

Zeitschrift: Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg
Herausgeber: Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles
Band: 25 (1918-1920)

Vereinsnachrichten: Procès-verbaux des séances 1918 - 1919

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: 30.01.2026

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

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

1918—1919

Séance du 23 janvier 1919.

Présidence de M. le prof. M. Plancherel.

1. Après lecture du rapport annuel du président en charge, l'assemblée procède à l'élection du comité pour l'année 1919. Sont nommés : président, M. Michel Plancherel ; vice-président, M. Paul Girardin ; caissier, M. Charles Joye ; secrétaire, M. Edmond Brasey.

2. *La piéride du chou* (*Pieris brassicæ*, L.), par M. le prof. M. Musy. — M. Musy complète sa communication de l'année dernière en signalant les travaux de M. Arnold Pictet sur le même sujet ¹.

Il résulte des travaux de M. A. Pictet que la piéride du chou eut trois générations en 1917.

Les sujets de la première génération, qui commencent à éclore dès les premiers beaux jours du printemps, ne commencent à pondre sur la partie inférieure des feuilles de crucifères (choux, etc.) et de capucines qu'à partir du milieu de juin. En 1917, ce papillon n'a guère commencé à voler avant la fin de juin et surtout au

¹ Arnold Pictet : Les migrations de la piéride du chou en 1917 et leurs conséquences (Arch. des sc. phys. et nat. Genève, mai 1918).

Arnold Pictet : Observations biologiques sur *Pieris brassicæ* en 1917 (Bull. soc. lépidopt. de Genève. Vol. IV, fasc. 1, mai 1918).

commencement de juillet. Vers la fin du mois, les dégâts de leurs chenilles sont observés partout. On a évalué à 983 en moyenne par mètre carré le nombre des chenilles, ce qui donne une idée du nombre énorme des papillons. Comme si les indigènes n'avaient pas suffi à la besogne, on observa à travers la Suisse une première migration de la même espèce venant du Nord, d'Alsace et d'Allemagne. Une seconde invasion, plus nombreuse encore, eut lieu du 28 juillet au 3 août. Contrairement à ce que font les indigènes qui voltigent en butinant de fleur en fleur, ces papillons étrangers volaient sans s'arrêter par-dessus les obstacles et ne les contournaient jamais.

Lorsque ces immigrants arrivèrent en Suisse, la destruction de nos choux était complète et c'est peut-être la raison qui les fit passer sans s'arrêter. Seules quelques femelles s'y fixèrent pour déposer leurs œufs sur les quelques crucifères encore intacts. Les spécialistes ont pu s'en convaincre en constatant l'existence de petites chenilles plus jeunes que les indigènes de la première génération, leur nombre n'est que de 158 par mètre carré de culture.

Les papillons de notre seconde génération apparurent dès le 15 août, leurs chenilles minuscules qui venaient d'éclore, se distinguaient facilement des étrangères et leur nombre plus grand que celui de ces dernières était toutefois bien inférieur à celui des chenilles de la première génération.

Ces chenilles de la seconde génération indigène émigrent pour aller se chrysalider contre les façades des maisons. En 1917, il se produisit en outre une première migration à la recherche de la nourriture qui manquait.

De septembre à octobre, on observa une troisième

génération d'indigènes et une seconde d'immigrés, mais ces derniers, ayant élu domicile chez nous, butinent sur les fleurs comme les indigènes.

En général, les chenilles qui se chrysalident à cette époque attendent le printemps pour éclore, mais, en 1917, un grand nombre éclosent en automne et sont heureusement perdues pour la reproduction.

On peut expliquer la surproduction des piérides en 1917 par le nombre très restreint des *Microgaster glomeratus* en 1916. On sait, en effet, que cet hyménoptère minuscule dépose ses œufs dans ceux des piérides où ils se multiplient par polyembriogénie pour vivre après leur éclosion dans les chenilles des piérides pour les épuiser et en amener la mort au moment de leur sortie. Le microgaster empêche ainsi l'éclosion d'un grand nombre de papillons, de 88 à 98 %, d'après les expériences de M. A. Pictet.

On peut donc admettre que le nombre réduit des piérides en 1918 est dû : 1° à la destruction des chenilles par les agriculteurs en 1917 ; 2° à l'éclosion prématurée d'un grand nombre de chrysalides en automne de la même année ; 3° à la réapparition très nombreuse des *microgaster glomeratus* dès le mois d'août 1918 ; 4° à des maladies bactériennes et infectieuses des chenilles et des chrysalides.

On peut admettre aussi qu'un certain nombre de chenilles ont été détruites par les oiseaux, quoique les observateurs ne soient pas d'accord. Quelques-uns prétendent que les poules et les moineaux les mangent, d'autres le nient ?

Séance du 13 février 1919.

Présidence de M. le prof. M. Plancherel.

1. *Le labour sans charrue et l'application du Dry-Farming*, par M. le Dr P.-L. ROTHEY (Mines de l'Aude). — Par le Dry-Farming les Américains désignent un genre de culture sans irrigation, fait dans des contrées à climat très sec, où les précipitations atmosphériques sont rares ou irrégulières comme c'est le cas dans les zones subtropicales et méditerranéennes. Ce mode de culture, qui consiste à ameublir le sol le plus possible afin de rompre la capillarité, cause première de l'évaporation et du dessèchement du sol, n'est point une création de notre siècle, mais bien un héritage encore de l'antiquité.

Certaines contrées de la Perse, de l'Arabie et de l'Afrique méditerranéenne durent leur prospérité à cette pratique agricole bien connue des Romains et des Arabes ensuite.

Ce n'est pas seulement à des causes politiques, semble-t-il, qu'il faut attribuer l'appauvrissement de ces régions plus ou moins désertiques aujourd'hui, mais bien encore à la décadence agricole et au déplacement des civilisations antiques du Sud vers le Nord. Si ce n'est pas à un exode de ces populations rurales vers les villes qu'est due cette situation, c'est bien pourtant à l'abandon de la terre que ces greniers de Rome sont devenus les petits déserts que nous connaissons, et que notre civilisation cherche à rendre à la culture en empruntant à l'antiquité cette technique agricole qu'on appelle le dry-farming.

Dérivée de ce mode de culture, il existe depuis

quelques années une autre méthode qu'il reste à vulgariser encore et dont les expériences aujourd'hui nettement concluantes sont appelées à réformer dans une large mesure nos anciennes pratiques agricoles, quelque peu trop routinières et démodées pour notre époque, où la science a partout la plus large place.

