *20*, 121.

4° la transformation est optimale dans le milieu de Pennington complet contenant entre autres un hydrolysat de caséine privé de vitamines et de l'acide nicotinique. L'hydrolysat de caséine peut être remplacé par un mélange exactement dosé de 14 acides aminés complété par du Zn et du Mn;

5° si l'on supprime les acides aminés, le Zn et l'acide nicotinique la transformation inososе → inositol est fortement diminuée, voire bloquée;

6° la transformation doit être une réduction dont est responsable un système enzymatique à DPN. Il est probable que les acides aminés, ne fournissant au total que 268,7 γ de N par culture de 10 cm^3, doivent servir, avec l'acide nicotinique, à la constitution de l'enzyme requis.

Le scyllo-méso-inososе est un facteur de croissance secondaire, actif grâce à sa transformation en m-inositol.

8. W.-H. Schopfer et C. Buob (Berne). *Recherches sur l'action photodynamique de la lactoflavine (vitamine B_2 s. str.).*

La lactoflavine en solution aqueuse est absorbée et concentrée par les vacuoles des cellules de l'épiderme supérieur des écailles du bulbe d'*Allium*. A l'aide du microscope à fluorescence il est aisé de suivre la perméation de cette vitamine fonctionnant comme colorant vital fluorescent secondaire. L'intrabilité ne se produit que lorsque la cellule est altérée et que la semi-perméabilité tonoplastique est perturbée[1].

Sous l'influence d'une irradiation UV (lumière de Wood) la lactoflavine contenue dans le suc vacuolaire acide peut se transformer en un colorant fluorescent bleu ciel, très probablement du lumichrome.

En *anaérobiose*, l'irradiation UV ne produit pas d'effets néfastes visibles. On observe l'apparition d'une cristallisation intravacuolaire constituée par de la lactoflavine, seule ou associée à d'autres substances. Le phénomène suggère une modification de la perméabilité pour l'eau. La cellule est plasmolysable et déplasmolysable. En *aérobiose* une irradiation UV de 5 à 10 minutes détermine des perturbations telles que la structure cytoplasmique est détruite, qu'il y ait eu auparavant plasmolyse ou non. Un effet photodynamique irréversible quant à ses conséquences s'est manifesté. Il ne se produit qu'en présence de lactoflavine.

Le comportement différent de la cellule en aérobiose et en anaérobiose suggère que l'apport d'oxygène est indispensable pour que l'effet photodynamique puisse se produire.

La lactoflavine peut rendre des services en cytophysiologie.

Nos expériences, effectuées avec des taux de lactoflavine bien supérieurs à ceux d'une cellule normale, peuvent nous aider à comprendre certains phénomènes de physiologie végétale dans le déroulement desquels sont impliqués la lumière et la lactoflavine.

---

[1] W.-H. Schopfer, C.R. Soc. Physique Hist. nat., Genève, 1941, *58*, 130.

9. K. Buob (Botan. Institut der Universität Bern). – *Untersuchungen über den Wirkstoffbedarf eines Riboflavin abbauenden Mikroorganismus und dessen Pigmentmutanten.*

Ein Bakterium, das aus dem Wasser eines Teiches des botanischen Gartens isoliert wurde, fand unsere Aufmerksamkeit, weil es befähigt ist, Riboflavin (Vitamin B_2) in verhältnismäßig sehr großen Mengen zu Lumichrom abzubauen. (Lumichrom ist das Produkt der Photolyse des Riboflavins in neutralem oder saurem Milieu und unterscheidet sich von diesem nur durch das Fehlen der Ribose-Seitenkette [Karrer et al. 1934].)

Dieser mikrobielle Abbau des Riboflavins scheint nicht vereinzelt zu sein: so konnte Foster schon 1944 zeigen, daß ein von ihm isolierter Mikroorganismus *(Pseudomonas riboflavina)* ebenfalls aus Riboflavin Lumichrom bildet. Es gelang uns jedoch nachzuweisen, daß zwei verschiedene Fermentsysteme für diesen Abbau verantwortlich gemacht werden müssen: während unser (noch nicht näher identifiziertes, sich von *Ps. riboflavina* jedoch deutlich unterscheidendes) Bakterium das Riboflavin nicht angreift, wenn andere Kohlenstoffquellen wie Glucose oder Ribose vorhanden sind, ist Pseudomonas riboflavina befähigt, auch in Gegenwart dieser Kohlenhydrate Lumichrom zu bilden.

Im Verlauf der Untersuchungen über den Stoffwechsel unseres Bakteriums konnten aus der ursprünglich isolierten Sippe, die im Dunkeln geringe Mengen eines gelben Carotinoids synthetisiert, zwei Mutanten isoliert werden, die sich in bezug auf die Synthese dieses Pigmentes deutlich unterscheiden. Die eine dieser Mutanten weist einen vollständigen Syntheseverlust auf und erscheint infolgedessen weiß, während die andere sehr große Mengen Carotinoid synthetisiert. Wir besitzen somit eine weiße, eine hellgelbe und eine dunkelgelbe Sippe. Auf Grund der Löslichkeitsverhältnisse und des Absorptionsspektrums dürfte es sich bei dem erwähnten Pigment um ein Carotinoid handeln, das dem Sarcinaxanthin ähnliche Merkmale hat.

Es mußten zuerst die Ernährungsphysiologie und die Wachstumsbedingungen dieser Mikroorganismen abgeklärt und eine *synthetische Nährlösung* gesucht werden.

Nachdem sich in Versuchen mit verschiedenen einfachen Nährlösungen gezeigt hatte, daß eine Heterotrophie sowohl für organischen Kohlenstoff, Stickstoff wie auch für Wirkstoffe vorliegen müsse, wurde die bis dahin verwendete Fleischextrakt-Nährlösung durch ein Milieu ersetzt, das Glucose, vitaminfreies Caseinhydrolysat und eine Anzahl von Vitaminen enthielt. Durch sukzessive Eliminierung mehrerer Vitamine ließ sich die Kombination von *Biotin*, *Pantothensäure* und *Aneurin* als essentiell ermitteln. Der nächste Schritt bestand darin, das Aminosäurengemisch des Caseinhydrolysates durch wohlbekannte Verbindungen zu ersetzen. Keine der geprüften Aminosäuren ermöglichte für sich allein das Wachstum. Erst durch eine Kombination von *Asparagin*, *Methionin* und *Histidin* ließ sich das Caseinhydrolysat ersetzen. Methionin ist in dieser Kombination ein essentieller Faktor für alle drei Sippen,

während Histidin nur für die weiße unerläßlich ist. Dieser Syntheseverlust der weißen Mutante ist bis zum heutigen Stand der Untersuchungen das einzige biochemische Unterscheidungsmerkmal für die drei Sippen, die sich in so auffallender und konstanter Weise durch ihre Synthesefähigkeit für ein Carotinoid unterscheiden.

Literatur

Karrer, P., H. Salomon, K. Schöpp, E. Schlittler und H. Fritzsche (1934), Helv. Chim. Acta *17*, 1010–1013.
Foster, J. W. (1944), J. Bact. *47*, 27–41; *48*, 97–111.

10. R. Louis (Botanisches Institut der Universität Bern). – *Über die Nachkommenschaft aus Pfropfungen zwischen Organkulturen.*

Die aseptische Kultur von Pflanzenorganen in vitro auf synthetischem Milieu läßt sich ohne allzu große Schwierigkeiten durchführen. Man kann sich nun die Frage stellen, ob es nicht möglich wäre, durch Pfropfung die getrennt herangezogenen Pflanzenteile wieder zu vereinigen.

Die ersten Untersuchungen zeigten, daß solche Propfungen möglich sind, trotz unterschiedlicher anatomischer Struktur der verwendeten Pflanzenteile[1].

Spätere Versuche führten zu vollem Erfolg[2]: Pfropfungen zwischen Sproßteilen von Embryokulturen und isoliert kultivierten Wurzeln von *Pisum* nehmen nach erfolgter Verwachsung ihre Entwicklung auf und können nach ungefähr zwei Wochen, vom Zeitpunkt der Pfropfung an gerechnet, in die Erde verpflanzt werden. Im Warmhaus unter optimalen Bedingungen wachsen sie normal, bilden wohlgestaltete Blätter mit Ranken, blühen und tragen Früchte.

Die so geernteten Samen wurden in diesem Frühjahr für neue Pfropfungen verwendet. Alle Samen erwiesen sich als lebensfähig; die eine Hälfte lieferte die Embryokulturen, die andere die Wurzelkulturen. Die Spitze des Sproßteils der langsam ergrünenden Embryokulturen wurde nach einer Wachstumsdauer von 20 Tagen, unter Wahrung der aseptischen Bedingungen, abgeschnitten und im Spalt auf eine fünf Tage alte Wurzelkultur gepfropft. Das Ganze, zusammengehalten durch einen feinen Wollefaden, wird in große Reagensgläser mit agarhaltigem Nährboden gebracht[2].

Während ungefähr zweier Wochen entwickeln sich die Pfropfungen auf diesem Milieu; nachher werden die inzwischen, einschließlich Wurzel, 10–15 cm groß gewordenen Pflänzchen in die Erde verpflanzt und ins Warmhaus gebracht. In dieser ersten Periode (Wachstum in vitro) ist es vorallem die Wurzel die sich stark verlängert; ab und zu bilden sich schon Nebenwurzeln. Der Sproßteil vergrößert sich während dieser Zeit dagegen nur wenig.

---

[1] William H. Schopfer und Rolf Louis, Exper. *8*, 388, 1952.
[2] Rolf Louis und William H. Schopfer, Exper. *11*, 149, 1955.

Sobald sich die Pflanzen an das neue Milieu im Warmhaus gewöhnt haben, setzt das Wachstum des Sproßteils ein; die Anzahl der sich bildenden Blätter mit Ranken beträgt im allgemeinen sechs bis acht. An älteren Pflanzen haben wir Sproßlängen bis zu 25 cm gemessen. Nach ungefähr drei bis vier Wochen erscheinen die ersten Blüten. Die Kronblätter fallen sehr rasch ab, schon nach einem Tag wird die Hülse sichtbar. In den meisten Fällen wird ein Same je Hülse gebildet, ausnahmsweise deren zwei. Sehr wahrscheinlich findet Selbstbestäubung statt, da ein Insektenbesuch im Warmhaus fast ausgeschlossen ist.

Auch die Wurzel wächst weiter und bildet reichliche Verzweigungen; die Länge der Hauptwurzel kann 15 cm und mehr erreichen.

Pfropfungen zwischen Wurzelkulturen und Sproßteilen von Embryokulturen sind also auch in der zweiten Generation durchführbar. Die erhaltenen Pflanzen unterscheiden sich nur in der Größe von den aus den Samen im Freiland gezogenen. Sie sind wohlproportioniert, und die physiologischen Korrelationen sind wiederhergestellt.

11. Max Welten (Bern). – *Pollenanalytische Untersuchung von Bodenprofilen: Historische Entwicklung des Bodens und säkulare Sukzession der örtlichen Pflanzengesellschaften.*

Die pollenanalytische Untersuchung von acht Bodenprofilen von der Schynigen Platte (Berner Oberland) aus 1900 m Höhe hat sich als durchführbar und aufschlußreich erwiesen. Sie liefert Diagrammbilder, die mit den im Simmental in gleicher Höhe gewonnenen in den großen Zügen weitgehend übereinstimmen. In Einzelheiten und in der Länge der Abschnitte sind sie aber überlagert durch die Bodenentstehungsvorgänge und die lokalen Vegetationsverhältnisse am Profilort.

Wir können in der Entstehung unserer Voralpenböden drei z. T. ineinander übergreifende Phasen unterscheiden:

1. die eigentliche Bodenbildung, die klimabedingte physikalisch-chemische Verwitterung des Felsens, die zu Rendzinen und Humuskarbonatböden führt und Fels- und Geröllgesellschaften und initialen Seslerieten Standorte schafft;
2. die Phase der Bodenbewegung, in der die Gesteinsverwitterung in den Hintergrund tritt und die Reifungsvorgänge nicht voll entwickelt sind (Weiderasen, Grünerlenbusch, subalpiner Wald);
3. die Bodenreifung, die dem Bodenklimax zustrebt und den Vegetationsklimax trägt.

Unsere Beobachtungen lehren uns, daß fast alle Böden der subalpinen Weidestufe dieser mittlern Phase der Bodenbewegung angehören. Da dauernde Erosion zur Vernichtung eines Bodens führt, gibt es praktisch keine Böden, die vorwiegend der Erosion ausgesetzt wären. Was als Boden von einiger Mächtigkeit existiert, muß darum stabilisierter Boden oder Auftragsboden mit geringer temporärer Erosion sein. Da Plateau-Lagen, die allein stabilisierte Böden tragen, in den obern Stufen

der Alpen sehr selten vorkommen, müssen fast alle entwickelteren Böden dort Auftragsböden sein, folglich eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Pollenanalyse erfüllen.

Unsere Diagramme sind in den großen Zügen datierbar durch Vergleich mit andern Pollendiagrammen. Wir haben in neuester Zeit Versuche in die Wege geleitet, das Alter von Bodenhumusstoffen mit der Kohlenstoff-14-Methode zu bestimmen. In der Haupt-Erlenphase, deren Dauer wir auf 1000 Jahre veranschlagen, betrug der skeletthaltige Bodenauftrag durchwegs ca. 30 bis 50 cm; im kürzern helvetisch-römischen Abschnitt erreichte er gleiche Beträge vorwiegend feinerdiger Natur; der mittelalterlich-neuzeitliche Abschnitt ergab eine feinerdige Auflage von von 20 bis 40 cm. Das gibt Bodenaufträge von 2 bis 7 cm in hundert Jahren. Durch die Weidewirtschaft ist Bodenabtrag an Steilhängen und Bodenauftrag an flachern Hängen und in Mulden aktiviert worden, statt sich asymptotisch kleinern Beträgen zu nähern.

Unsere Untersuchungen zeigen, daß unsere subalpinen Böden relativ sehr jung sind. Intensive Bemühungen ergeben in der Tiefe stets grobblockiges Material mit Karbonatrohboden, der nicht weiter zurückreicht als in die jüngere Eichenmischwaldzeit, das Atlantikum. Das stimmt gut mit der Beobachtung überein, die wir im Simmental machten, daß die Waldgrenze in der warmen Eichenmischwaldzeit 1700 m kaum überstieg. Wir glauben, daß der Grund zu dieser unerklärlichen Erscheinung im Fehlen entwickelter Bodenbildungen zu suchen ist. So intensiv und so lange hat das Glazial in diesen Höhen nachgewirkt!

Im Subboreal und Subatlantikum hat endlich die Grünerle die Schynige Platte erobert. Wald stand offensichtlich nie auf diesen Höhen über 1900 m, höchstens vereinzelte Bergföhren und Fichten. Die Waldgrenze liegt dort heute so hoch wie je im Postglazial. Der Mensch hat hier offenbar nur Grünerlenbestände mit seinem Vieh durchweidet und vernichtet und dadurch Anlaß gegeben zur Bildung der guten Auftragsböden der Weiden und der tonigen und leicht versauernden Auftragsböden der Nardeten.