Cette méthode, de toutes la plus avantageuse, a été innovée par M. Jean de Bru, à Carcassonne, agronome de carrière et constructeur d'un modèle de cultivateur dont toute la technique de l'appareil est issue avant tout de l'expérience et de la pratique de son inventeur.

Grâce à l'amabilité de M. Jean de Bru, il nous a été permis de suivre dans le courant de l'été, et les travaux agricoles et l'évolution des nombreux champs d'expériences qu'il possède à sa propriété de Bru, près de Carcassonne.

Sceptique au début, puis fermement convaincu maintenant des sérieux avantages qu'offre cette méthode, nous avons songé en faire une communication à la Société des sciences naturelles, en attendant de publier un travail plus circonstancié lorsque nos recherches seront terminées.

Le principe de cette nouvelle méthode consiste à ameubler le sol, non plus avec la charrue, la herse ou le rouleau, mais au moyen d'un instrument unique, un cultivateur à ressorts fort bien compris et adapté pour cet usage.

Cet instrument est monté sur deux grandes roues en fer et sa forme rappelle quelque peu la faneuse à fourches.

Dix dents ou lames d'acier fixées sur un chassis grattent et pulvérisent le sol aux profondeurs désirées, qui peuvent atteindre jusqu'à 30 centimètres, et qui

sont réglées au moyen d'un levier. Une caisse de semoir, dont le mécanisme intérieur est mû par les deux roues, complète cet ingénieux appareil. Par ce procédé très simple en lui-même, M. Jean de Bru arrive à cultiver 22 hectares avec un jeune domestique seulement et une paire de forts bœufs, ce qui représente une économie de main d'œuvre de 50 à 75 %. Ce modèle de cultivateur rendra de même de très grands services aux mutilés de la guerre, car il possède un siège duquel il est facile de le conduire d'une main seulement. D'autres modèles plus grands sont aussi construits pour tracteurs à essence.

Le travail mécanique du sol commence de suite après la moisson, et tous les quinze jours, soit 8 à 10 fois jusqu'aux semailles, on repasse le cultivateur en croisant et en augmentant chaque fois la profondeur de 3 à 4 centimètres.

Les terrains argileux se prêtent de même fort bien à ce travail, qui parfois est plus facile qu'avec la charrue.

Le fumier de ferme s'enfonce ainsi facilement et au bout de deux à trois passages il est complètement recouvert.

Grâce à cette méthode, dont le rôle au point de vue chimique et bactériologique demande encore de sérieuses études, M. Jean de Bru est arrivé à produire sans engrais, pendant plusieurs années de suite, de superbes récoltes de céréales.

En effet, par une grande aération du sol, les toxines laissées par les récoltes antérieures sont oxydées et leurs effets nuisibles sont ainsi paralysés.

Avec ce modèle de cultivateur, qui compose à lui seul tout l'outillage aratoire de son domaine, M. Jean de Bru a retiré en 1916, sur 18 hectares, la récolte

suivante, alors que dans le Midi la production moyenne des terres travaillées à la charrue n'est que de 10 à 12 hectolitres à l'hectare :

Blé, 2 hectares : 53 hectolitres.

Orge, 1 hectare : 64 hectolitres.

Avoine, 15 hectares : 918 hectolitres,

soit, avec la paille, un total de 19 668 fr. obtenus avec un domestique, une paire de bœufs, un cultivateur et très peu d'engrais. Dix ans d'expériences, donnant toujours les mêmes résultats, prouvent d'une façon irréfutable l'efficacité de cette nouvelle pratique agricole qui ne doit pas tarder à renverser nos vieilles routines. C'est en un mot la faillite prochaine de la charrue qui, suivant l'expression même de M. Jean de Bru, fut une invention à rebours.

C'est encore une fois à l'ameublissement réitéré du sol, sur une profondeur régulière de 30 centimètres, qu'est dû ce magnifique résultat.

L'oxydation des toxines, la décomposition et l'assimilation plus grande des éléments chimiques du sol, le développement extraordinaire des aérobies dans un milieu où l'humidité et la température, dès 18 centimètres, sont favorables à leur évolution, tels sont les principaux facteurs de fertilité dans ces sols pourtant de moyenne valeur où l'on est arrivé à faire jusqu'à 13 pailles presque consécutives sur le même champ.

Nous avons observé cet été, dans des champs de même nature géologique, c'est-à-dire formés par la décomposition de grès tertiaire, type de notre molasse — sans être du même étage — des différences frappantes entre les terres travaillées à la charrue et celles du domaine de Bru toutes ameublies au cultivateur seulement.

En exprimant par une échelle allant de 0 à 10, nous avons noté :

	Terres travaillées au cultivateur	Terres travaillées à la charrue
Humidité à 15 cm. de profondeur	7	4
Température à 15 cm.	5	7
Bactéries à 2 cm.	2	0
Bactéries à 10 cm.	8	3

Quatre analyses comparatives accusent en outre une assimilation du 30 % plus grande dans les terrains travaillés au cultivateur. Cette particularité s'explique assez facilement par l'état favorable que présente une terre bien ameublie au développement des divers microbes du sol, dont la propriété est de pouvoir décomposer certaines substances minérales peu solubles dans d'autres milieux, comme c'est le cas pour les silicates de potasse dont ces terres, comme celles de notre molasse, sont relativement riches.

Il est du reste bien connu maintenant le rôle si important des microbes sur la désagrégation des roches par la mise en liberté de l'acide carbonique qui dissout les bases alcalines. Certains feldspath sont de même attaqués par ces infiniment petits qui rendent ainsi solubles certains sels de potasse, tandis que d'autres variétés de microbes s'attaquent aux phosphates.

Toutes ces particularités chimico-microbiologiques semblent, à elles seules, pouvoir expliquer la cause de la fertilité des sols restés sans fumure, mais travaillés énergiquement au cultivateur. De même cette différence si grande en bactéries entre un champ « labouré » et un champ « cultivé » trouve son explication par le véritable milieu de cultures microbiennes que devient

un sol qui, de la moisson jusqu'aux semailles, est tous les 15 jours remué, déchiré et mélangé jusqu'à la profondeur de 30 cm. Ce n'est pas seulement, non plus, à la rupture de la capillarité qu'il faut attribuer l'humidité plus grande qu'on observe dans ces champs, mais bien aussi à l'abondance des bactéries qui empêchent une évaporation trop rapide. Comme leur plus grand nombre se trouve entre 2 et 5 cm. de profondeur, en été excepté, le brassage réitéré du sol ensemence en microbes toute la couche ameublie qui devient ainsi un foyer de nitrification.

Il y a en résumé, deux facteurs à distinguer dans cette nouvelle pratique agricole.

Le premier est l'instrument aratoire, c'est-à-dire le cultivateur qui remplace la charrue, tout en faisant plus de travail.

Le deuxième est la méthode elle-même qui consiste à travailler le sol, non point en le retournant, mais par des grattages souvent répétés et allant le plus profond possible.

Notre Département de l'agriculture, dont toutes nos populations campagnardes connaissent le dévouement, après avoir, l'an passé, acheté quelques tracteurs, rendrait aujourd'hui, à la cause agricole, un service dont on ne peut encore envisager toute la portée en dotant les domaines de l'Etat de quelques cultivateurs — prix 800 fr. — et en faisant créer une série de champs d'expériences, dans cette plaine si fertile de la Broye, où nous garantissons d'avance les plus intéressants résultats.

Séance du 27 février 1919.

Présidence de M. le prof. M. Plancherel.

1. *Das Gold*, von Herrn Dr. P. KOLLER. — Schon in den ältesten Zeiten tritt uns das Gold als ein edler und wertvoller Stoff entgegen.

Alle Völker des Altertums trachteten sich in den Besitz von möglichst viel dieses gelben Metalls zu setzen, um teils durch reichen Schmuck sich das Dasein zu verschönern, teils durch Gold Macht und Ansehen zu gewinnen. Im Laufe der Zeiten wurde das Gold, das sich als Wertmesser besonders eignete immer unentbehrlicher und welche Rolle es in unserem wirtschaftlichen Leben spielt ist ja allbekannt.

Besonders interessant sind die kristallographischen Verhältnisse des Goldes. Grosse und schöne Kristalle kommen wohl kaum vor, da dieselben meist stark verzerrt und nur schwer zu deuten sind. Gold zeigt eine grosse Neigung zu drahtförmigen Gebilden, Platten und Blechen, deren oft äusserst zierlicher Bau sich durch grosse Schönheit auszeichnet.

Aber verhältnissmässig nur selten kommt das Gold in solchen ausgeprägten Individuen vor; meistens bildet es unregelmässige Klumpen oder ist in dem Gestein so fein verteilt, dass es nur schwer zu erkennen ist. In der Art des Vorkommens unterscheidet man Berggold und Seifengold.

Das Berggold ist noch auf primärer Lagerstätte, also dort wo es sich gebildet hat noch abgelagert. Eine besondere Gruppe unter den primären Lagerstätten bildet die sog. junge Goldganggruppe, die ausschliesslich an tertiäre Eruptivgesteine gebunden ist. Hieher gehören

z. B. die Goldbergbaue in Ungarn und Siebenbürgen, die schon in vorrömischer Zeit ausgebeutet wurden und noch heute im Betriebe sind. Auch der berühmte Comstockgang, wohl die reichste Edelmetallanhäufung, ist hieher zu rechnen, während die Goldfelder von Californien und Australien zur alten Goldganggruppe gehören.

Die Bildung des Goldes dürfte auf aus dem Erdinnern aufsteigende Thermen zurückzuführen sein, die das Metall in äusserst verdünnter Lösung mit sich führten. Eigentliche Golderze gibt es nur wenige und das sind dann Telluride. Als steter Begleiter des Goldes finden sich Quarz und Schwefelkies; dieser hat wahrscheinlich eine grosse Rolle bei der Auscheidung aus den Lösungen gespielt. Meistens findet sich das Gold mit Silber legiert und hier sind es wiederum besonders die jungen Goldgänge bei denen eine grössere Menge von Silber vorkommt.

Das Material der primären Lagerstätten erfährt im Laufe der Zeit eine Zerstörung, wird zu Schutt verkleinert und dieser wird durch flutendes Wasser forgeföhrt und in der Form von Fragmenten und gerundeten Rollstücken an anderer Stelle wieder abgelagert. Mineralien von geringerer Härte und Gewicht, sowie von leichter chemischer Angreifbarkeit werden dabei von den anderen getrennt und diese häufen sich an geeigneten Stellen an und bilden so die Seifen. Da sie sich meist in der Nähe der Erdoberfläche befinden und auch leicht bearbeitet werden können, so bilden sie gewöhnlich den ersten Anlass zur Gewinnung. Erst nach ihrer Erschöpfung suchte man dann die primäre Lagerstätte auf. So geschah auch die Entdeckung der californischen und australischen Goldfelder durch Seifen.

Die Gewinnung des Goldes geschah früher allgemein durch Waschen, indem die Sande oder das verkleinerte Material durch fließendes Wasser aufgearbeitet wurden. Das leichtere Material wurde fortgeführt und das schwere Gold blieb zurück.

Später verwandte man Quecksilber, das sich mit dem fein verteilten Golde zu einem Amalgam verbindet während heute die feingepochten Massen durch eine Cyanidlösung ausgelaugt werden.

In neuester Zeit ist es gelungen, das nur in ganz geringen Mengen im Meerwasser gelöste Gold erfolgreich daraus zu gewinnen.

Was nun die weiteren Eigenschaften und die Verwendung des Goldes betrifft, so sind dieselben so bekannt, dass es nicht nötig ist darüber Näheres anzugeben.

Séance du 13 mars 1919.

Présidence de M. le prof. M. Plancherel.

1. *La Solanine* par M. A. Evêquoz, chimiste cantonal : Il s'agit de pommes de terre qui contenaient un excès de Solanine au point de les rendre immangeables même pour les animaux. L'auteur n'a pas fourni son résumé.

2. Il parle ensuite de l'activité du laboratoire cantonal en 1918.

3. *Sadi Carnot et l'équivalent mécanique de la chaleur*, par M. S. BAYS. Extrait d'une note de M. Décombe, parue dans les Comptes-rendus de l'Académie des sciences (séance du 3 février 1919).

I. Dans des notes manuscrites ¹, Sadi Carnot a formulé contre la théorie à son époque classique, mais inexacte, de la *matérialité du calorique*, une série d'objections qui le conduisent à l'énoncé formel du principe de l'équivalence :

« *Partout où il y a destruction de puissance motrice, il y a en même temps production de chaleur en quantité précisément proportionnelle à la quantité de puissance motrice détruite. Réciproquement, partout où il y a destruction de chaleur, il y a production de puissance motrice (p. 94). D'après quelques idées que je me suis formées sur la théorie de la chaleur, la production d'une unité de puissance motrice nécessite la destruction de 2,70 unités de chaleur (p. 95).* »

L'unité de puissance motrice dont il s'agit étant la tonne-mètre (p. 98), l'équivalent mécanique calculé par Carnot ressort donc à $\frac{1000}{2,70}$, c'est-à-dire à 370 kgm., nombre sensiblement voisin de celui (365) qui a illustré au moins dix ans plus tard le nom de Mayer ².