Florengeschichtlich interessant ist der Fund von neun Ephedra-Pollenkörnern in drei verschiedenen Bodenprofilen. Sie stammen durchwegs aus den ältesten Kalkrohböden und reichen etwa von der jüngern Eichenmischwaldzeit bis in die Bronzezeit, ins Subboreal. Ephedra ist heute in der Schweiz auf die tiefsten Lagen des wärmsten Mittelwallis beschränkt. Es war im Spätglazial im schweizerischen Mittelland und Alpenvorland verbreitet (und zwar in der ältern Dryas sowohl als in der jüngern, nicht im Alleröd, wie Gams irrtümlich berichtet) und erreichte die Südspitze Skandinaviens. Das kleine Rutensträuchlein der Ephedra und mit ihm die Rohboden- und Felsenheidebegleiter des Spätglazials, Artemisien, Chenopodiaceen, Helianthemum alpestre und grandiflorum, sind also offenbar zur Eichenmischwaldzeit bergwärts ausgewichen und haben auf unsern Höhen zwischen 1500 und 2000 m reiche Xerothermfluren und Felsenheiderasen gebildet. Sie wurden offenbar im späten Subboreal und Subatlantikum durch die Grünerlenbestände von unten und

die Klimadepression von oben bedrängt und schließlich zum guten Teil vernichtet. Ihre Reste kennen wir heute in den Xerothermkolonien der Schynigen Platte, der Stockhornkette und anderer Gegenden.

Es dürfte danach nicht möglich sein, die von Briquet und andern postulierte Xerothermperiode zu datieren; vielmehr handelte es sich um einen Xerothermgürtel, der mindestens vom Spätglazial an (also sicher vom Jahr 11 000 v. Chr. an) aus dem Tiefland herauf dem nachrückenden Wald auswich und schließlich im Subboreal, also ums Jahr 1000 v. Chr., zerstückelt und z. T. vernichtet wurde.

12. Gilbert Turian (Genève). – *Le corps paranucléaire chez les blastocladiales.* – Paraîtra dans la revue «Protoplasma», en 1956.

9. Section de zoologie et entomologie

Séance de la Société zoologique suisse en commun avec celle de la Société entomologique suisse

Dimanche le 25 septembre 1955

Présidents: Prof. Dr J. KÄLIN (Fribourg)
Dr. H. KUTTER (Flawil)

1. RUTH LOTMAR (Zürich). – *Ein Beitrag zum Schwefelstoffwechsel des Säugetiers.* (Versuche mit radioaktiv markiertem Natriumsulfat an Kaninchen.)

Schwefel, der in anorganisch gebundener Form in den Säugerkörper gelangt – wobei es keine Rolle spielt, ob dies auf dem Wege der Hautresorption oder durch Injektion geschieht –, wird im Laufe weniger Tage zum größten Teil unverwertet wieder ausgeschieden. Ein gewisser Anteil jedoch wird in organische Verbindungen übergeführt und findet Verwendung zum Aufbau körpereigener Substanzen, vor allem in Form von Chondroitinschwefelsäure. Dieser verwertete Schwefel wird im normalen Stoffwechsel im Laufe von etwa vier Monaten allmählich wieder ausgeschieden. Der Austausch des Schwefels erfolgt in mindestens zwei verschiedenen Rhythmen, wobei der langsamere vermutlich dem Knochen/Knorpel-System zuzuordnen ist.

(Ausführliche Darstellung in: «Doc. Rheumatologica», Heft 6, Basel, zu beziehen bei Firma J. R. Geigy, Basel.)

2. M. LÜSCHER und F. ENGELMANN (Bern). – *Über die Steuerung der Corpora-allata-Funktion bei der Schabe Leucophaea maderae.* – Erscheint ungekürzt in der «Revue suisse de zoologie».

3. G. DE HALLER (Genève). – *La symbiose bactérienne intracellulaire de Blatella germanica.* (Note préliminaire.)

La fonction des bactéries symbiotiques situées dans certaines cellules du corps adipeux et à la surface des ovocytes des blattes est inconnue. On a considéré ces symbiotes comme une source d'azote, d'acides aminés, de protéines, de ferments, de vitamines, ou comme un agent de dégra-

dation des déchets qui, tel l'acide urique, s'accumulent dans le corps adipeux de leur hôte. On a aussi supposé que ces bactéries jouent un rôle dans la fonction de reproduction de l'insecte (hypothèse faite par Glaser en 1946).

Le moyen de connaître l'apport réciproque de deux partenaires symbiotiques est de les dissocier et de les étudier en absence l'un de l'autre. On peut priver des blattes de leurs symbiotes en leur faisant subir un séjour de six semaines dans une étuve maintenue à 39° C. Toutefois, contrairement à ce qui se passe pour beaucoup d'autres insectes, il est impossible d'obtenir des lignées sans symbiotes, car les blattes ainsi traitées ne donnent naissance à aucune descendance. On doit donc se contenter d'étudier les insectes qui ont subi eux-mêmes le traitement antibactérien.

Sur plus de 250 blattes soumises à l'expérience en 11 séries successives, j'ai pu en étudier 66, dont 36 se révélèrent tout à fait dépourvues de bactéries symbiotiques. Etant donné l'absence de pontes chez ces bêtes, mon examen a porté d'une part sur le développement général, d'autre part sur l'ovaire.

Etude du développement de blattes privées de bactéries symbiotiques

Dans une souche de B. germanica mise à 39°, le nombre d'individus qui périssent est énorme. Mais dès la sortie de l'étuve, la mortalité reprend un taux identique à celui des élevages ordinaires (10 % par génération dans nos conditions d'élevage). Néanmoins je n'ai pas tenu compte dans cette étude des insectes morts moins de 30 jours après la fin du traitement, afin d'éliminer – dans la mesure du possible – les effets directs de la chaleur. Voici alors ce que j'ai constaté:

Chez la plupart des blattes sans symbiotes, le développement subit un certain ralentissement. La métamorphose, si elle a lieu, est tardive, et ne survient guère avant l'âge de 120 jours (au lieu de 100), parfois seulement à 190, voire à 232 jours. Une partie des insectes succombe immédiatement après la mue imaginale. Enfin, beaucoup meurent sans avoir atteint le stade adulte, quoique à des âges allant jusqu'à 275 jours. 2 larves qui moururent à l'âge de 221 et de 274 jours n'avaient atteint respectivement qu'une longueur de 3,5 et de 7,5 mm, alors que la taille de l'adulte est de 13 mm. De toutes les blattes femelles dépourvues de symbiotes, aucune ne pondit d'oothèque.

Etude de l'ovaire de blattes privées de bactéries symbiotiques

L'ovaire d'une blatte normale mesure toujours approximativement un dixième de la longueur totale de l'insecte, sauf pendant la période qui précède la ponte, où il dépasse cette proportion. Pendant le développement larvaire, il a une structure en ruban, alors que chez l'adulte il est en bouquet. Les œufs atteignent au moment de la ponte 3 mm de long.

Parmi les 36 blattes étudiées et complètement dépourvues de symbiotes, 10 sont des femelles adultes, dont 2 examinées au moment de leur métamorphose, et 7 des larves femelles.

1. Des 8 premières femelles adultes, 6 ont des ovaires réduits, atrophiés, dont 3 sont sans ovocytes. Les 2 autres présentent des ovaires normaux morphologiquement parlant, mais à l'examen histologique, leurs ovocytes se révèlent dégénérés dès la dimension de 200 μ. Ceux de 150 μ sont déjà plus ou moins fortement vacuolisés.

2. L'une des deux femelles prises au moment de la métamorphose a des ovaires normaux pour ce stade: un ovaire de type adulte jeune (en bouquet mais sans gros ovocytes), l'autre encore de type larvaire (en ruban). Chez l'autre femelle, l'ovaire gauche est atrophié, sans ovocytes; l'ovaire droit manque complètement. Ce dernier cas reste énigmatique.

3. Une femelle adulte qui subit le traitement par la chaleur dans la même série que deux des cas d'ovaires atrophiés cités sous 1, mais qui conserva ses symbiotes, a des ovaires normaux.

4. Parmi les 7 larves étudiées soit pendant le traitement, soit plus tard, 5, âgées de 111 à 135 jours, ont des ovaires de proportion normale. Les ovaires des 2 autres, examinées à l'âge de 135 et de 192 jours, sont atypiques: leurs tubes ovariens sont en désordre, portant çà et là des ovocytes. Ces ovocytes sont par ailleurs normaux dans un des cas, légèrement vacuolisés dans l'autre.

En résumé, toutes les femelles adultes dépourvues de symbiotes présentent soit une simple altération (2 cas), soit une atrophie plus ou moins poussée des ovaires (7 cas), avec arrêt du développement des ovocytes, sauf une, très jeune. Pendant le développement larvaire, l'absence de symbiotes ne semble pas avoir de répercussions sur la croissance de l'ovaire. Une blatte adulte ayant subi le traitement antibactérien mais conservé ses symbiotes, a des ovaires normaux. L'atrophie n'est donc pas due au traitement par la chaleur lui-même.

Conclusion

Pour autant que le petit nombre de cas envisagés ici permette de se prononcer, l'absence de symbiotes entraîne d'une manière directe ou indirecte chez la blatte femelle une atrophie des ovaires. Cette constatation confirme pleinement celle de Glaser et parle en faveur de son hypothèse. Ce que l'on peut en outre conclure de notre série d'observations, c'est que cette atrophie est due, plutôt qu'à un développement insuffisant des ovaires eux-mêmes, à une inhibition de la croissance des ovocytes.

4. Werner Fyg (Bern). – *Schnürungsversuche an Larven und Puppen der Honigbiene.*

5. Max Reiff (Basel). – *Untersuchungen über den Lipoid- und Proteingehalt der Tarsen von Musca domestica L. Vergleich von sensiblen und insektizidresistenten Stämmen.*

Solange die Kenntnisse über die Physiologie und Biochemie der Insekten noch sehr lückenhaft sind, ist auch die Bearbeitung der Insektizid-

resistenz vorerst auf die Grundlagenforschung angewiesen. Da die DDT-Substanz als Kontaktinsektizid wirkt, spielen sich die ersten Vergiftungsprozesse in den Tarsen der Insekten ab, wobei die Lipoide und Proteine der Cuticula besondere Bedeutung haben.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden bei 4 verschiedenen Stämmen von Musca domestica L. (Stubenfliege) durchgeführt, wobei 2 Stämme durch dauernde Selektion gegenüber der DDT-Substanz hochresistent (R) gezüchtet waren und 2 Stämme sensible (S) Tiere umfaßten. Für die Bewertung von Unterschieden in den Lipoiden und Proteinen der Tarsen bei R- und S-Fliegen wurden pro Präparation je 300 Tarsen extrahiert und die Extrakte als gefärbte Tropfen auf Filterpapier mit Hilfe des Photovolt-Densitometers verglichen. Die Lipoidanteile wurden bei Azeton- und Äthanolextrakten mit Fettschwarz, die Proteinanteile bei Äthanol- und Wasserextrakten mit Ninhydrin gefärbt. Die genaueren Daten der Methodik und der Ergebnisse sind einer ausführlichen Publikation vorbehalten.

Summarische Resultate

1. Jeder Stamm besitzt seinen typischen Lipoid- und Proteingehalt, wobei die Verhältnisse zwischen den Stämmen je nach Extraktionsmittel verschieden sind. Für die Aufnahme, die Speicherung und die Weitergabe der DDT-Substanz ins Körperinnere sind nicht allein die quantitativen, sondern vielmehr noch die qualitativen Verhältnisse der Stoffgruppen (Zusammensetzung der Komplexe) entscheidend.

2. Unter dem Einfluß der DDT-Substanz entstehen Veränderungen in der Zusammensetzung von Lipoiden und Proteinen. Klare Gesetzmäßigkeiten einerseits für R und anderseits für S liegen nicht vor. Es ist aber wahrscheinlich, daß in der entscheidenden Vergiftungsphase der ersten 30 Minuten (im Dauerkontakt) bei R und S gegensätzlich verlaufende Strukturänderungen der Komplexe eintreten. Nach Resultaten aus Hydrolyseversuchen besitzen R-Fliegen stabilere Proteidbindungen.

3. Auch diese Versuche deuten darauf hin, daß die Insektizidresistent nicht auf wenige Einzelphänomene zurückgeführt werden kann, sondern daß sie in Abhängigkeit von einer großen Kette von Vorgängen ist, wobei die einzelnen Glieder davon je nach Stamm ganz verschieden starke Bedeutung haben können.

6. H. Gaschen (Lausanne). – *Note sur les phlébotomes de Suisse.*

En 1911 Galli-Valerio capturait à Orbe un phlébotome qu'il identifiait *Phlebotomus papatasi*, n'ayant à sa disposition que les connaissances sommaires de l'époque concernant ce groupe de Diptères.

Il faut attendre jusqu'en 1944 pour que de nouveaux phlébotomes soient signalés en Suisse. Un lot capturé à Ascona (Tessin) contenait 2 espèces *P. perniciosus* et *P. parroti* var. *italicus*. Puis en 1953, un phlébotome à Lausanne s'avère être *P. mascittii*. De nouvelles captures faites cette année à Lugano permettent de signaler également la présence de

P. perniciosus dans le Sotto Ceneri et *P. mascittii* non connu jusqu'à présent au Tessin.

L'étude de la systématique des phlébotomes ayant fait de gros progrès ces dernières années, il est maintenant possible de reconnaître que *P. parroti* et sa variété *italicus* sont synonymes de *P. minutus* Rondani 1843.

C'est donc cette dernière qui, par priorité est la seule maintenue.

Enfin reprenant l'étude du *P. papatasi* trouvé par Galli-Valerio, il apparaît que nous avons affaire non pas à *P. papatasi* mais à *P. mascittii*. Nous pouvons donc signaler, actuellement en Suisse 3 espèces de phlébotomes soit:

Phlebotomus mascittii Grassi 1908,
Phlebotomus perniciosus Newstead 1911 et
Phlebotomus minutus Rondani 1843.

7. H. Gaschen (Lausanne). – *Indices maxillaires chez Culex pipiens et Culex autogenicus.*

Les affinités trophiques chez les anophèles anthropophiles ou zoophiles entraînent des modifications d'armature buccale et spécialement des maxilles.

En ce qui concerne le *Culex pipiens* on sait que cet insecte est plus spécialement ornithophile contrairement au *Culex autogenicus*, qui lui est plutôt anthropophile. Il était intéressant de rechercher chez le Culex autogène l'existence de modifications semblables de l'armature buccale.

L'étude de l'indice maxillaire pour 9 souches différentes a montré que *Culex autogenicus* possède un indice maxillaire supérieur à 11,0 tandis que *Culex pipiens* présente un indice inférieur, compris entre 10 et 11.

Il semble donc bien que chez le Culex également les affinités trophiques jouent un rôle sur la puissance de l'armature buccale. Mais à l'inverse de ce qui se produit chez les anophèles, ce sont les Culex anthropophiles, qui présentent les indices les plus élevés, et les Culex ornithophiles, les plus faibles, constatation qui n'a pas lieu de surprendre puisque l'épiderme des oiseaux est beaucoup plus facile à perforer que celui de l'homme et des mammifères en général.

8. Urs Rahm (Basel). – *Verbreitung und Biologie von Acartia clausi gaboonensis (Scott) in der Lagune Ebrié (Elfenbeinküste).*

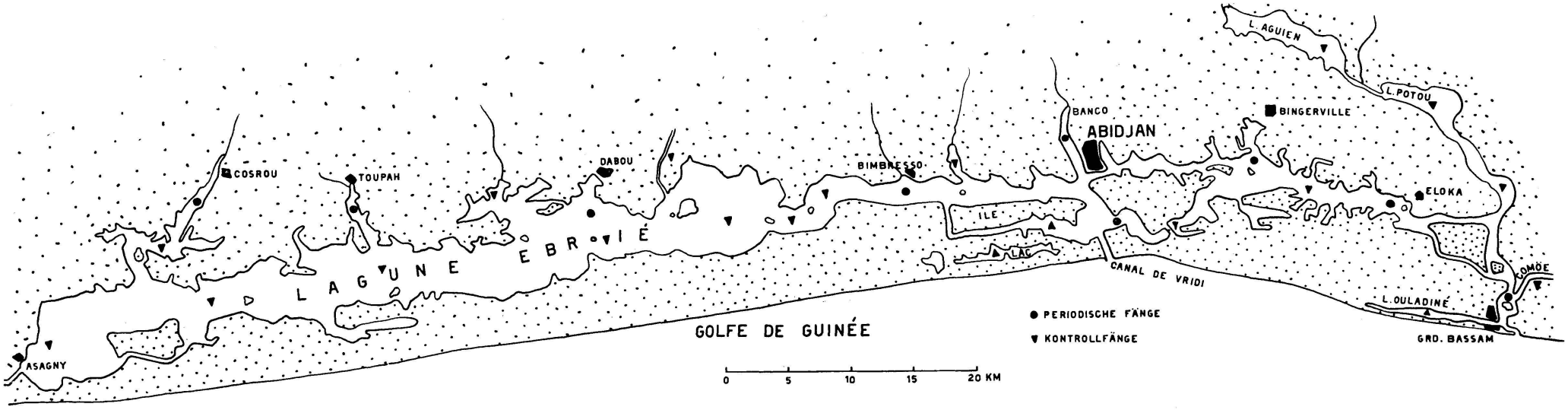
Bei der Untersuchung des Planktons der Lagune Ebrié, die ich während dreier Jahre an der Schweizerischen Forschungsstation an der Elfenbeinküste durchführte, fiel gleich zu Beginn die Häufigkeit von Acartia clausi gaboonensis auf. Scott (1894) beschrieb die Form als Varietät von Acartia clausi (Giesbrecht) anhand von Material aus Libreville und dem Gaboon river der «Bucaneer»-Expedition. Glanferrari (1924) erwähnt sie für zwei Fangstellen der «Valdivia»-Expedition bei Kamerun (Kamerun-Rhede und Kamerun-Stadt). Andere Fundorte waren bis jetzt nicht bekannt; ihr gemeldetes Auftreten im Indischen Ozean ist zweifelhaft.

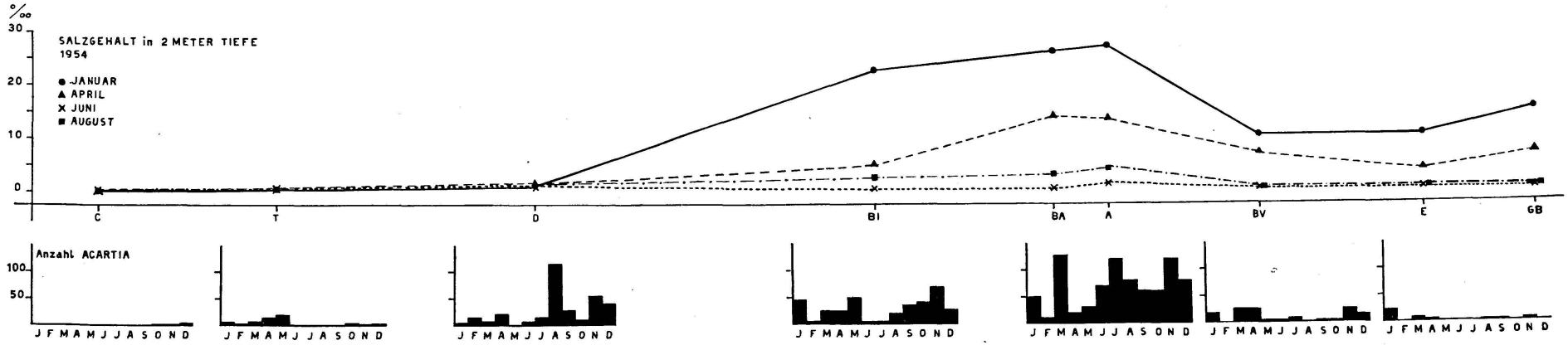
Glanferrari bezeichnet die Existenz dieser Form im innersten Teil des Golfes von Guinea als sehr merkwürdig. Nach meinen Ergebnissen ist nun auch ihr Vorkommen in der Lagune Ebrié und in den Lagunen Aby und Tagba an der Elfenbeinküste belegt. Die Fundorte weisen darauf hin, daß Acartia clausi gaboonensis wahrscheinlich am gesamten Küstengebiet des Golfes von Guinea vorkommt. Vergleicht man meine Fundorte mit den bereits bekannten, so fällt auf, daß es küstennahe Lokalitäten sind, und zwar entweder Flußmündungen oder Lagunen. Wie auch aus den nachfolgenden Resultaten über ihr Auftreten in der Lagune Ebrié hervorgeht, bevorzugt diese Varietät eindeutig Wasser mit niederem Salzgehalt und einer hohen, relativ konstanten Temperatur. Dies bestätigen auch die wenigen Angaben von Scott und Schott (1902) vom Fangort bei Kamerun.

Die zirka 100 km lange Lagune Ebrié ist die größte einer Anzahl Lagunen, die sich dem Litoral der Elfenbeinküste entlang ausdehnen. Sie ist bei Grand Bassam durch die Mündung des Comoeflusses, bei Abidjan durch den Canal de Vridi (seit 1951) mit dem Meer verbunden (Rahm 1954, Picard et Rahm 1954). Die Lagunentiefe beträgt im Mittel 2 bis 6 m. Die Wassertemperatur unterliegt nur geringen Schwankungen; das Jahresmittel beträgt z. B. für Abidjan für 0 m: 28,9; 2 m: 28,2; 4 m: 27,4° C, für Dabou 0 m: 29,7; 2 m: 29,3; 4 m: 29,4° C. Der Salzgehalt des Lagunenwassers verändert sich je nach Fangort und Saison beträchtlich. In Abb. 1 ist der Salzgehalt der einzelnen Fangorte für verschiedene Monate aufgetragen. Daraus ist ersichtlich, daß der ganze östliche Lagunenteil von Abidjan bis Gr. Bassam während der großen Trockenzeit (Dezember bis Mai) Brackwasser enthält. Im westlichen Teil bis Dabou nimmt der Salzgehalt mit der Entfernung von Abidjan ab, während er im westlichsten Abschnitt von Dabou bis Cosrou während des ganzen Jahres praktisch gleich null ist.

Horizontale Verteilung von Acartia

Acartia clausi gaboonensis kommt in der ganzen Lagune Ebrié vor und fehlt nur in den in die Lagune einmündenden Flüßchen und in den Lagunen Potou und Aguien. Aus Abb. 1 ist ersichtlich, daß Acartia in großer Zahl bei Abidjan vorhanden ist und daß ihr quantitatives Auftreten gegen Westen hin abnimmt. Sie ist bei Cosrou und Toupah noch vorhanden, jedoch nur in sehr geringer Zahl, so daß sie sogar in den Schließnetzfängen nicht in allen Monaten vorkam. Die Abnahme von Acartia verläuft demnach parallel zur Abnahme des Salzgehaltes im westlichen Lagunenteil. Die Kanalmündungsgegend bei Abidjan, dem Ort des größten Salzgehaltes des Jahrestotals, bildet das Verteilungszentrum, von welchem aus Acartia in die übrige Lagune eindringt. Während die marinen Plankter mit Einsetzen der Regenzeit total aus der Lagune verschwinden, verbleiben die Acartien, und ihre Anpassungsfähigkeit an die Süßwasserverhältnisse ist beachtenswert. Die quantitativen Messungen wurden mit einer Einliterschöpfflasche in 0, 50, 100, 150, 200 und 400 Zentimeter Tiefe gemacht. Die in Abb. 1 aufgezeich-


L. AGUIEN
L. POTOU
BINGERVILLE
BANCO
ABIDJAN
ELOKA
COSROU
TOUPAH
DABOU
BIMBRESSO
ILE
LAC
CANAL DE VRIDI
LAGUNE EBRIÉ
GOLFE DE GUINÉE
ASAGNY
GRD. BASSAM
PERIODISCHE FÄNGE
KONTROLLFÄNGE
0 5 10 15 20 KM


‰
30
20
10
0
SALZGEHALT in 2 METER TIEFE
1954
JANUAR
APRIL
JUNI
AUGUST
C
T
D
BI
BA
A
BV
E
GB
Anzahl ACARTIA
100
50
J F M A M J J A S O N D

nete Individuenzahl setzt sich aus der Summe aller Tiere zusammen, die mit der Schöpfflasche in den sechs verschiedenen Tiefen gefangen wurden. Ein wirklich saisonbedingtes Auftreten wurde an keinem der Fangorte festgestellt. Lediglich während der großen Regenzeit (Juni bis Juli) war Acartia überall außer bei Abidjan weniger zahlreich. Ein etwas anderes Verhalten zeigen die Nauplien, deren Zahl in der Lagune während der Trockenzeit sehr groß ist. Mit Beginn der Regenzeit fällt auch ihre Zahl stark ab und nimmt während der kleinen Trockenzeit (September) wieder leicht zu.

Vertikale Verteilung von Acartia

Ein gewisser Tagesrhythmus in der vertikalen Verbreitung war nur wenige Male feststellbar. Dies hängt vor allem mit der geringen Tiefe der Lagune und der innerhalb 24 Stunden nur wenig schwankenden Temperatur zusammen. In der Kanalgegend erschwert auch der Einfluß von Ebbe und Flut eine Analyse der Tiefenschichtung. Die adulten Acartia kommen in den quantitativen Fängen an der Oberfläche gar nicht oder doch nur spärlich vor, und sie sind auch in 50 cm Tiefe noch selten. Die Hauptmasse der Acartien findet sich zwischen 100 und 200 cm Tiefe. Die Großzahl der Nauplien hingegen bewohnt die Wasserschicht zwischen 0 und 100 cm; sie kommen aber auch, allerdings in geringerer Zahl, in den tieferen Schichten vor. Interessant ist, daß Glanferrari im Atlantik in bezug auf Verteilung von Nauplien und Adulttieren ähnliche Verhältnisse fand. Nach seinen Resultaten anhand des Materials der «Valdivia»-Expedition fand sich der Großteil der Nauplien von Acartia negligens und Acartia danae in 15 m Tiefe im Atlantik, während die adulten Formen erst in tieferen Schichten auftraten.

Weitere Arbeiten über das Plankton der Lagune Ebrié werden an anderer Stelle publiziert.

Literatur

Glanferrari, Luisa: 1924, Die Acartien der Deutschen Tiefsee-Expedition. Arb. Zool. Inst. Innsbruck, Bd. 1, 1924.

Picard, Jean, et Rahm, Urs: 1954, Archaeoceania n. g. tournieri n. sp., une nouvelle Anthoméduse de la famille des Oceaniidae, provenant de la lagune Ebrié (Côte-d'Ivoire). Acta Tropica vol. XI.

Rahm, Urs: 1954, La Côte-d'Ivoire, Centre de recherches tropicales. Acta Tropica, vol. XI, nº 3. Basel.

Schott, G.: 1902, Ozeanographie und Meteorologie. In: Wiss. Erg. Deutsche Tiefsee-Exp., Bd. 1.

Scott, Thomas: 1894, Entomostraca from the Gulf of Guinea. Trans. Linn. Soc. 6, London.

Steuer, Adolf: 1923, Bausteine zu einer Monographie der Copepodengattung Acartia. Arb. Zool. Inst. Innsbruck, Bd. 1.

9. H.-A. Guénin (Lausanne). – *Etude sur les chromosomes du Gnaptor spinimanus Pall.* – Pas reçu de manuscrit.

10. Heinrich Kutter (Flawil). – *Zur Biologie palaearktischer Coptoformica (Formicodae).* – Erscheint in den «Mitteilungen der Schweiz. Entomologischen Gesellschaft».

10. Section d'anthropologie et d'ethnologie

Séance de la Société suisse d'anthropologie et d'ethnologie

Dimanche le 25 septembre 1955

Président: Prof. Dr. R. BAY (Basel)

1. MARC-R. SAUTER et ANDRI KÖNZ. – *L'humérus des Pygmées de l'Ituri (Congo belge).*

Les humérus sur lesquels nous donnons ici quelques indications préliminaires appartiennent à la petite série de squelettes complets de Pygmées recueillis par le Dr B. Adé, et déposés pour étude à notre institut. Nous ne retenons ici que les 10 os d'adultes (4 hommes et 1 femme). Il nous a paru utile de combiner avec cette série (désignée par A) celle dont l'étude a été faite par Maly et Matiegka (1938); avec ses 6 squelettes (4 H, 2 F) parfois incomplets, elle permet de composer une série (appelée AM) de 21 humérus (15 H, 6 F). Nous donnons quelques éléments de comparaisons avec des séries de races de petite taille d'Asie et d'Afrique. Il ne sera pas fait état des différences entre les os gauches et droits.

Longueur. On ne s'étonne pas de constater la faible dimension de ces os. Celle-ci n'est cependant pas très différente de celle des humérus des Négritos de Luçon (Genet-Varcin, 1951).

		Pygmées				*Boschimans*		*Négritos*	
		N	Série A	N	Série AM	N	(Pittard 1944)	N	
Hommes	Moyenne	8	274,7	14	274,5	66	292,5	24	275,4
	Min.-max. ..		266–286		266–290				254–328
Femmes	Moyenne	2	274,5	6	268,3	44	275,8	18	266,6
	Min.-max. ..		273–276		266–270				249–281

Indice diaphysaire. Il est relativement élevé, et présente une différence sexuelle, les femmes étant nettement platybrachiques.
Série A: H, 82,8; F. 71,4. – Série AM: H, 82,4; F, 71,3.

Indice de robusticité. Il est faible. S'il égale à peu près celui des Boschimans, il est inférieur à celui des Négritos.
Série A: H, 18,5; F, 17,5. – Série AM: H, 18,0; F, 17,8.