II. Comment Carnot a-t-il obtenu le nombre 2,70 ? M. Décombe s'est proposé de montrer que l'on peut reconstituer son calcul à l'aide des seules données contenues dans son célèbre mémoire de 1824 : *Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les ma-*

¹ Les notes manuscrites de Carnot, se rapportant à des sujets scientifiques, ont été offertes à l'Académie des sciences par le sénateur H. Carnot, frère de Sadi, pour être déposées aux archives de l'Institut. Sadi et Hippolyte Carnot étaient les fils de Lazare Carnot, le célèbre organisateur de la Victoire dans les guerres de la Révolution. Sadi Carnot a été emporté par le choléra en 1832.

² Robert Mayer. Ann. der Chemie und Pharmacie. 42 (1842), p. 233.

chines propres à développer cette puissance ¹. On a d'ailleurs souvent reproché à Carnot, à la suite de Clausius, d'avoir adopté dans ce mémoire le point de vue de la matérialité du calorique, mais on oublie de faire remarquer que ce n'est que sous les réserves les plus formelles, comme en témoignent plusieurs passages. Voici ceux qui permettent de reconstituer le calcul de Carnot :

« *La différence entre la chaleur spécifique sous pression constante et la chaleur spécifique sous volume constant est la même pour tous les gaz (p. 25) ; elle est toujours la même, quelle que soit la densité du gaz, pourvu que la quantité pondérable reste la même (p. 32) »*. Il s'agit, bien entendu, de la chaleur spécifique du gaz parfait (p. 22) rapportée au volume (p. 25). Mais Carnot va plus loin et se demande (p. 31) :

« *A quelle cause est due, en effet, la différence entre les chaleurs spécifiques prises sous volume constant et sous pression constante ? Au calorique nécessaire pour produire dans le second cas l'augmentation de volume* », répond-il aussitôt.

La matérialité du calorique étant abandonnée, que faut-il pour tirer de là l'équivalent mécanique ? Calculer le travail correspondant à cette augmentation de volume et le comparer à la différence $C - c$ des deux chaleurs spécifiques. Or, « *l'échauffement direct sous pression*

¹ Paru chez Chevalier, Paris, 1824. Réimprimé par Gauthier-Villars en 1872 dans les Annales de l'Ecole normale supérieure, puis en 1878 dans une édition spéciale contenant divers autres documents, notamment une notice biographique sur Sadi Carnot et un important extrait de ses notes manuscrites inédites. C'est à la pagination de cette dernière édition que se rapportent les références de la présente communication.

constante doit, d'après la règle de M. Gay-Lussac, augmenter le volume de l'air de $\frac{1}{267}$ de ce qu'il serait à 0° (p. 23). La pression atmosphérique fait équilibre à 10^m40 de hauteur d'eau (p. 43); le volume occupé par un kg. d'air à 0° est égal à 0^m377 (p. 44). »

Le travail considéré a donc pour valeur :

$$0,77 \times \frac{1}{267} \times 10,40 = 0,02999, \text{ soit } 0,080 \text{ tonne-mètre.}$$

En ce qui concerne les chaleurs spécifiques : « D'après les expériences de MM. Delaroche et Bérard sur la chaleur spécifique au gaz, celle de l'air est, à poids égaux, 0,267 de celle de l'eau (p. 45). Si la première de ces deux capacités (C et c) est exprimée par l'unité, l'autre sera exprimée par le chiffre $\frac{267+116}{267}$ (p. 24). »

On tire de là .

$$C - c = 0,267 \frac{116}{267+116} = 0,08086$$

soit 0,081 calorie, étant donnée l'incertitude évidente sur les deux dernières décimales. Or le rapport $\frac{0,081}{0,030}$ est précisément égal au nombre 2,70 annoncé par Carnot dans ses notes manuscrites.

III. Pourquoi Carnot n'a-t-il pas jugé bon de publier ce résultat ? Probablement parce que l'opposition radicale du nouveau point de vue avec la théorie de la

chaleur « *telle qu'on la concevait alors* » lui faisait estimer que « *des expériences nouvelles pouvaient seules décider la question (p. 50)* ». Rien ne sert, en effet, de déterminer dans un cas particulier la valeur numérique d'un équivalent problématique, si des expériences nombreuses, précises et concordantes, n'ont au préalable démontré l'existence effective de cet équivalent. Or ces expériences, Carnot, dans ses notes manuscrites, en a prévu le programme avec une précision étonnante (p. 95) :

« *Répéter l'expérience de Rumford sur le forage d'un métal dans l'eau, mais mesurer la puissance motrice consommée en même temps que la chaleur produite; mêmes expériences sur plusieurs métaux et sur le bois. Frapper un morceau de plomb en plusieurs sens, mesurer la puissance motrice consommée et la chaleur produite. Mêmes expériences sur d'autres métaux. Agiter fortement de l'eau dans un barillet ou dans un corps de pompe à double effet, et dont le piston serait percé d'une petite ouverture. Expériences du même genre sur l'agitation du mercure, de l'alcool, de l'air et d'autres gaz. Mesurer la puissance motrice consommée et la chaleur produite.* »

N'est-ce pas là le programme même des expériences effectuées 15 ou 20 ans plus tard par Joule, Colding et Hirn ?

Séance du 27 mars 1919.

Présidence de M. le prof. M. Plancherel.

Le rôle de l'éther en optique. Les difficultés de la théorie, par M. M. PLANCHEREL. — Après avoir rappelé les conceptions de Newton, de Huygens et de Fresnel sur la propagation de la lumière, le conférencier met en évidence les difficultés qu'entraîne l'hypothèse d'une substance particulière, *l'éther*, comme support de la propagation de la lumière par ondes transversales. Ces difficultés sont de deux ordres.

1. Les premières difficultés résultent des propriétés quasi-contradictoires que nous sommes forcés d'attribuer à l'éther. D'une part, l'éther doit être quasi-impondérable et ne pas opposer de résistance appréciable au mouvement des corps célestes. D'autre part, puisqu'il propage des ondes transversales, il doit avoir des propriétés élastiques qui le rapprochent des substances solides, car les fluides ne propagent pas d'ondes transversales. L'absence de vibrations longitudinales de l'éther est une nouvelle difficulté.