Angle de torsion. Comme on pouvait s'y attendre, la torsion est prononcée. En combinant les deux sexes, on obtient:

	Pygmées				*Veddas*		*Négritos*	
	N	Série A	N	Série AM	N	(Série compos.)	N	
Hommes et femmes								
Moyenne	10	145,0	19	140,5	19	147,3	42	158,8
Min.–max. ..		139–150		111–150				

Perforation olécranienne. Elle n'existe chez aucun des 5 squelettes adultes de la série A (quoique presque tous les os aient un *septum lucidum*). Comme 5 des os de la série Maly-Matiegka présentent cette particularité, nous pouvons, pour la série AM (21 os), donner une fréquence de 23,8 %. En ajoutant les 4 humérus (perforés) des 2 enfants de la série Adé, on obtiendrait 9 perforations sur 25 os, soit 36 % (Boschimans, Hottentots et Griquas, 34,1 %; Veddas, 41,5 %; Négritos, 30,9 %).

Institut d'Anthropologie de l'Université de Genève

2. Marc-R. Sauter. – *Sur des crânes déformés de la nécropole de Saint-Prex, Vaud (VIe siècle).*

Fouillé en 1951/52 par MM. E. Pelichet, archéologue cantonal, et Ph. Biro, ce cimetière a livré environ 270 sépultures, les unes en dalles, quelques autres avec traces de cercueil en bois, la majorité en pleine terre. Les tombes à dalles, qui paraissent les plus récentes, ne nous intéressent pas ici. Chargé de l'étude anthropologique des ossements de ce cimetière, qui soulève des problèmes archéologiques importants, nous avons constitué pour le moment à l'aide des squelettes à crâne facilement reconstituable, une série d'une cinquantaine de crânes adultes (dont 30 masculins). Elle se signale par son hétérogénéité: par ex., pour une moyenne d'indice céphalique de 78,0, on trouve 28,6 % de dolicho-, 38,1 % de méso- et 33,3 % de brachycéphales. La taille est grande (moyenne, d'après les méthodes Manouvrier, Breitinger et Telkkä: H, 175,1; F, 156,8 cm).

Six crânes (exclus des calculs de série) présentent une déformation qui, dans 4 cas au moins, est artificielle.

N° 187. Crâne adulte probablement masculin. La région occipitale manque. C'est le plus fortement déformé. Déformation macrocéphalique. Front aplati. Nette ensellure postbregmatique.

N° 236. Calotte d'homme adulte. La déformation, de type macrocéphalique aussi, est moins prononcée. Front aplati.

N° 165. Calva de femme adulte. Déformation macrocéphalique prononcée. Ensellure postbregmatique.

N° 101. Crâne adulte féminin à face très endommagée et à forte distorsion postmortem. Déformation atténuée, de même type.

N° 46. Crâne adulte féminin, à face incomplète. Il n'est pas sûr que la déformation soit artificielle. Elle se manifeste par une très forte planocipitalie. Il ne nous paraît cependant pas que ce caractère soit simplement dû au «dinarisme».

N° 66. Crâne de jeune adulte féminin. Là, la déformation probablement de type annulaire a contribué à allonger le crâne sans l'étirer en

hauteur. Le frontal offre un profil irrégulier, avec une large ensellure aplatie dans le tiers supérieur.

Si la pratique de la déformation cranienne artificielle n'est pas inconnue au haut moyen âge en Suisse occidentale, elle est rare. Sa présence à plusieurs exemplaires dans le cimetière de St-Prex, dont la position chronologique (VIe siècle, soit le début de la colonisation burgonde) est intéressante, montre que l'analyse anthropologique de cette population mérite notre attention.

Institut d'Anthropologie de l'Université de Genève

3. O. Schlaginhaufen (Kilchberg). – *Beiträge zur Kenntnis des Nasenskeletts der Melanesier.* – Erscheint im «Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie und Ethnologie», Jg. 32, 1955/56.

4. Hans Dietschy (Basel). – *Ergebnisse einer Forschungsreise zu den Karajá-Indianern Zentralbrasiliens.*

Die Ilha do Bananal, die der Araguaia-Fluß mit den zwei Armen seines Mittellaufs einschließt, und die dort wohnenden Karajá-Indianer waren das Ziel einer Reise, die der Sprechende, begleitet von seiner Frau, mit Mitteln des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung durchführen durfte. Von Anfang September 1954 bis Anfang März 1955 hielten wir uns im Karajá-Dorf Hawalomahãdú (Santa Isabel do Morro) auf, wo sich der Posten «Getulio Vargas» des Indianerschutzdienstes befindet. Eine Kanufahrt führte uns Ende Oktober stromabwärts zu andern Karajá-Dörfern und zu den Tapirapé-Indianern an der Mündung des gleichnamigen Flusses. Unsere Aufgabe war vornehmlich eine Untersuchung der Sozialorganisation der Karajá, die noch verhältnismäßig wenig bekannt war. Man wußte von den matrilokalen Großfamilien (wadaränã), sprach aber fälschlicherweise von matrilinearen Clans oder Geschlechtern. Das Verwandtschaftssystem, das bisher unbekannt war, ist ausgesprochen bilateral (Matri-Hawaii nach der Nomenklatur G. P. Murdocks). Bilateral ist die Häuptlingsfolge, ist ferner die formlose Körperschaft der Geschwister und Geschwisterkinder (waobiowá). Die Großeltern nennen die Enkel so, wie sie von den Enkeln gerufen werden. Für die Heiratsverwandten gilt die Teknonymie. Patrilineare Stammeshälften (moieties), von denen Lipkind spricht, ließen sich nicht feststellen, es prägen sich denn auch keine Dorfhälften im Siedlungsbild aus. Hingegen existieren (in S. Isabel) *drei* patrilineare, mit Vorliebe endogame Männerbünde (waidyoé). Eine *sexuelle* Zweiteilung des Dorfes wird in der Gegenüberstellung Familienhäuser–Geisterhaus (Männerhaus) sichtbar, ebenso in den Tänzen der Maskengeister (idyassó). Daß die Tänze (mit oder ohne Masken) fast immer von Tänzer*paaren* durchgeführt werden, hängt mit einer zeremoniellen Freundschaft vom Typus der Adoptivbrüderschaft zusammen. – Sprachliches und psychologisches Material nebst einer ethnographischen Sammlung ergänzen das Erfahrene in aufschlußreicher Weise.

11. Section de biologie médicale

Séance de la Société suisse de biologie médicale

Samedi et dimanche les 24 et 25 septembre 1955

Président: Prof. Dr. O. Wyss (Zürich)
Secrétaire: Prof. Dr. K. Bernhard (Basel)

1. Heinrich Wirz (Basel). – *Hydrostatische Drucke in der normalen Niere*[1].

2. Hans Zollinger (St. Gallen). – *Pathogenese und funktionelle Folgen der intrarenalen Drucksteigerung*[1].

3. Jürg Hodler (Bern). – *Bemerkungen zur Tubulusfunktion beim Fisch.*

Anhand der Phylogenese der Wirbeltiere wird die Besonderheit der Nierenfunktion der Fische dargelegt und in ihren Beziehungen zur osmotischen Regulation und zur Kiemenfunktion geschildert. Diese Zusammenhänge lassen sich auch an der Regulation des Säuren-Basen-Haushalts nachweisen, die anscheinend bei den marinen Formen einzig durch die Kiemen erfolgt, während die Nieren im Interesse der Wassereinsparung einen fixiert sauren Urin ausscheiden. Das *p*H des Dogfish-Urins (Squalus acanthias) bleibt durch Carbanhydrasehemmung (Diamox), Malonsäure, Säurebelastungen und alle anderen beim Warmblüter wirksamen experimentellen Bedingungen unbeeinflußt. Dagegen hemmt Diamox CO_2- und Bicarbonatausscheidung durch die Kiemen. Verschiedene Süßwasserfische sprechen im Gegensatz zu den Meeresfischen auch renal auf Diamox an, was durch die besonderen Verhältnisse der Wasserregulation im Süßwasserhabitat verständlich gemacht werden kann. – Aus der Medizinischen Klinik der Universität Bern (Prof. W. Hadorn) und dem Department of Physiology, New York University (Prof. Homer W. Smith).

4. F. Reubi (Berne). – *La signification de la pression intrarénale en pathologie médicale.*

L'hypothèse qu'une augmentation de pression intrarénale (p.i.r.), interférant avec l'irrigation sanguine de l'organe et la formation de l'urine,

---

[1] Erscheinen in extenso in der «Schweiz. Med. Wochenschrift».

puisse jouer un rôle au cours de diverses néphropathies n'a jamais été étayée par des mesures objectives. Elle est néanmoins défendue par certains auteurs qui recommandent de traiter les anuries aiguës et les néphrites interstitielles chroniques par la décapsulation.

La p.i.r. globale a été mesurée chez l'animal normal par quelques investigateurs. Elle est en moyenne de 14 mm de mercure chez le lapin et de 21 à 25 mm chez le chien. On considère qu'elle dépend de la diurèse, de la pression artériolaire, de la pression veineuse et peut-être de la pression interstitielle.

A notre connaissance la p.i.r. n'avait jamais été déterminée systématiquement au cours des néphropathies expérimentales et elle n'avait jamais été mesurée chez l'homme. Nos recherches personnelles concernent essentiellement ces deux aspects du problème. Nous avons effectué nos mesures en introduisant dans le parenchyme rénal une aiguille à ponction de fin calibre reliée par une tubulure semi-rigide remplie de NaCl isotonique hépariné à un manomètre à mercure.

La partie expérimentale a été conduite chez le lapin. Les affections rénales étudiées comprennent l'intoxication au tartrate de Na, au ferricyanure de K, au sublimé et la glomérulonéphrite de Masugi. Les valeurs obtenues chez ces animaux ne s'écartent pas de la normalité de façon significative. La décapsulation abaisse parfois la p.i.r., sans jamais améliorer les fonctions rénales. Comme chez les lapins normaux, la p.i.r. dépend principalement de la pression intratubulaire et de la pression capillaire, cette dernière étant elle-même conditionnée par la tension artérielle, le tonus artériolaire, le flux sanguin rénal et la pression veineuse.

Chez l'homme, la p.i.r. a été déterminée chez 8 patients atteints de néphroangiosclérose discrète, de pyélonéphrite et de glomérulonéphrite à divers stades, ainsi que d'anurie aiguë. Les valeurs sont comprises entre 23,5 et 41,5 mm de mercure, avec une moyenne de 34 mm. La décapsulation pratiquée dans un cas est restée sans effet sur la p.i.r. et sur les fonctions rénales. Si l'on compare la p.i.r. à la tension artérielle moyenne de ces 8 patients, il semble apparaître entre ces valeurs une certaine corrélation, qui peut s'exprimer par l'équation suivante:

$$\text{p.i.r.} = 0{,}19 \text{ tension artérielle moyenne} + 9{,}0$$

Cette relation est voisine de celle trouvée par Swann chez le chien.

Ces constatations suggèrent que la p.i.r. n'a pas en pathologie humaine l'importance que certains auteurs lui ont attribuée. Si la décapsulation peut avoir un effet favorable dans certains cas, cet effet ne résulte vraisemblablement pas d'une décompression du parenchyme rénal.

5. Heinrich Heusser (Basel). – *Die Dekapsulation bei Nierenkrankheiten.* – Erscheint in extenso in der «Schweiz. Med. Wochenschrift».

6. Ulrich A. Corti (Zürich), Fritz Gassmann (Küsnacht ZH) und Max Weber (Wohlen AG). – *Unruhebestimmung bei Menschen und Tieren (mit Demonstrationen).*

Im Jahre 1946 begann die Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz an der Eidg. Techn. Hochschule, Zürich, mit der Untersuchung von Fischvergiftungen. In diesem Zusammenhang wurde von U. A. Corti die Frage nach der qualitativen und quantitativen Messung der Bewegungen von Fischen, die unter dem Einfluß toxisch wirkender Substanzen stehen, aufgeworfen. Nach einigen tastenden Versuchen wurde hierauf dem Institut für Geophysik (Dir. Prof. Dr. F. Gaßmann) an der ETH die Ausarbeitung eines geeigneten Meßverfahrens übertragen. Im Frühjahr 1948 konnten die ersten Versuche mit einer von *Weber*[1] *et al.* auf der Grundlage der Erschütterungsmeßtechnik entwickelten Apparatur durchgeführt werden. Diese Versuche zeigten, wie wir schon in unserer ersten Publikation (1) dargelegt haben, daß die von uns angewendete Methode ganz allgemein zur Unruhebestimmung von Lebewesen verwendet werden kann und daß im Gegensatz zu den bekannten «Zitterkäfigen» auch Energiemessungen möglich sind. Im Jahre 1949 haben *Corti* und *Weber* (2) die Verlustenergie einer dislozierenden Forelle in Erg und deren Kraftentwicklung in Dyn ermittelt. Im Frühjahr 1950 wurde von uns (3) durch Kombination von Zeitlupenaufnahmen und Unruhemessungen das Kraftvektorbild einer in voller Bewegung befindlichen Forelle ausgemessen[2].

Schon im Dezember 1949 haben wir das erste Modell eines Reaktionstisches (Plattform) zur Bestimmung der Unruhe ganzer menschlicher Individuen vorgeführt und darüber im August 1950 anläßlich der Jahresversammlung der S.N.G. in Davos berichtet (5).

Inzwischen haben *Weber et al.* eine wesentlich leistungsfähigere Apparatur entwickelt. Sie besteht aus einem Reaktionstisch (Abb. 1) und verschiedenen elektronischen Vergrößerungssystemen und elektronischen Rechengeräten (Abb. 2 u. 3). Der Reaktionstisch besteht aus einer elastisch gelagerten Platte und geeignet angeordneten, elektromechanischen Umformern, die die Bewegungen der Platte in elektrische Spannungsschwankungen übertragen. Die elektronischen Vergrößerungssysteme dienen zur Anpassung an die Rechengeräte. Sie können aber auch zur Speisung von Registriergeräten, wie zum Beispiel Kathodenstrahloszillographen und Tonbändern, verwendet werden. Dabei können mit dem Kathodenstrahloszillographen die Vorgänge visuell verfolgt und damit auch photographiert werden, während die Tonbänder eine jederzeit verfügbare «Konserve» darstellen, was im Hinblick auf eine weitere Auswertung mit elektronischen Rechengeräten von besonderem Vorteil ist. Die Rechengeräte liefern unmittelbar in Form von Zahlen die mittlere positive und negative Belastungsänderung in einem frei wählbaren Zeitintervall sowie den mittleren Rhythmus dieser Änderung, die die Platte erleidet, wenn

---

[1] Dr. M. Weber, Privatdozent für Geophysik an der ETH, Zürich.
[2] Über weitere Untersuchungen an Fischen siehe (4).