Diverses théories ont été proposées pour expliquer la coexistence de propriétés en apparence aussi contradictoires. Le conférencier en expose quelques-unes. Aucune n'est vraiment satisfaisante. L'identité de nature des ondes électromagnétiques et des ondes lumineuses ne rend pas la conception de l'éther plus facile.

2. Les difficultés du second ordre résultent des résultats contradictoires de toutes les expériences par lesquelles on a essayé de faire apparaître le mouvement relatif de la terre par rapport à l'éther. Le conférencier explique ces diverses expériences ; mesure de

l'aberration, mesure de la vitesse de la lumière dans l'eau en mouvement par Fizeau, expériences de Michelson et Morley.

Toutes ces difficultés ont conduit plusieurs physiciens à abandonner l'idée de l'éther conçu comme une substance et à dénier toute existence à l'éther.

Séance du 8 mai 1919.

Présidence de M. le prof. M. Plancherel.

1. *La pêche dans le lac de Neuchâtel en 1917*, par M. le prof. M. Musy. — Nous apprécions tous le voisinage d'un lac, non seulement au point de vue du pittoresque, mais pour tous les agréments que nous pouvons en retirer à celui des bains, du canctage et du poisson; encore nous rendons-nous bien compte à priori de la valeur de ce dernier? M. Maurice Vouga, inspecteur général de la pêche dans le lac de Neuchâtel, a publié, dans le courant de l'année dernière, une première statistique de la pêche pendant l'année 1917; je l'ai trouvée si intéressante, que je ne crois pas inutile de vous en donner un résumé.

Je fais abstraction des différentes sortes de permis de pêche délivrés par les trois cantons concordataires, me bornant à dire qu'ils ont été de 433 et ont rapporté la somme de 21 090 francs. Chaque pêcheur reçoit des feuilles de statistique où il doit inscrire journellement le résultat de sa pêche; les renseignements qu'il fournit sont strictement confidentiels et sont à la disposition de l'inspecteur et de la commission intercantonale.

Cependant M. Vouga considère les chiffres qu'il donne comme des minima, vu que les pêcheurs sont parfois négligents et surtout ils craignent que les résultats obtenus ne servent à faire élever le taux de l'impôt et des permis, alors qu'ils ne doivent que permettre de contrôler les travaux de pisciculture et d'exploiter au mieux les richesses du lac.

Le tableau suivant résume pour chaque espèce la quantité de poissons pêchés pendant l'année, il en indique la valeur et le prix moyen par kilogramme.

	Kil.	Valeur fr.	Prix moyen du kil. fr.
Palées	44 224	194 322	4,40
Bondelles	44 440	147 616	3,30
Truites	6 115	34 204	5,60
Ombles-Chevaliers	1 679	4 858	3,50
Perches	17 128	33 843	2,—
Lottes	948	2 065	2,20
Brochets	6 215	17 707	2,80
Vengerons	8 067	8 091	1,—
Carpes	640	1 075	1,60
Brêmes et Platelles	8 759	12 754	1,40
Tanches et Rotengles	4 387	7 997	1,80
Totaux	142 602	463 532	

Ces chiffres nous montrent d'abord l'énorme importance des *Corégones* (Palées et Bondelles) vis-à-vis des autres poissons, soit le 61,34 % du poids total ; leur valeur marchande est le 73,10 % du rendement total de tout le lac.

M. Vouga a établi également le pour cent en poids pour chaque espèce. Sur 100 kil. de poissons capturés, il y a environ 30 k. de palées, 4,22 de truites, 6 de

brèmes, etc., et cependant ces chiffres ne nous disent pas dans quelles proportions se trouvent en réalité les différentes espèces de poissons du lac et pourtant, dit l'inspecteur, c'est ce qu'il faudrait établir pour essayer d'en déduire les lois d'équilibre entre les espèces, le principe de l'utilisation complète de la nourriture du lac et les normes d'une exploitation rationnelle. Mais ce n'est que peu à peu, à mesure que la statistique s'enrichira que l'on pourra arriver à la connaissance de ces lois.

M. Vouga a laissé de côté les petits poissons, tels que goujons, ablettes, ronzons, etc., qui ne rentrent pas directement en ligne de compte pour le calcul du rendement du lac et qui cependant ont une grande importance au point de vue de la nourriture des brochets, des truites, des perches, etc. Leur développement nous sera peu à peu indiqué par celui des espèces piscivores.

Un travail analogue a été établi pour les pêcheurs suisses du lac de Constance par M. le Dr Surbeck, inspecteur fédéral de la pêche, et M. Vouga pense qu'en coordonnant les résultats de la pêche dans nos différents lacs, on arrivera à établir *dans quelles proportions* les différentes espèces de poissons *habitent ou doivent habiter* nos lacs pour utiliser le *maximum* de la nourriture, soit toute la nourriture formée par les différents cycles biologiques qui évoluent dans nos eaux et dans quelles proportions également le pêcheur pourra et devra capturer les diverses espèces pour utiliser le maximum des disponibilités sans entamer les réserves.

M. Vouga appuie cette thèse par l'exemple suivant. Supposons que notre lac ne soit habité que par des corégones qui se nourrissent des animalcules qui vivent

au fond du lac et constituent ce que l'on appelle la *faune profonde*, ainsi que ceux qui habitent entre deux eaux, au large du lac, soit la *faune pélagique*. Les corégones utiliseront au mieux ces deux sources de nourriture, mais négligeront la riche *faune littorale* faute de pouvoir l'ingérer, la mâcher et la digérer. Cette troisième source de nourriture resterait inutilisée et par conséquent notre lac ne serait pas rationnellement peuplé et ne rendrait pas ce qu'on serait en droit d'en attendre au point de vue économique, la perte serait de plus de 100 000 fr. d'après les chiffres donnés précédemment.

Un exemple aussi absolu que celui qu'on vient de considérer n'existe sûrement pas, mais il est plus que probable cependant qu'il y'a des lacs et des rivières où toute la nourriture naturelle n'est pas entièrement utilisée par le fait qu'il ne s'y trouve pas suffisamment les différentes espèces aptes à consommer ce que la nature met à leur disposition. Il est donc tout indiqué de rechercher à l'aide des statistiques la *loi de l'équilibre des espèces*.

La statistique pour 1917 dans le lac de Neuchâtel permet de classer les espèces d'après leur importance en poids et ce classement donne assez approximativement la proportion des différentes espèces vivant dans notre lac.

M. Vouga compare ensuite les résultats de sa statistique avec ceux qu'a obtenus M. le Dr Surbeck pour le lac de Constance pour les années 1914 et 1915 d'après les captures des pêcheurs suisses, allemands et autrichiens. Il arrive à la conclusion que l'analogie des résultats de la pêche est remarquable pour ces deux grands lacs réputés à juste titre comme très poisson-

neux. La proportion des espèces capturées est à peu près identique et en proportion de leur superficie le rendement est sensiblement le même.

On peut admettre que le lac de Neuchâtel est dans un état prospère quant au développement des corégones, leur proportion, 61,34 %/o. paraît normale ; cependant la continuation des recherches montrera s'il n'y aurait pas lieu de multiplier le réempoissonnement des *palées*.

Les poissons blancs de la faune littorale (brêmes, platelles, vengerons, tanches, rotengles, nases, carpes, chevaines et barbeaux) étant abondants, on peut se demander s'il n'y aurait pas lieu de multiplier le brochet ?

La truite avait considérablement diminué à cause des difficultés qu'elle éprouve à se reproduire dans les rivières canalisées et barrées, mais on doit constater que les efforts faits pour la multiplier ont été couronnés de succès. On a jeté chaque année dans le lac quelques dizaines de mille truitelles de six mois à une année. En 1917, on en a pêché 6347 d'un poids de 6115 kilos et valant 34 204 francs. Le poids moyen de ces truites a été 0,963 kil. Ces chiffres son éloquents et démontrent que pour maintenir et développer cet excellent poisson, il faudrait verser chaque année au lac au moins 20 000 truitelles. La lotte n'est pas très abondante et elle n'est pas à multiplier vu qu'elle détruit abondamment le frai et les jeunes poissons.

Enfin, quoique la perche ait une viande savoureuse et ferme, elle n'est pas à multiplier, il suffit tout au plus d'en maintenir la proportion actuelle ; si elle devenait plus abondante, elle constituerait un danger pour les autres espèces.

Cette statistique et les conclusions de M. Vouga m'ont parues dignes d'être signalées à notre société.

On peut espérer aussi que les études entreprises par la Commission d'hydrobiologie de la Société helvétique des sciences naturelles sur le lac des Quatre-Cantons, apporteront de nouvelles lumières sur toutes les questions intéressant la pisciculture et la meilleure utilisation de nos lacs.

2. *Matière et éther*: II. *Le principe de relativité*, par M. le prof. M. PLANCHEREL. — Soient A , A' deux observateurs animés d'un mouvement de translation uniforme l'un par rapport à l'autre. Dotons les d'appareils de mesures identiques et supposons ces appareils en repos par rapport à A et à A' . Faisons enregistrer par chaque observateur l'histoire des phénomènes qu'il observe, des expériences et des mesures qu'il fait ou qu'il voit faire à son collègue. Les deux histoires ainsi écrites ne sont pas indépendantes puisqu'elles ne sont que l'enregistrement des mêmes phénomènes vus de points de vue différents par des observateurs animés de mouvements différents. Si l'on connaît l'histoire écrite par A' et le mouvement de A relativement à A' , il doit être possible d'écrire a priori l'histoire qu'écrit A . Comment effectuer cette traduction?

Pour simplifier, nous ne considérerons que les phénomènes qui ont lieu sur la droite joignant les deux observateurs. A fixera un événement dans son histoire au moyen de deux quantités: l'instant t de l'événement et la distance x qui le sépare à cet instant du lieu de l'événement. A' fixera le même événement au moyen de deux quantités analogues t' et x' . Le problème de traduction posé plus haut est équivalent au suivant: quelles relations y a-t-il entre les coordonnées x , t attribués par A à un événement et les coordonnées x' , t' attribués par A' au même événement?

Si v désigne la vitesse de A relativement à A' , la mécanique newtonienne répond à la question par les relations

$$x = x' + vt, \quad t = t' \quad (1)$$

D'après Einstein, au contraire, les formules (1) ne sont qu'approchées et ne sont utilisables que pour les vitesses petites par rapport à celle de la lumière. Les formules exactes seraient

$$x = \frac{x' + vt'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad t = \frac{t' + vx'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (2)$$

où c représente la vitesse de la lumière dans le vide.

L'examen des formules (1) et (2) fait constater des divergences fondamentales sur les points suivants :

1. La simultanéité et la durée sont des notions absolues dans la cinématique newtonienne : deux événements simultanés pour A' sont simultanés pour A ; l'intervalle de durée de deux événements est le même pour A et pour A' .

Dans la cinématique d'Einstein, au contraire, simultanéité et durée sont des notions relatives : deux événements simultanés pour A' ne sont pas simultanés pour A ; la durée du même phénomène est différente pour A et pour A' .

2. Dans la cinématique newtonienne, les dimensions d'un corps sont indépendantes du mouvement de ce corps et sont les mêmes pour A et pour A' . Dans la cinématique d'Einstein, ces dimensions dépendent de la vitesse relative du corps par rapport à l'observateur.

A sa cinématique Einstein a ajouté une dynamique qui conduit elle aussi, pour les grandes vitesses, à des conclusions différentes de la dynamique newtonienne. Nous ne citerons que les deux suivantes :

3. La masse devient une notion relative : A et A' attribueront au même corps des masses différentes.

4. La séparation de l'énergie en énergie potentielle et en énergie cinétique est relative elle aussi au mouvement de l'observateur ; toute augmentation de l'énergie d'un corps entraîne une augmentation de masse de ce corps.

La mécanique d'Einstein bouleverse donc entièrement les notions de la mécanique classique. Si cependant elle est maintenant adoptée par de nombreux physiciens, c'est qu'elle est la seule mécanique qui concilie le principe de relativité avec l'expérience.

Qu'affirme le principe de relativité ? Il affirme que l'histoire des événements qu'un observateur A enregistre dans un système de corps ne dépend que des positions et des mouvements relatifs de ces corps par rapport à A et qu'elle est indépendante d'une translation uniforme commune de A et du système.

Or, si l'on admet la mécanique newtonienne, le principe de relativité qui s'y exprime cinématiquement par les formules (1) est en contradiction avec l'expérience. Si, en effet, nous appliquons les formules (1) à l'éther, nous concluons que la vitesse de la lumière mesurée dans un système par un observateur entraîné avec le système dépend de la vitesse du système par rapport à l'éther. L'expérience de Michelson semble prouver le contraire. Pour lever la contradiction, Lorentz admettait (hypothèse de la contraction) qu'un corps en mouvement par rapport à l'éther se contracte dans le sens du mouvement dans le rapport $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ où v est la vitesse du corps par rapport à l'éther. Einstein résoud la difficulté d'une manière plus radicale. L'expé-

rience de Michelson, interprétée sans idées préconçues, montre d'après lui que la vitesse de la lumière mesurée dans un système en mouvement par un observateur entraîné par le système est une *constante* indépendante de la vitesse du système. D'autre part, Einstein veut maintenir le principe de la relativité. Or, puisque l'on ne peut pas concilier le principe de la relativité newtonienne donné par les formules (1) avec le postulat de la constance de la vitesse de la lumière, Einstein se pose le problème suivant : Déterminer les formules de transformation qui relient x , t et x' , t' , de manière à ce que le principe de relativité soit vérifié et que la constance de la vitesse de la lumière soit sauvegardée.