Abb. 1 Reaktionstisch in einer Ausführungsform für « stehende » Personen

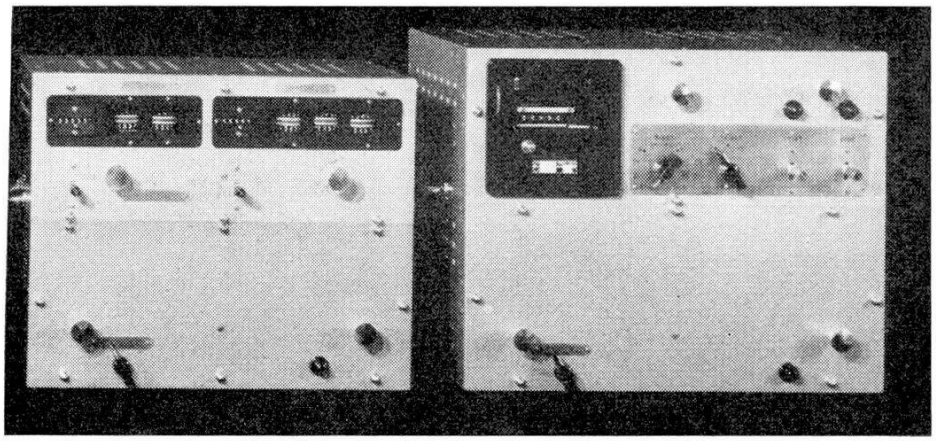


Abb. 2

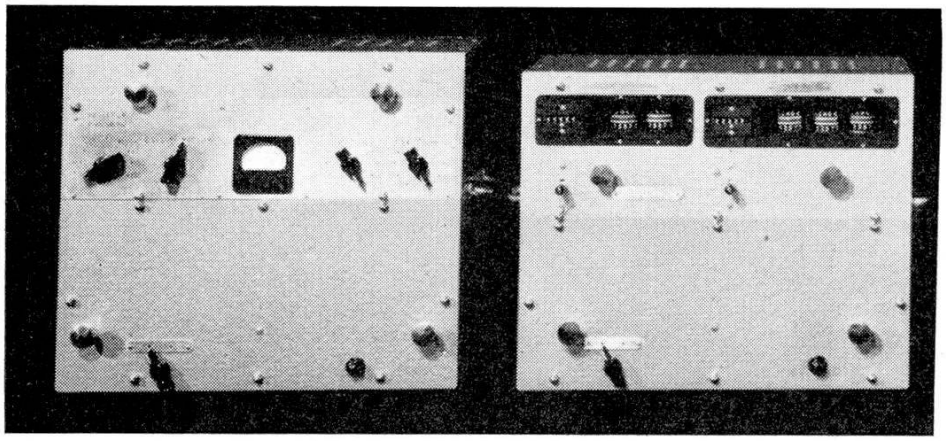


Abb. 3

ein menschliches oder tierisches Individuum sich auf ihr bewegt oder darauf ruht. Die Belastungsänderung der Platte entspricht somit ersichtlich der Gewichtsänderung des Individuums. Der Meßbereich der Platte erstreckt sich von zirka $^1/_{10}$ bis 40 Hz. Die Empfindlichkeit der Apparatur ist sehr groß. So kann zum Beispiel der Impuls eines 100 mg schweren Körpers, der aus einer Höhe von 3 cm auf die Platte fallen gelassen wird, noch gut festgestellt werden. Hervorzuheben ist noch, daß dieselbe Platte, ohne Schaden zu nehmen, Belastungen bis zu zirka 100 kg aushält. Gleichzeitig wurden auch kleinere Reaktionstische gebaut, die ein Experimentieren mit kleinen Lebewesen, z. B. Insekten oder Kollektiven davon, die ein Gesamtgewicht von zirka 20 mg und mehr besitzen, ermöglichen. Die vorgeführte Apparatur [3] dürfte einen großen Anwendungsbereich besitzen. Beim «ruhenden» Individuum wird, abgesehen von unwillkürlich auftretenden Muskelimpulsen, na-

[3] Die fabrikmäßige Herstellung dieser Apparatur hat die Firma VITERRA, Wallisellen ZH (Dr. U.A. Corti), übernommen.

mentlich die Motorik des Herzens und der Atmung, soweit sie sich im Milieu extérieur manifestiert, gemessen. Weiter erlaubt sie die Analyse arbeitsphysiologischer Probleme und solcher der Verhaltungsforschung, die Untersuchung der Wirkung vieler Wirkstoffe, Nervina, Narkotika usw. auf den Gesamtorganismus, die Prüfung von Reaktionsgeschwindigkeiten und von speziellen Ermüdungserscheinungen, die Kontrolle von Rekonvaleszenten, die Fixierung von Normen für Zustände im Wachsein, im Schlaf, in der Narkose oder Hypnose, des Zitterns (Bebens), Hustens usw. Das zu untersuchende Individuum kann ohne weiteres simultan auf Gewichtsänderungen und deren Rhythmus, auf Aktionsströme und Herztöne usw. geprüft werden.

Der demonstrierte Reaktionstisch stellt nur eine von vielen möglichen Ausführungsformen dar. Weitere Apparaturen befinden sich im Bau.

Schriftenverzeichnis

(1) *Corti, U. A., M. Weber,* Untersuchungen über die Vitalität von Fischen; Schweiz. Zschr. f. Hydrol. *12*, 9–16 (1949).

(2) *Corti, U. A., M. Weber,* Bewegungsstudien an Regenbogenforellen; Verh. S.N.G. (Lausanne) 1949, S. 159–161.

(3) *Weber, M., U. A. Corti,* Vorversuche zur energetischen Analyse biodynamischer Phänomene auf erschütterungsmeßtechnischer Grundlage. Verh. S.N.G. (Davos) 1950, S. 189–195.

(4) *Corti, U. A.,* Etudes oscillographiques sur la détermination du caractère nocif de différentes eaux usées de provenance industrielle; Schweiz. Zschr. f. Hydrol. *13*, 358–364 (1951). – *Ders.,* Poissons et combinaisons azotées, Trav. Ass. int. limnol. théor. appl. *11*, 84–87 (1951). – *Ders.* u. *M. Dietiker,* Über das Verhalten von Elritzen, Phoxinus laevis Agass., gegenüber Licht verschiedener Wellenlänge. Verh. S.N.G. (Luzern) 1951, S. 151, und Schweiz. Zschr. f. Hydrol. *14*, 182–190 (1952).

(5) *Weber, M., U. A. Corti,* Vorversuche zur energetischen Analyse biodynamischer Phänomene auf erschütterungsmeßtechnischer Grundlage. Schweiz. med. Wschr. *81*, 194 (1951).

(6) *Darroquy, J., L. Lauru* et *C. Soula,* Mesure des efforts dynamiques dans le mouvement volontaire; Actes colloque int. mécan., Poitiers, *5* (1950). Cf. Publ. sci. techn. Ministère de l'air, nº 263. – *Soula, C.,* Analyse physiologique du mouvement volontaire; Presse médicale *59*, 1173 f. (1951). – *Bouisset, S., R. Huron, L. Lauru* et *L.-C. Soula,* Note sur le mouvement volontaire, J. physiol. *45*, 597–601 (1953). – *Lauru, L.,* Introduction de la mesure dans l'étude et la simplification des mouvements. Travail et méthodes, déc. 1953 et janv. 1954. – *Soula, C.,* Les normes du travail humain. Presse médicale *62*, 261 f. (1954).

Alle unter Ziff. (6) angeführten Arbeiten sind uns erst am 17. März 1954, anläßlich eines von W. Schweingruber am Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie an der ETH Zürich gehaltenen Referates oder später bekannt geworden. Die Herren L. Lauru und C. Soula hatten die Freundlichkeit, dem einen von uns (C.) die in Paris entwickelten «Plattformen» und Meßgeräte am 6. Mai 1954 zu demonstrieren. Diese von uns völlig unabhängig gebauten Geräte arbeiten nach anderen Prinzipien als die von uns beschriebenen und enthalten nur proportionale Vergrößerungssysteme und keine elektronischen Rechengeräte.

7. Bernard Glasson (Nyon). – *L'activité cholinestérasique dans la médication anti-épileptique*[1].

8. Udo Pfändler (La Chaux-de-Fonds). – *La génétique de la cystinose (maladie cystinique) et ses corrélations avec la cystinurie et l'aminoacidurie.* – Paraîtra in extenso dans les «Annales paediatrici».

---

[1] Erscheint in extenso in der «Schweiz. Med. Wochenschrift».

12. Section d'histoire de la médecine et des sciences naturelles

Séance de la Société suisse d'histoire de la médecine et des sciences naturelles

Dimanche le 25 septembre 1955

Président: Prof. Dr. W.-H. SCHOPFER (Bern)
Secrétaire: Dr. H. BUESS (Basel)

1. CHARLES LICHTENTHAELER (Leysin). – *Le troisième livre des Epidémies d'«Hippocrate» vient-il vraiment après le premier? N'a-t-on pas été plutôt la victime d'un chiffre?*

Dans la constitution épidémique du troisième livre des Epidémies, nous lisons (III 87 L.): «chez beaucoup, la maladie elle-même se jetait sur cela (soit sur les entrailles): «*πολλοῖσι μὲν αὐτὸ τὸ νούσημα ἐς τοῦτο κατέσκηψεν*». (J'ai corrigé la traduction de Littré.)

Or, qu'est-ce à dire, sinon que nous sommes ici devant une sorte de séquelle de la médecine archaïque, où la maladie était encore un «être» à part, qui venait s'emparer des malades, s'abattre sur eux? Rien de moins hippocratique, en tout cas, que pareille conception! Cet archaïsme, joint à deux autres, moins frappants, m'a conduit à penser que Epid. III est un écrit ancien, plus ancien, en dépit du chiffre qui le désigne, que Epid. I.

Cette hypothèse se laisse corroborer:

1. par le fait que la doctrine proprement hippocratique de III est aussi moins évoluée que celle de I; on peut le démontrer tant par des preuves générales, tirées de la météorologie, de la météoropathologie et de la clinique, que par des preuves de détail;

2. par le fait que III est un écrit très voisin de I. Plusieurs passages de III se retrouvent dans I; il y a dans I des réflexions qui semblent faire allusion à d'autres passages de III, y renvoyer le lecteur; enfin, il existe dans I des textes qui peuvent être considérés comme des développements de certaines idées de III.

Tous ces arguments nous invitent à conclure que la tradition a eu raison d'attribuer ces deux écrits au même auteur, mais qu'en revanche elle s'est trompée dans leur classification: au lieu de III, il eût fallu mettre I, et au lieu de I, II. (N. B. La numérotation traditionnelle, de I à VII, des livres d'Epidémies hippocratiques provient peut-être unique-

ment de l'ordre d'arrivée de ces livres dans la bibliothèque d'Alexandrie; les explications les plus simples sont parfois les meilleures.)

D'ailleurs, la constitution épidémique de III forme un texte indépendant, rédigé avec le plus grand soin, quoi qu'on ait dit.

Cette recherche n'est pas gratuite, car elle nous aide à imaginer comment un périodeute hippocratique, à la fois empirique et dogmatique, qui est peut-être le Maître de Cos lui-même, progressait au contact de la réalité clinique quotidienne. (17.1.1955–3.5.1955.)

2. H. Buess et F. Hasler (Bâle). – *Jean Bauhin (1541–1613), un médecin célèbre de Montbéliard.*

L'exposé qui forme un bilan intermédiaire après des recherches antérieures donne dans l'introduction le raisonnement pour lequel ce médecin et botaniste était élu pour une conférence à Porrentruy: c'est l'intérêt local pour l'Ajoie qui à travers la frontière formait dans les siècles passés une entité culturelle avec Montbéliard, ce qui est illustré par quelques exemples.

La personnalité et l'époque de Bauhin, sa famille d'origine française, réfugiée huguenote à Bâle, sa première activité médicale à Lyon et à Genève et puis sa vocation à la cour de Montbéliard sont traités très sommairement dans la première partie.

La position de Bauhin comme médecin privé de Frédéric Ier de Wurtemberg à Montbéliard était bien variée selon les documents partiellement déjà publiés par Duvernoy (1835), Wickersheimer, etc. Le plus intéressant du point de vue du médecin c'est le règlement établi par lui-même pour les professions médicales en 1575 et puis ses rapports sur des malades qui souffraient de morsures de loups enragés. Des notes marginales du prince révèlent vivement le caractère de son médecin.

La troisième partie envisage spécialement le mérite de Bauhin pour la balnéologie du XVIe siècle qui ressort de sa grande monographie sur les sources de Boll (Souabe) et son œuvre principale: Historia plantarum universalis, a paru seulement en 1650 à Yverdon. C'est Albert de Haller qui estimait beaucoup ce travail de son précurseur. Comme chez d'autres botanistes on devrait avoir l'assistance d'experts modernes pour apprécier pleinement la richesse de cette immense collection du médecin bâlois.

3. M. H. Koelbing (Basel). – *Beitrag zur Geschichte der Ophthalmologie in der Schweiz im 16./17. Jahrhundert: Felix Platters Anatomie des Auges und Lehre vom Sehen.*

Der wichtigste theoretische Beitrag, den ein Schweizer Gelehrter im 16./17. Jahrhundert zur Entwicklung der Ophthalmologie geleistet hat, findet sich in dem anatomischen Lehrbuch des Basler Stadtarztes und Professors der praktischen Medizin Felix Platter (1536–1614), «De humani corporis structura et usu», Basel 1583. Wir finden hier die erste bildliche Darstellung der Anatomie des Augapfels, welche *Form und Lage der Linse* richtig wiedergibt. Noch Vesal hatte, wie die arabischen Augen-

ärzte, den «Kristall» in das Zentrum des Auges gesetzt und mit gleich stark gekrümmter Vorder- und Rückfläche abgebildet. Die anatomische Auffassung von der zentralen Lage der Linse entsprach der physiologischen Lehre, daß der «Kristall» das Hauptorgan der Gesichtssinnes sei (Galen): Hier sollte die Vereinigung der von außen kommenden Bilder mit dem vom Gehirn durch den Sehnerven herabfließenden Sehgeiste stattfinden.

Platter hat sich nicht mit der Korrektur des anatomischen Bildes (stärkere Krümmung der Linsenhinterfläche gegenüber der Vorderfläche, Sitz der Linse vor dem Mittelpunkt des Augapfels, gerade hinter der Pupille) begnügt. Aus den anatomischen Gegebenheiten hat er vielmehr den richtigen, physiologischen Schluß gezogen, daß *die Linse ein bloßes optisches Werkzeug* (perspicillum = Sehglas, Brillenglas) sei, welches das Bild der Außenwelt auf *der Netzhaut, dem eigentlichen Aufnahmeorgan des Auges*, zur Abbildung bringe. Die Netzhaut wird als Fortsetzung des Sehnerven beschrieben, «sie ist der Hirnsubstanz verwandt, in die sie mittels des Sehnerven übergeht». Platter war also der erste, der Bau und Funktion des Auges in ihrer wirklichen Übereinstimmung richtig verstanden hat – eines der schönsten Ergebnisse vesalianischer Anatomie. Was aber bei Platter streng genommen nur Hypothese ist, hat Johannes Kepler durch seine physikalisch-mathematische Bearbeitung der Dioptrik des Auges (1604) zur Gewißheit erhoben, und der experimentelle Nachweis des umgekehrten Netzhautbildchens an einem isolierten Tierauge hat sich in der Folge, als Schlußstein der neuen Lehre, sozusagen von selber ergeben.

4. Emil Walter (Zürich). – *Historische Wurzeln des schweizerischen Nationalcharakters (ein Versuch anhand der Geschichte von Wissenschaft und Technik).*

Auf Grund einer kurzen Skizze der wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Entwicklung der Alten Eidgenossenschaft wird der oft als «bäuerlich und kommerziell» bezeichnete Nationalcharakter der Bewohner der deutschen Schweiz mit der Sozialstruktur der Alten Eidgenossenschaft vor 1798 in kausalen Zusammenhang gebracht.