Le problème ainsi posé admet une seule solution donnée par les formules (2).

Séance du 5 juin 1919.

Présidence de M. le prof. M. Plancherel, président.

1. La Société des sciences naturelles vient de perdre son dévoué caissier, M. Charles Joye, décédé le 21 mai 1919. En ouvrant la séance, le président exprime les regrets que cause ce décès ; il rappelle l'activité de M. Charles Joye au sein de la Société : membre du comité et caissier depuis l'année 1915, M. Joye a contribué encore par de nombreuses et intéressantes communications à la bonne marche et au développement de la Société. L'assemblée se lève pour honorer la mémoire du défunt.

M. Ed. Brasey, secrétaire, est chargé de la gestion de la caisse pour l'exercice 1919.

2. *Meteorsteine und Meteoreisen*, von Herrn Dr. PAUL KOLLER. — Die aus dem Himmelsraum auf unsere Erde herabfallenden Körper haben von jeher das Interesse der Menschheit erregt und deshalb haben wir schon aus dem frühesten Altertum Nachrichten über Meteorfälle. Begreiflicherweise wurden diese Erscheinungen mit übernatürlichen Kräften in Verbindung gebracht und die Meteore waren Gegenstand göttlicher Verehrung, sind es zum Teil auch heute noch.

In unserer Zeit interessieren uns diese Massen besonders deshalb, weil sie die einzigen Boten aus dem fernen Weltall sind, die bis zu uns gelangen.

Wir können die Meteoriten in 2 Hauptgruppen einteilen: in Meteorsteine und Meteoreisen. Zwischen beiden gibt es dann eine Reihe von Verbindungsgliedern.

Die Meteorsteine bestehen aus Mineralien, die in ihrer allergrössten Zahl auch auf unserem Planeten vorkommen. Hauptsächlich sind es Olivin, Augit, Bronzit und Plagioklas. In fast allen finden sich kleine Kügelchen (Chondren) — aus verschiedenen Mineralien zusammengesetzt — wie sie in irdischen Gesteinen nicht vorkommen. Das Gefüge der Meteorsteine ist ein feinkörniges, dichtes, oft auch breccieenartiges, vulkanischen Tuffen oft sehr ähnlich; die Farbe ist grau. Ihrer chemischen Zusammensetzung nach sind sie zu den basischen Gesteinen zu rechnen. In den Meteorsteinen finden sich oft Eisenflitterchen und diese Gebilde leiten zu den Meteoreisen über. Eine besondere Stellung nehmen die *Pallasite* ein, das sind Körper mit einer Grundmasse aus Eisen, zwischen welche Körner und Kristalle von Olivin eingesetzt sind.

Die reinen Meteoreisen bestehen aus einem Nickelhaltigen Eisen. Wenn man einen solchen Meteorit

anschleift und mit verdünnter Salpetersäure ätzt, so entstehen auf der Schlifffläche die sog. Widmannstätt'schen Figuren. Das Meteoreisen besteht aus sich kreuzenden Platten von nickelärmeren Eisen dem *Kamazit* auf dem dünne Schichten von sehr nickelreichem Eisen dem *Tänit* liegen. Die übrigbleibenden Zwischenräume sind dann wieder mit nickelarmen Eisen dem *Plessit* ausgefüllt. Durch das Ätzen wird das nickelärmere Eisen stärker angegriffen als der *Tänit*, der sich in feinen Linien vom *Kamazit* und *Plessit* abhebt und so die bekannte Zeichnung hervorbringt.

Vereinzelt findet man auch Meteoreisen, das diese Widmannstätt'schen Figuren nicht zeigt, auf dessen geätzter Oberfläche nur feine Linien (Zwillingsstreifen) erscheinen (Braunauer Eisen).

Über die Herkunft der Meteorite ist man noch nicht mit Sicherheit zu einer Erklärung gekommen. Wahrscheinlich verdanken sie ihre Entstehung vulkanischen Processen fremder Himmelskörper.

Kommen diese Massen, die sich mit planetarischer Geschwindigkeit bewegen in die Atmosphäre, so wird ihrem Fortschreiten ein grosser Widerstand entgegengesetzt. Die lebendige Kraft wird in Wärme umgewandelt und diese schmilzt den Meteorit oberflächlich, bringt die ganze Masse zum Glühen. Deshalb sind sie auch immer von einer Schmelzrinde bedeckt. Teilchen dieser geschmolzenen Oberfläche werden durch den Luftstrom nach rückwärtsgerissen und bilden so den leuchtenden Schweif. Das Geräusch, das immer zu beobachten ist rührt einesteils von der in den luftleeren Raum, der hinter dem fallenden Meteor entsteht, einstürzenden Luft, anderenteils von der Kopfwelle, die dem zum Stillstand gelangenden Körper vorausseilt.

Die Grösse der Meteore ist sehr verschieden. Vereinzelt hat man grosse Massen bis 50 Tonnen gefunden, meistens ist aber die Grösse viel geringer, kann sogar bis zu Staubkörnern heruntersinken. Die Anzahl der herabfallenden Steine ist auch verschieden. Gewöhnlich ist es nur ein Körper, aber man hat auch Steinregen von 3000, bei Pultusk in Polen 1868 sogar ungefähr 100 000 beobachtet.

3. *Influence de la vue sur le développement intellectuel et physique des enfants*, par M. le Dr TH. MUSY. — M. le Dr Musy donne, pour commencer, la définition de l'Emmétropie et de l'Accommodation, de l'Hypermétropie, de la Myopie et de l'Astigmatisme. Il montre ensuite comment l'on corrige les vices de réfraction.

Passant ensuite à son sujet proprement dit, il montre l'*Emmétrope* aussi à son aise pour la vision au loin que pour la vision des objets rapprochés, la lecture, l'étude, etc.

L'*Hypermétrope*, assez bien situé pour voir au lointain, se fatigue rapidement au travail à cause du surcroît d'effort imposé à ses yeux par l'Accommodation qui s'ajoute à la neutralisation de son Hypermétropie.