5. Hubert Erhard (Adelholzen). – *Biologie bei Herder und Goethe.*

Die Gespräche zwischen Herder und Goethe 1771–88 sind nicht erhalten. Aus den Werken und Briefen beider ergibt sich, daß Herder in Naturphilosophie (Spinoza) und Biologie vielfach Goethe im Gespräch als der Führende angeregt hat. Die französischen Anatomen, der Holländer Camper, der Tiergeograph Zimmermann und Linnés «Philosophia botanica» bilden den Ausgangspunkt in Biologie. Für Herder und später Goethe ist der Kern der Erde Granit, Herder neigt mehr zum Vulkanismus, Goethe ist Neptunist. Beide glauben an Urzeugung aus «Wassererde», Goethe macht 1786 und 1832 Experimente, die dies beweisen sollten. Erst Herder, dann Goethe nehmen an, alle Organismen gingen auf

einen einzigen Urtyp zurück – Goethe erweitert den Gedanken zum «Urphänomen» in der Natur. Herder: Eine «Bildungskraft» forme «aus geistigen und körperlichen staminibus» erst Wasser, Luft, Feuer, Erde, aus diesen erst niedere, dann höhere Pflanzen, dann Tiere, endlich den Menschen, «das feine Mittelgeschöpf unter den Erdentieren». 1772 stellt Herder, später Goethe, das Gesetz des inneren Bildungstriebs und der äußeren Modifikation auf. Für beide geht der Bildungstrieb über das Bedürfnis hinaus, wodurch es zu einer Höherentwicklung der Lebewesen, die im Menschen gipfle, komme. Goethe entdeckt, vom Gesetz der Kontinuität (Leibniz) ausgehend, den Zwischenkieferknochen beim Menschen, stellt das Gesetz der Korrelation und später der Kompensation der Organe erstmals auf. Goethe hat Säugetierskelette aufrecht montieren lassen, Herder sucht eingehend zu begründen, daß alle Abweichungen des Menschenschädels vom Tierschädel auf den aufrechten Gang zurückgehen. Beide erkennen den hohen Erkenntniswert der Vergleichenden Anatomie an, Goethe arbeitet 1781 an der Anatomie in Jena, prägt 1790 das Wort «Morphologie» in der heute noch gültigen «Lehre von der Gestalt»: Am gleichen Ort liegende Organe seien ihrem Ursprung nach gleichartig (homolog), selbst wenn ihre Funktionen verschieden sind. Herder nimmt die monophyletische Abstammung des Menschen an. Klima und Umwelt wandle Mensch und Tier nur rassisch ab. Erst nach dem Bruch zwischen Herder und Goethe stellt Goethe die «Wirbeltheorie des Schädels» auf.

6. J. O. Fleckenstein (Basel). – *Astronomiegeschichtliche Bemerkungen zum Kultus der Mondgöttin Artemis.*

Seit Bachofen u. a. gilt es als ausgemacht, daß der Mond ein matriarchales Symbol ist. Roscher unterscheidet in der griechischen Mythologie sogar drei Typen von Mondheroinen: den Selene-, den Hekate- und den Artemistyp. Diese Auffassung stößt aber auf die fundamentale Schwierigkeit, daß in dem der griechisch-kleinasiatischen Göttermythologie zugrunde liegenden babylonischen Astralkult der Mond (Šin) stets maskulin ist. Der einzig weibliche Planet – mit ausgeprägt androgynen Merkmalen – ist Venus-Ištar. Ištar (Astarte) durchläuft dabei die ganze weibliche Skala von der fürsorgenden Madonna über die walkürenhafte Virago bis zur buhlerischen Hure. St. Augustinus bemerkt bei der Beschreibung des Astartekultus (Civitas Dei, VII, 15), daß die Astrologen «Venerem esse etiam Lunam volunt». In der Tat zeigt auch die Venus in ihren Phasen Sichelform, was in Mesopotamien mit bloßem Auge sichtbar gewesen sein muß, wie die keilschriftlichen Adjektiva einer «gehörnten» Venus verraten. Die Griechen haben vielleicht davon nichts mehr gewußt; das Mittelalter hat dieses Faktum ganz vergessen, so daß Galilei die Venussichelphasen – neben den Jupitersatelliten – 1610 als neue Entdeckung seines ersten Fernrohrs feiern konnte.

Wir behaupten nun, daß die berühmte Mondsichel auf dem Haupte der Artemis gar keine Mondsichel, sondern eine Venussichel ist. – Eine

gewisse Höhe primitiver Astronomie ist nötig, um die Identität des Abend- mit dem Morgenstern zu erkennen. Diese Stufe mag die babylonische Astronomie um −2000 erklommen haben. Während aber der Abendstern nach Sonnenuntergang erst in seinem ganzen blauweißen Licht erstrahlt, verschwindet der Morgenstern in der Dämmerung am Horizont gerötet im Strahlenglanz der aufgehenden Sonne, so daß er lange für den Planeten Mars gehalten werden konnte, der freilich viel seltener als der innere Planet Venus Morgenstern sein kann. Nach der Feststellung der Identität mit Venus behielt aber der Morgenstern die Attribute des Mars bei; und damit wurde Venus zu dem berühmten androgynen Wesen, welches als weiblicher Ištar des Abendsterns (DIL. BAT SIN. NI. ŠA. AT) den venerischen Pol der hingabebereiten Liebesgöttin und als männlicher Ištar des Morgensterns (DIL. BAT ZI. KA. RAT) den martialischen Pol der männermordenden Schlachtenjungfrau verkörpert. Und damit erscheinen auch die sonst ganz unverständlichen Kulte einer männlichen Aphrodite auf Kypros (und sogar in Athen!) in ihrem wahren astral-mythologischen Licht.

Der androgyne polare Doppelcharakter der Venus-Ištar kann keilschriftlich durch den berühmten Text K 160+K 2321+K 3032 aus der Bibliothek des Assurbanipal in Ninive (Kuyunjik) belegt werden. Bekanntlich lassen die Ideogramme substantivische, adjektivische oder verbale Lesarten zu. Kein Geringerer als Schiaparelli, dem das Verdienst gebührt, als erster nicht nur festgestellt zu haben, daß die nur in Bruchstücken existierenden Tafeln K 2321 und K 3032 mit K 160 eine Einheit bilden und daß diese Texte zudem vollständige Tabellen von Beobachtungen und Berechnungen der Sichtbarkeit der Venus als Morgen- resp. Abendstern mit ihren heliakischen Auf- und Untergängen darstellen, liest den babylonischen Namen für Venus NIN. DAR. AN. NA substantivisch und führt ihn als zweites Synonym für Venus ein, die sonst immer DIL. BAT heißt. Nun bedeutet aber NIN. DAR stets den Mars. Darum haben die ersten Bearbeiter des Textes K 160 Bosanquet und Sayce NIN. DAR. AN. NA adjektivisch als «Lady of defence of heavens» gelesen; Kugler, S. J., der später Schiaparellis Rekonstruktion zur Fixierung der ersten babylonischen Dynastie (Ammizaduga) um —1900 benutzte und damit erstmals sicheren Boden für die gesamte altbabylonische Chronologie gewann, liest ebenfalls adjektivisch als «Herrin der Buntfarbigkeit des Himmels». Wir sehen aber keinen Grund, die Lesart Schiaparellis abzulehnen, und betrachten vielmehr diese als ein Indiz dafür, daß den sumerischen Astrologen um —2000 die beiden Synonyme für Venus noch durchaus geläufig waren. In der sumerischen Mythologie bildet Ištar noch eine Einheit der polaren Gegensätze. Die kleinasiatischen Erben jener haben sie in verschiedene Einzelgötter aufgespalten, die sich sogar gegenseitig bekämpfen können, wie das olympische Paar Athene-Kypris in Hellas, oder das mehr erdhafte Paar Artemis-Hekate in Ionien. Entsprechend Athen der Athene, so waren die Städte Ioniens der Artemis geweiht. Hinter ihrer Mondsichel versteckt sich aber das Symbol für Venus-Ištar, die freilich eine Patronin des Matriarchats ab-

geben kann, nicht aber der Mondgott der altorientalischen Kulturen. Die sagenhaften und wohl nur in der Phantasie existierenden Amazonen, die manchmal als Heroinen die Artemis begleiten, haben bezeichnenderweise alle ihre Heimat in Kleinasien.

Und darum stellt wohl schon die frühchristliche Kunst die Madonna auf dem subalternen Mond, und nicht etwa auf dem Weltzentrum Erde oder auf der Sonne stehend, dar. Wenn St. Augustinus in für die Spätantike typischem Mißverstehen naiver, paganer Fruchtbarkeitsritualien die Exzesse des Astartekultus der «Virgo caelestis» beklagt (Civitas Dei II, 4), so hat darum die keineswegs naive, sondern höchst raffinierte, christianisierte, spätheidnische Kunst von Byzanz der Ištar nicht die Mondsichel, sondern die Venussichel vom Haupte gerissen und sie der christlichen Madonna zu Füßen gelegt.

7. W.-H. SCHOPFER (Berne). – *La publication récente des lettres (1673–1684) d'Antoni van Leeuwenhoek.*

A. van Leeuwenhoek (1632–1723) est l'un des micrographes les plus importants du XVIIe siècle. A l'aide de microscopes simples qu'il construisait lui-même, il fit un nombre considérable d'observations originales dans les domaines les plus divers de la biologie. Son unique préoccupation était d'observer, de décrire, voire d'expérimenter. Les considérations théoriques lui étaient étrangères.

Ses découvertes les plus importantes sont, sans conteste, celles relatives aux Bactéries (1676) et aux Protozoaires (1674) qu'il a été le premier à voir, à décrire, à figurer.

Van Leeuwenhoek a enrichi la biologie de beaucoup d'observations nouvelles; ce n'est pas son seul mérite. En découvrant les unicellulaires il a ouvert un monde nouveau qui ne devint familier que deux siècles plus tard, dès l'ère pastorienne. Il a implicitement introduit en biologie, la notion d'infiniment petit et a préparé les esprits à opérer avec la notion de particule élémentaire dont on sait combien elle a été féconde dans l'analyse de la structure de la matière vivante.

Pourtant on a de la peine à embrasser d'un regard cette œuvre aussi considérable que disparate et, très souvent, il faut se contenter de citations de seconde main.

Van Leeuwenhoek relatait ses découvertes dans des lettres en néerlandais, souvent accompagnées de dessins, adressées la plupart à la Royal Society de Londres. Ces lettres ont été l'objet de publications partielles du vivant de L. dont la première, en néerlandais, est de 1684, mais ne contient que deux lettres. Il existe un certain nombre d'éditions latines partielles; la plus connue, «Arcana Naturae Detecta» est de 1695 et a eu quatre éditions. Une édition complète en néerlandais («Brieven») comprenant quatre volumes a paru de 1685 à 1718. Son équivalent latin «Opera omnia seu Arcana Naturae. . .» a été publié en 1722[1]. Ces ouvrages

[1] Clifford Dobell, Antoni van Leeuwenhoek and his «Little Animals». N. V. Swets & Zeitlinger, Amsterdam 1932, 435 pp. (contient la liste de toutes les éditions néerlandaises, latines, des écrits de A. van Leeuwenhoek).

sont difficilement accessibles. Aussi est-on heureux de disposer d'une édition moderne critique, revue et commentée, due à l'initiative d'un comité néerlandais. Chaque lettre, précédée d'un texte relatant son histoire, est publiée en néerlandais et accompagnée d'une traduction anglaise; les dessins originaux y figurent; des illustrations modernes y sont jointes, destinées à faciliter la compréhension des objets décrits par l'auteur[1].

Les quatre premiers volumes (de 1939 à 1952) contiennent 81 lettres, écrites de 1673 à 1684. Cette édition est bienvenue; elle dispense le lecteur et l'historien de longues recherches et lui fournit un instrument de travail de premier ordre, bien propre à mettre en évidence l'importance de van Leeuwenhoek.

---

[1] Alle de Brieven van Antoni van Leeuwenhoek. – The collected Letters of Antoni van Leeuwenhoek. – Edited illustrated and annotated by a Committee of Dutch scientists. Vol. I, 1939. Lettres 1 à 21. Vol. II, 1941. Lettres 22 à 42. Vol. III, 1948. Lettres 43 à 69. Vol. IV, 1952. Lettres 70 à 81.

13. Section de géographie et cartographie

Séance de la Fédération des sociétés suisses de géographie

Dimanche le 25 septembre 1955

Président: Dr Jean Liniger (Neuchâtel)
Secrétaire: Prof. Dr J.-P. Portmann (Neuchâtel)

1. Charles Burky (Genève). – *La Commune (étude géo-humaine).*

2. Aldo Dami (Genève). – *Le Congrès des minorités à Cardiff 1955.*

3. Jean Juge (Genève). – *Les difficultés rencontrées par les cartographes dans l'Himalaya.*

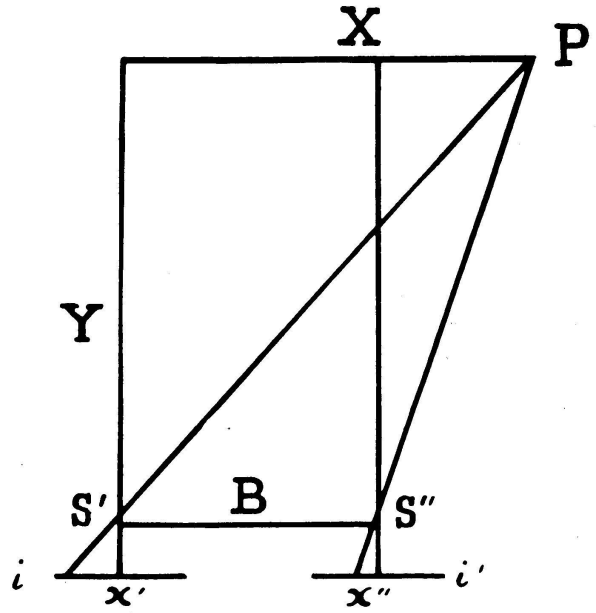
Lors de l'expédition suisse au Gaurisankar, en 1954, j'étais chargé de faire des relevés de cette région dont la carte actuelle (faite à l'échelle ¼ inch en 1926) présente des erreurs et des lacunes, car il s'agit d'un territoire où la frontière entre le Népal et le Thibet est mal fixée. Les difficultés que j'ai rencontrées sont celles de quiconque est chargé d'un travail scientifique dans une expédition sportive.

1. Les observations ne doivent retarder la progression de la caravane ni par le transport de bagages lourds ni par des haltes prolongées ou des détours.
2. Le matériel est soumis à rude épreuve par des coolies peu soigneux cheminant sur des pistes accidentées.
3. La nébulosité et les pluies torrentielles de la mousson rendent le travail difficile, parfois impossible, et détériorent les documents.
4. En automne, le vent souffle continuellement à des vitesses de l'ordre de 100 km/h dès l'altitude de 6000 m environ et la température descend fréquemment à —30 degrés.
5. Au-delà de 6500 m, les conditions inhumaines de vie entraînent une perte de l'affectivité. L'instinct de conservation devient prépondérant et il faut une volonté très forte pour accomplir une tâche scientifique.
6. L'enchevêtrement et le nombre élevé des montagnes rendent l'orientation difficile et les indications d'explorateurs précédents sont parfois fantaisistes. (Shipton en 1951/1952 fixe l'altitude du Menlungla à 6100 m. Nos mesures donnaient 5700 m.)

Il n'est donc pas possible (voir points 1 à 5) de faire de la triangulation. Nous avons choisi la stéréophotogrammétrie. Notre matériel se composait d'un photothéodolite, d'une boussole, d'un décamètre à ruban d'acier et d'un altimètre corrigé.

D'un col à 3900 m au SW de Béding, dans la vallée de la Rolwaling Kola, nous avons fait un panorama complet et précis à partir de chaque extrémité d'une base, mesurée soigneusement, de 105 m de longueur. Un travail analogue fut fait près du lac Gaurisankar, à 4900 m, avec une base de 400 m. Cette dernière région était en grande partie inconnue.

La restitution se fait point par point, selon la méthode suivante:



$$\frac{X}{x'} = \frac{Y}{f}$$

$$\frac{X-B}{x''} = \frac{Y}{f}$$

d'où $X = x' \frac{Y}{f}$

et $Y = B \cdot \frac{f}{x' - x''}$

X et Y coordonnées du point P.
B = base
S' et S'', points d'où sont pris les panoramas
f = distance focale de l'appareil
i et i' = images obtenues
$x'—x''$ = (parallaxe stéréoscopique de P) est mesurée avec une grande précision sur les photos au moyen d'un stéréocompensateur.

Lacunes: Il y a des angles morts entre les plans successifs et de part et d'autre de la direction de la base.

4. Georges Lobsiger (Genève). – *Quelques conséquences ethnologiques et historiques de la topographie sud-américaine.*

La frontière naturelle qui sépara l'empire inca des peuples amazoniens délimita deux genres de vie opposés, déterminés par l'orographie, le réseau hydrographique, les climats et la couverture végétale. L'immensité des terres amazoniennes permit la vie en ordre dispersé et la précarité des ressources vivrières obligea l'Indien silvicole à nomadiser dans

un territoire correspondant à son cycle alimentaire, sous le régime des *relations de parenté*, impliquant le conservatisme. Au contraire, la rareté des terres habitables et utilisables des plateaux andins et de la côte du Pacifique obligea les hommes à se grouper dans des cantons restreints, urbanisés, exploités intensivement, sous le régime des *relations de voisinage*, impliquant une possibilité de progrès.

Au nomadisme amazonien (circum-caraïbe, forestier ou marginal) s'oppose la sédentarité andine, caractérisée par l'agriculture et l'artisanat. La chasse, la pêche et la cueillette, avec quelquefois une petite agriculture sont les activités essentielles du silvicole. Le fait géographique définit donc deux formes de vie, quoique anthropologiquement, l'Indien civilisé soit peu différent de l'Indien nomade.

La méconnaissance de l'ethnologie et de ses bases géographiques est perceptible dans l'interprétation philosophique des faits culturels en présence. La vie simple et paradisiaque des silvicoles, leur beauté physique, l'absence de contrainte sociale, firent croire à la survivance de l'âge d'or et les descriptions de plus en plus tendancieuses allaient, du XVIe au XVIIIe siècle, créer un type de *bon sauvage*, définitivement mis au point par J.-J. Rousseau, libre de sujétion envers rois et lois, prototype du révolutionnaire idéal.

Au contraire, l'organisation des villes indiennes des plateaux et de la côte du Pacifique, en damier, avec une bureaucratie et une édilité com pétentes, enthousiasmèrent les politiques, héritiers de la pensée platonicienne. Dès ce moment les utopistes auront toujours sous les yeux les villes indiennes et leur planisme.

L'influence, indirecte il est vrai, de la géographie sur le mouvement des idées, est réelle en Amérique du Sud et la même étude peut être faite en Amérique centrale ou septentrionale.

5. J.-F. Rouiller (Genève). – *Les Alpes et les tunnels routiers.* (Résumé.)

La barrière alpine, qui s'étend sur plus de 1000 kilomètres de long entre le golfe de Gênes et la plaine danubienne, oppose sur presque toute sa longueur, pendant plusieurs mois de l'année, un obstacle infranchissable aux communications routières.

En dehors de quelques passages privilégiés (Brenner, Mont-Genèvre, Julier et Maloja), le véhicule routier n'a d'autre ressource pour passer d'un versant à l'autre des Alpes, en hiver, que de les contourner par la vallée du Rhône et la Côte d'Azur, ou de se confier – avec tout ce que cela représente de frais et de perte de temps – aux soins du chemin de fer, aux rares endroits où cela est possible.

La création de tunnels routiers apparaît comme la seule solution satisfaisante.

Dans ces derniers temps, pas moins de seize emplacements ont été proposés pour le passage d'une route souterraine dans la partie centrale des Alpes.

Ces projets de tunnels affectent des formes bien différentes, qui vont de la galerie ferro-routière, où les véhicules automobiles seraient transportés sur des wagons, à la galerie routière proprement dite, où ils conserveraient leur pleine liberté d'action.

Grandes différences également sous le rapport de l'altitude et de la longueur du souterrain, l'une étant d'ailleurs fonction de l'autre.

De tous ces projets, bien peu ont fait l'objet d'études techniques et financières approfondies, et moins encore d'un contrôle officiel. La plupart d'entre eux n'ont pas dépassé le stade des vœux pies.

Un seul – celui du Mont-Blanc – est actuellement sur le point d'être réalisé. A la suite de négociations engagées dès 1947 et de l'accord de principe intervenu à Rome en 1949 entre les représentants gouvernementaux de la France, de l'Italie et, pour la Suisse, du canton et de la ville de Genève, une convention internationale portant exécution de ce tunnel a été signée en mars 1953 à Paris. Approuvée par les pouvoirs publics d'Italie, elle doit être soumise prochainement à la ratification du Parlement français.

On prévoit la construction d'un souterrain de 11,9 km de longueur reliant Chamonix, dans la vallée de l'Arve (entrée à 1203 m d'altitude), à Entrèves, au val d'Aoste (altitude 1380 m).

En matière d'éclairage, aération, contrôle de la sécurité, la galerie bénéficiera des derniers perfectionnements, sur la base des expériences faites dans les tunnels routiers urbains existants. Les travaux de forage qui, vu les conditions satisfaisantes au point de vue géologique, seront menés à une cadence que l'on estime à 12 m par jour, en moyenne, sur chaque front d'attaque, demanderont au maximum trois ans.

Il va sans dire que la percée du Mont-Blanc, si elle se réalise – et c'est fort souhaitable – ne prétendra nullement résoudre d'une façon exclusive le problème du franchissement des Alpes. Il y aura place pour d'autres tunnels routiers encore le long de cette immense muraille qui coupe en deux l'Europe.

Beaucoup plus que leur aménagement, qui n'est pas pour effrayer les techniciens, le choix de l'emplacement de ces tunnels va constituer la principale pierre d'achoppement.

Seule une étude comparative des diverses solutions en présence permettra de trancher la question et, tout en déterminant les caractéristiques les plus favorables de chaque percée, de concilier au mieux des intérêts fort divergents.

Il s'agira en particulier de décider si l'on entend profiter des conditions topographiques particulièrement favorables qu'offrent certains passages à une altitude déterminée ou si, au contraire, des nécessités économiques justifient l'accroissement de dépenses qu'entraînerait le choix de parcours souterrains plus longs, compte tenu de la part d'incertitude qui réside dans tout devis concernant de semblables travaux du fait des variations de qualité des roches internes, des infiltrations d'eau et de la température.

A cet effet s'impose une analyse minutieuse des caractères économiques de la zone d'alimentation en trafic propre à chaque percée; zone matérialisée par l'ensemble des points pour lesquels le tracé envisagé offre le plus court chemin à destination de l'autre versant des Alpes.

Il y aurait lieu, en outre, de se préoccuper du sort des autres voies de communication, en particulier du chemin de fer, et de déterminer le plus ou moins grand préjudice que pourrait causer à ce dernier la création de voies nouvelles.

De cette appréciation pourrait dépendre la possibilité de doubler certaines galeries ferroviaires d'une galerie routière; solution qui présenterait l'avantage considérable d'une connaissance parfaite de la géologie de ces secteurs alpestres, mais offrirait l'inconvénient de canaliser tout le trafic alpestre sur un trop petit nombre de passages et d'aggraver encore l'isolement de régions jusqu'ici défavorisées en matière de communications.

De toute manière, une coordination des diverses actions entreprises, aussi bien par les groupements privés que par les services publics, s'avère indispensable. Et cela non seulement sur le plan national, mais aussi international, puisque l'ouverture de nouvelles artères, même entièrement comprises dans le territoire d'un seul Etat, ne saurait laisser indifférentes les nations voisines.

Une première expérience de ce genre a été tentée en ce qui concerne le percement du Mont-Blanc, œuvre commune de deux grandes puissances avec la collaboration d'un canton suisse et l'entremise de la Confédération. D'ores et déjà, cette expérience paraît avoir porté ses fruits.

Pourquoi une telle coopération internationale ne se poursuivrait-elle pas jusqu'à la réalisation d'un programme complet de modernisation de nos chaussées alpestres ?

6. Charles Burky (Genève). – *La Suisse et la révolution atomique.*

7. Werner Kündig (Zürich und Bandung, Indonesien). – *Der internationale DIACOLOR-ATLAS (große Sammlung angewandter Karten im Farbdiapositiv).*

Die im Oktober 1955 als selbständiges Verlagsunternehmen zeichnende *Diacolor-AG*, St. Gallen, verdient die besondere Beachtung der Natur- und Geistewissenschafter. Das ganz auf privater Basis aufgebaute Werk geht von der Tatsache aus, daß die Mehrzahl der Menschen ihr Wissen visuell aufnehmen. «Diacolor» ist ein umfassendes Kartenwerk in farbigen Diapositiven, das nur im Team-work (Wissenschafter-Kartograph-Graphiker-Farbphotograph) möglich ist.

Wie in einigen bereits vorliegenden Beispielen gezeigt wurde, handelt es sich um einen Atlas, der in sehr einprägsamer Farb- und Formgestaltung ein möglichst anschauliches, wissenschaftlich zuverlässiges Weltbild vermittelt. Dabei werden vor allem die natur- und kulturgeographischen Erscheinungen – die gegenwärtigen und die vergangenen – aufgezeigt.

Das Programm des Diacolor ist außergewöhnlich reichhaltig. Man rechnet mit einem Gesamtumfang von gegen 4000 Karten. Zunächst wird nur eine erste Serie mit 60 Dias erarbeitet, um vor allem Erfahrungen im graphisch-photographischen Sektor zu sammeln. Gegenwärtig werden nur sog. Erdkarten erstellt, später auch Kartenbilder der Kontinente und Großräume, hernach von Einzelländern und besondern Teilgebieten. Es sind für die «Erde» mit total 423 Kartenbildern folgende Sachgebiete vorgesehen (Anzahl der Karten in Klammern):

Das Weltbild im Wandel der Zeiten (26), Entdeckungsgeschichte (7), Relief (3), Geologie (3), Paläogeographie (11), Klimatologie (18), Paläoklimatologie (5), Vegetationskunde (13), Tierreiche (10), Böden (1), Natürliche Großlandschaften (1), Bevölkerung (32), Die Städte (4), Wirtschafts- und Kulturentfaltung (7), Kulturbereiche (10), Völker und Sprachen (4), Rassen (2), Religionen (6), Ur-, Vor- und Frühgeschichte (12), Wirtschaftsformen und Kulturlandschaft (6), Entstehung der Wirtschaft (14), Historische Wirtschaftskarten (4), Die Agrarprodukte der Erde (Verbreitungsgrenzen und Erzeugung) (44), Viehbestände (8), Waldnutzung (4), Fischfang (3), Bergbau (9), Bergbauproduktion (geförderte Erze mit Metallinhalt) (24), Industrie (52), Berufsstruktur und Volkseinkommen (6), Verkehr (17), Handel (7), Geomedizin (5), Geschichte (historisch-politische Aufteilung) (27), Sonderkarten und Diagramme (18). Dieses Programm findet später auf die Kontinente und Einzelländer eine sinngemäße Anwendung.

Als Redaktoren zeichnen der Historiker Prof. Beck, Zürich, der Geobotaniker Prof. E. Schmid, Zürich, die Geographen Prof. Bobek, Wien, und Prof. Wilhelmy, Stuttgart, sowie der Wirtschaftswissenschafter Prof. H. Groß, Kiel. Der Referent übernahm die Aufgaben eines Redaktionssekretärs.

Zusammenfassend darf erwähnt werden, daß das Diacolor-Atlaswerk eine vieljährige Aufgabe sein wird, wovon alle Schulstufen profitieren. Es veraltet nie, weil es laufend ergänzt werden kann. Auch ist es unbeschränkt kombinationsfähig und gestattet daher eine restlos individuelle Anwendung der Dias in Unterricht und Wissenschaft. Vor allem aber überwindet es die Nachteile der inhaltlichen Überladung durch sinnvolle Aufgliederung des Stoffes. Es wird dem Lernenden bisher unlesbare, verworrene Kartenbilder zugänglich machen.

Für jede Karte wird ein zwei- bis dreiseitiger, erklärender Text mit Quellennachweis aufbereitet und zum Farbdia mitgeliefert. Namhafte Wissenschafter haben sich zur Mitarbeit bereit erklärt, zumal der Diacolor-Atlas nicht nur eine deutsche, sondern auch eine englische, französische und evtl. spanische Ausgabe erhalten soll. Dadurch wird zugleich unterstrichen, daß das Werk von einem internationalen Mitarbeiterstab getragen werden muß. – Es ist somit ein Werk, das durchaus den Thesen der UNESCO entspricht. Allein schon aus diesem Grunde verdient es die volle Unterstützung aller Forscher und Unterrichtsbehörden, die Wert auf einen klaren Inhalt *und* auf eine formschöne Gestaltung legen.

8. Otmar Widmer (St. Gallen). – *Geographie und Hausforschung in Deutschland.*

Einblick in die Tätigkeit auf diesen beiden Gebieten in unserem Nachbarland boten: der 30. Deutsche Geographentag Hamburg 1955 (1. bis 5. August) und die 6. Jahrestagung des «Arbeitskreises für deutsche Hausforschung», veranstaltet in Verbindung mit dem «Volkskunde-Kongreß» (10. Deutscher Volkskundetag) in der Stadt Schleswig (3. bis 6. August). – Der *Geographentag* ist erstmals 1881 durchgeführt worden, nach dem Kriege nunmehr wieder 1948 in München, 1951 in Frankfurt a. M., 1953 in Essen; diesmal fand er, ebenso wie 1885 der fünfte, in Hamburg statt. Er war vorbereitet durch den Ortsausschuß unter dem Rektor der Universität, Prof. Kolb, geleitet von Prof. Kraus, Köln, Vorsitzender des «Zentralverbandes deutscher Geographen» und zugleich des «Verbandes deutscher Hochschullehrer der Geographie», mitveranstaltet von dem «Verband deutscher Schulgeographen», dem «Verband deutscher Berufsgeographen», dem «Zentralausschuß für deutsche Landeskunde» und den Geographischen Gesellschaften. Es fanden sich ein 1200 Teilnehmer, davon 150 aus der Ostzone, 46 Referenten, sowie Delegierte einzelner Länder, wie Schweiz, Österreich, Belgien, Holland, England, Schweden, Finnland, USA. – Das Leitthema «Das geographische Weltbild der Gegenwart» zeigte deutlich die nach Kriegsende allmählich wieder eingetretene Ausweitung des Arbeitsbereiches, nachdem sich den deutschen Forschern die Welt wieder geöffnet hatte, wovon in reichem Maße Gebrauch gemacht wurde, zumal in Ländern, wo günstige Aufnahme zu erwarten war. Dies kündeten die Vorträge, in welchen die führenden Fachvertreter von hoher Warte aus nach neuen Methoden gewonnenen Überblick über die jüngste Entwicklung dieser Länder boten: Zentralmexiko (Prof. Troll, Bonn), Mittelamerika (Termer, Hamburg), Brasilien (Pfeifer, Heidelberg), Argentinien (Czajka, Göttingen), Äthiopien (Büdel, Würzburg), Türkei (Louis, München), Afghanistan (Rathjens, München), Südostasien (Kolb, Hamburg), Südafrika (Kayser, Köln) und Peru (Kinzl, Innsbruck). In Kurzreferaten berichtete der heranreifende Nachwuchs über minutiöse Detailforschungen auf Expeditionen im Himalaya und im Ganges-Delta, in Australien, Ostbrasilien und Feuerland, in Äthiopien und der Sahara, unternommen, um Bausteine zu gewinnen für die Erfassung der großen Zusammenhänge unter Auswertung der neuesten Erkenntnisse der Nachbarwissenschaften. Anthropogeographie stand im Vordergrund unter Betonung der Entwicklung von Siedlung, Wirtschaft und sozialer Struktur. – Sondersitzungen behandelten den Erdkunde-Unterricht, die Landeskunde (Begriff Mitteleuropa, landschaftliche und wirtschaftsräumliche Gliederung), die Kulturgeographie (Städteproblem, Landschafts- und Strukturwandel) und die alten Kerngebiete der Physischen Geographie (Morphologie, verbunden mit Ozeanographie, Klimakunde in neuer Schau). – Dem Tagungsort galten Vorträge über Hamburgs Stadtplanung und Hafenprobleme, Rundfahrten, Besichtigungen (Werft, Erdölraffinerie), geselliger Abend im Fährhaus Blankenese. Bücher- und Kartenausstellungen zeigten die

reiche Fülle von Publikationen der Fachinstitute. Ziele der Exkursionen waren: Helgoland, Elbelandschaft, Westküste, Lübeck und Dänemark.

Über den Stand der *Hausforschung* orientierte die Tagung des «Arbeitskreises», der dem «Verbande deutscher Vereine für Volkskunde» angeschlossen ist, dem auch eine Sektion «Hausforschung» angehört. Sie fand statt in Schleswig im Schloß Gottorf (alte Herzogsresidenz, Stammsitz der früheren Königsdynastie Schwedens), in welchem jetzt die beiden schleswig-holsteinischen Landesmuseen (früher in Kiel) untergebracht sind, nämlich jenes für Vor- und Frühgeschichte, das größte derartige Fachmuseum Deutschlands, und das ehemalige «Thaulow-Museum» für Volkskunde und Volkskunst, sowie das Nydam-Boot (4. Jahrhundert) und andere Moorfunde. Die Forscher in Deutschland, Architekten, Landesbaupfleger, nur wenige Geographen, beschränken sich nicht auf das Studium der alten ländlichen Haustypen; sie interessieren sich besonders für Neu- und Umbau der Bauernhöfe, deren zweckmäßige Anpassung an neueste Betriebs- und Wirtschaftsformen unter Umwandlung oder völliger Aufgabe der alten traditionellen Formen im Kampf zwischen Überlieferung und moderner Betriebsführung. Man befaßt sich mit Hauskunde und Hauspflege, Verbindung von Wissenschaft und Nutzanwendung; eine Bürgerhaus-Forschergruppe studiert hauptsächlich Städtebauprojekte. Wertvolle Detailforschungen werden durchgeführt, die noch der Synthese harren. Sonderprobleme werden bearbeitet, wie Konstruktionsformen-Entwicklungsreihen, ur- und frühgeschichtlicher sowie mittelalterlicher Hausbau an Hand von Grabungsfunden. – Von der geplanten umfassenden Publikationsreihe «Haus und Hof deutscher Bauern» ist vorläufig nur der erste Band «Schleswig-Holstein» 1940 erschienen, abweichend vom Schema fügt sich das prächtige Werk «Das Schwarzwaldhaus» 1953 ein, in Vorbereitung sind die Bände Westfalen, Hessen und Mecklenburg, doch die Vollendung liegt in weiter Ferne. – Unterdessen richtet man den Blick nach den Nachbarländern, deshalb die Wahl von Grenzstädten als Tagungsort und Auslandexkursionen, so Monschau 1953 mit Referenten aus Frankreich, Belgien und Holland, Säckingen 1954 mit Exkursion durch die Schweiz; geplant sind 1956 Tagung in Traunstein, Oberbayern, und Fahrt nach Kärnten. – In Schleswig informierten Referate über die Hausforschung in *Irland*, dessen sehr einfach-bescheidene Bauernhaustypen in ihrer historischen Entwicklung eine klare Darstellung erfuhren, in *Norwegen*, wo methodisch interessante Blockhaus-Datierungen vorgenommen werden, in *Dänemark*, wo besonders Sachvolkskunde betrieben wird. – In die Landschaft führte der Besuch der Stätte der Wikingerstadt Haithabu (10./11. Jh.) und die Fahrt durch Schleswig-Holstein (altsächsische und friesische Häuser) nach Hamburg.

14. Section de génétique

Séance de la Société suisse de génétique

Dimanche le 25 septembre 1955

Président: Prof. Dr. E. HADORN (Zürich)
Secrétaire: Prof. Dr. W. WEBER (Bern)

1. U. PFÄNDLER (La Chaux-de-Fonds). – *La génétique de la cystinose (maladie cystinique) et ses corrélations avec la cystinurie et l'aminoacidurie.* – Un résumé paraîtra dans «Archiv der Julius-Klaus-Stiftung für Vererbungsforschung, Sozialanthropologie und Rassenhygiene».

15. Section de logique et de philosophie des sciences

Séance de la Société suisse de logique et de philosophie des sciences

Dimanche le 25 septembre 1955

Président: Prof. Dr F. GONSETH (Zurich)
Secrétaire: Dr. M. ALTWEGG (Oberengstringen)

1. JEAN-BLAISE GRIZE (Neuchâtel). – Le temps dans les mathématiques. Kein Manuskript erhalten.

2. FERDINAND GONSETH (Zürich). – *Grundlinien einer Methodologie der Wissenschaften.* Erscheint in «Schweiz. Bauzeitung», Jubiläumsnummer 1955.

3. MARKUS FIERZ (Basel). – *Sinn und Zweck physikalischer Theorien.*

Zu Beginn des Vortrages wurde auf die Sammlung von Vorträgen W. Heisenbergs hingewiesen, die unter dem Titel «Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaft» veröffentlicht worden ist. Hier wird die Auffassung der Mehrheit heutiger Theoretiker trefflich formuliert, und es kommt, neben der Wandlung, auch die Kontinuität physikalischen Denkens zum Ausdruck.

Besonders wurde Heisenbergs Gedanke aufgegriffen, daß fast jeder Fortschritt der Naturwissenschaft mit einem Verzicht auf früher wichtige Fragestellungen erkauft werden muß.

Verzichtet wurde vor allem, die lebendige Natur in ihrem Wirken zu begreifen, und die Weltgestalt als sinnvoll harmonischen Kosmos zu erschauen (siehe hiezu auch M. Fierz, «Gesnerus» *11* [1954] 62). Noch Kepler strebte nach diesem Ziel und glaubte es in seiner geometrischen Konstruktion des Planetensystems erreicht zu haben.

Da die Physik die Gesetzlichkeit reproduzierbarer Erscheinungen zu fassen trachtet, kann sie nach heutiger Auffassung die einmalige Gestalt nicht erklären. Diese bleibt zufällig oder willkürlich. Die Naturgesetze beziehen sich eigentlich auf experimentell hervorgerufene, künstliche Vorgänge, auf Präparate. Darum sind sie von grundlegender Wichtigkeit für den Bau künstlicher, technischer Maschinen. So gesehen bringt uns, die Physik der Natur nicht näher.

Die Naturgesetze sollen elementare Vorgänge einfach beschreiben. Daher erhebt sich die Frage, was als elementar und einfach zu gelten habe. Für Kepler hatte die Euklidische Geometrie diesen Charakter. In unserer Zeit ist es schwierig, genau zu sagen, was einfach sei.

Als Beispiel einer einfachen Theorie im heutigen Sinne wurde die allgemeine Relativitätstheorie genannt. Hier ist der Begriff der allgemeinen Kovarianz, ein gruppentheoretischer Begriff, wegleitend, der dem physikalischen Äquivalenzprinzip Ausdruck verleiht. Es ist bemerkenswert, daß der geometrische Charakter dieser Theorie ihr eine Ähnlichkeit mit Ideen Keplers verleiht. Dem entspricht, daß sie zu kosmologischen Spekulationen Anlaß gibt.

Wenn die Physik nur reproduzierbare Erscheinungen betrachtet, so scheint es konsequent, wenn diese in der Quantentheorie statistisch beschrieben werden. Ferner ist es befriedigend, daß die Willkür des Experimentators, die eigentlich schon in der klassischen Mechanik implicite vorausgesetzt ist, hier explicite zum Ausdruck kommt. Die Quantentheorie ist freilich nur ein allgemeines Schema, das stets ein klassisches Modell voraussetzt. Insofern ist sie zu allgemein oder formal. Die heutigen Schwierigkeiten einer relativistischen Quantentheorie hängen wohl damit zusammen.

4. Emil J. Walter (Zürich). – *Die zeitgenössischen Denkmethoden.*

In Anlehnung an die Studie von Prof. I. M. Bochenski über «Die zeitgenössischen Denkmethoden» wird die Frage nach den Möglichkeiten direkter Erkenntnis zur Diskussion gestellt und in Verbindung gebracht mit der Entwicklung und Auswirkung des logischen Positivismus in den Vereinigten Staaten und der «offenen Philosophie» in der Schweiz.

Liste alphabétique des auteurs
Alphabetisches Namenregister der Autoren
Indice alfabetico degli autori

	Page
Ambühl, E.	119
Baer, Jean-G.	366
Baeschlin, F.	352
Baldinger, E.	108
Baltzer, F.	94
Bersier, Arnold	63, 129, 130
Bertschy, R.	122
Bider, M.	111
Bleuler, K.	108
Borel, J.-P.	110
Bräm, Hch.	131
Brönnimann, P.	132
Brown, N.K.	132
Brunner-Hagger, William	112
Brunner, J.	108
Bueß, H.	170
Buob, C.	145
Buob, K.	146
Burky, Charles	176, 180
Burri, Fritz	131
Buser, W.	108, 130
Chollet, L.	108
Corti, Ulrich A.	164
Crusafont, M.	131
Dami, Aldo	176
Debrunner, P.	108
Demander, M.	130
Diehl, E.	130
Dietschy, Hans	161
Engelmann, F.	151
Erhard, Hubert	171
Faes, H.	362
Fierz, M.	185
Fischer, Hans	331
Fleckenstein, J.O.	172
Frei, August	340
Fyg, Werner	153
Garcia Munoz, M.	108
Gaschen, H.	154, 155
Gassmann, Fritz	164, 376
Gautheret, R.-J.	40
Gerber, H.J.	108
Gimmi, F.	108
Glasson, Bernhard	168
Golay, M.	374
Gonseth, F.	92, 185
Graf, P.	130
Grize, Jean-Blaise	185
Grütter, A.	130
Guéniat, Ed.	11
Guénin, H.-A.	158
Guhl, H.	108
Gysin, M.	129, 130
Häfelin, J.	114
Haller, G. de	151
Haller, John	128, 130
Halter, J.	108
Hasler, F.	170
Heer, E.	108
Heilpern, W.	110
Heim, A.	87
Hess, Hans	131
Heußer, Heinrich	163
Hodler, Jürg	162
Houtermans, F.G.	108
Hügi, Th.	128, 130
Jaggi, R.	108
Juge, Jean	176

	Page
Kern, H.	143
Kern, R.	107, 108
Kervaire, M.	103
Kneubühl, F.	107
Koby, F.-E.	131
Koelbing, M.H.	170
Könz, Andri	159
Kuhn, Walter	112
Kündig, Werner	180
Kutter, Heinrich	158
Landolt, Elias	135
Ledermann, S.	145
Leisi, H.J.	108
Lichtenthaeler, Charles	169
Lieb, Fritz	132
Lobsiger, Georges	177
Lombard, Auguste	129, 130
Lotmar, R.	114, 151
Louis, R.	146, 147
Lüscher, E.	110
Lüscher, M.	151
Maeder, D.	108
Manus, Cl.	110
Matschinsky, M.	128
Meier, H.	103
Mercanton, P.-L.	120
Mercier, P.	362
Mercier, R.	110
Miescher, E.	348
Mugglin, F.	345
Müller, K.A.	107
Nagel, Erich	117
Nicolet, M.	108
Niggli, Ernst	130
Oescher, H.	108
Pavoni, N.	122, 124
Perrier, A.	108
Peyer, Bernhard	132
Pfändler, Udo	168, 184
Piccard, Sophie	100, 102, 104
Pilet, Paul-E.	133
Portmann, A.	92
Posternak, Th.	145
Pruppacher, Hans R.	107
Rahm, Urs	155
Rham, G. de	334
Reichel, Manfred	131
Reiff, Max	153
Reubi, F.	162
Riggenbach, A.	137
Rinderer, L.	108
Rossel, J.	108
Rouiller, J.-F.	178
Rütschi, R.	108
Rutsch, R.F.	122, 131
Sänger, Raymund	107
Sauter, Marc-R.	159, 160
Schaefer, Hans	131
Schaub, Hans	131
Scherrer, P.	108
Schlaginhaufen, O.	161
Schnorf, Alice	131
Schopfer, W.-H.	144, 145, 174
Schüepp, Max	115
Spahni, Jean-Christian	132
Stettler, R.	110
Stiefel, E.	53
Terreaux, Ch.	108
Thürlemann, B.	110
Turian, Gilbert	150
Uttinger, Heinrich	116
Vincent, G.	103
Viret, Jean	131
Vischer, Wilhelm	133
Walter, Emil J.	171, 186
Weber, Max	164
Weiler, W.	132
Welten, Max	148
Wenk, Ed.	129, 130
Widmer, Otmar	182
Wirz, Heinrich	162
Wurgler, W.	134
Yuan, S.	107
Zbinden, P.	357
Zimmerli, G.N.	367
Zollinger, Hans	162