L'Hypermétrope ne peut être assidu au travail, car il souffre à la longue ; il est par contre vif et turbulent au jeu, d'où en général mauvaise opinion de son maître et mauvais classement.

Le *Myope* ne voit pas au loin, mais peut travailler, toute proportion gardée, plus longtemps et avec plus d'assiduité que l'Hypermétrope. Il ne sera, par contre, pas un joueur turbulent, car il ne voit pas courir ses camarades, venir la balle, etc. Il se complait dans la méditation ou la lecture, d'où bonne opinion de son maître et bon classement.

L'*Astigmat*e est toujours à plaindre. Il ne voit pas bien les objets éloignés et le travail de près lui est douloureux.

Il est donc le moins bien situé de tous. Après correction des vices de réfraction par des verres appropriés, nous voyons l'Hypermétrope devenir plus assidu en classe et le myope prendre part avec succès aux jeux de ses camarades. L'*Astigmat*e, de même, n'est plus douloureux et il rentre à son profit dans la vie normale, après correction de son infirmité.

Ces données ne sont pas seulement théoriques et construites pour les besoins de la cause. L'expérience a montré dans mille cas la vérité des faits.

Comme conclusion pratique : corrigeons donc le plus vite possible les yeux des enfants qui ont mauvaise vue et faisons examiner ceux auxquels le travail paraît particulièrement pénible.

Séance du 26 juin 1919.

Présidence de M. le prof. M. Plancherel.

1. *La géographie humaine de Pester et de Sjenica* (en Serbie, dans l'ancien Sandzak de Novi Pazar), par M. le prof. B. MILOJEVIC. — Les recherches de géographie humaine dans les régions de Pester et de Sjerica ont été effectuées pendant l'été 1914 et 1915. Une conférence sur ces recherches fut faite dans la séance de la Société des sciences naturelles, à Fribourg, le 26 juin 1916. Cet exposé contient les points principaux de la conférence.

I. *Les établissements humains.*

a) Les villages. D'après la position, il y a trois groupes de villages : les villages situés autour d'une source dans les parties carstiques ; les villages situés le long des escarpements calcaires où jaillissent les sources, et les villages situés sur les côtes ensoleillées des vallées. D'après la forme, les villages du premier groupe sont annulaires, ceux du second linéaires et les troisièmes disséminés. À côté de la maison (qui est composée de la cuisine et de la chambre), les autres bâtiments sont : le vajat (pour la vie intime de chaque couple de la zadrouga) ; le mlekar, le jagnjecar et le telecar pour les besoins de l'élevage ; et l'ambar destiné à l'agriculture.

Les villages les plus anciens dans la région de Pester furent fondés au commencement du XVIII^{me} siècle par les Albanais Klimenti, immigrant des environs de Skadar (Scutari). Les villages de la population serbe (orthodoxe ou musulmane) de Pester et de Sjenica sont fondés au cours du XVIII^{me} et XIX^{me} siècle par les immigrés venant des tribus monténégrines et fuyant devant la vendetta. Ces villages se sont accrus non seulement par l'accroissement de la population, mais encore par l'immigration sans cesse renouvelée.

b) Les « stans. » Presque chaque famille possède, à côté de la maison dans le village, un stan au-dessus du village. Pendant l'été on fait paître le troupeau autour du stan. Les bâtiments du stan sont la koliba et le mlekar, où on fabrique les produits du lait et où on les garde. Situés soit sur les terrasses lacustres, soit sur les côtés des vallées, les stans sont toujours au-dessus des villages. La forme de stan, c'est la forme de villages agrandie : tandis que autour des maisons

dans un village il n'y a que de petits champs, les stans sont entourés par des pâturages.

c) La ville de Sjenica. La ville de Sjenica était une station de caravanes sur la grande route de Dubrovnik (Raguse). Cette route conduisait de Dubrovnik, la ville prospère sur la côte dinarique, vers l'arrière-pays. Dans la ville de Sjenica on distingue la partie centrale de la ville (« carsija ») avec des magasins, cafés, etc., et les parties périphériques (« mahale »), quartiers pour l'habitation qui se sont développés autour des routes. Les bâtiments en carsija sont petits : un rez-de-chaussée, les maisons dans les « mahale » sont à étages.

II. *Mode de vie.* Le fond du bassin de Pester est au-dessus de 1100 m. et celui du bassin de Sjenica au-dessus de 1000 m. Dans ces hautes régions, il n'est possible de cultiver que l'orge et l'avoine. L'agriculture est peu développée. Au contraire, l'élevage représente l'occupation principale. Chaque famille possède son troupeau de brebis, dont le nombre s'élève parfois à 500. Pendant l'été, la population travaille hors du village. Les hommes fauchent les herbes et apportent le bois de chauffage de la montagne ; les femmes fabriquent les produits du lait dans les stans, et les enfants font paître les troupeaux. A l'approche de l'hiver, toute la vie se concentre dans le village. La nourriture d'hiver du bétail (les herbes desséchées), la nourriture humaine (les grains et les produits du lait), aussi bien que le bois de chauffage sont amassés autour des maisons. Pendant l'hiver, qui est très long et rigoureux, la population s'éloigne très peu des maisons. Dans la ville de Sjenica, la majeure partie de la population est formée par les Serbes musulmans, Les habitudes musul-

manes sont de fumer beaucoup, de prendre souvent du café et d'être toujours soigneusement rasé. A cause de ces habitudes, on rencontre dans la ville, presque à chaque pas, des magasins de tabac, des cafés, etc. Sjenica représente un marché très important de bétail.

II. *La circulation.* Les points d'attraction dans la circulation intérieure sont représentés par les ruisseaux, provenant de sources carstiques, rares mais abondantes en eau. Sur ces ruisseaux nombreux sont les moulins où viennent moudre les paysans des villages voisins. Les relations entre les régions de Pester et de Sjenica et les régions environnantes sont assez vives. Ces régions sont le pays de Novi Pazar à l'est, le pays de Moravica au nord et le pays de Lim à l'ouest. Dans ces pays bas, à climat doux, comme produits principaux figurent : blé, maïs, prunes, etc. Les habitants de Pester et de Sjenica vont chercher ces produits, tandis que les commerçants des pays environnants envoient leurs bœufs aux pâturages de Pester et de Sjenica pour y être engraisés. La transhumance existe dans les années où les herbes sont mauvaises. Au commencement du XIX^{me} siècle, les pasteurs de Pester et de Sjenica allaient hiverner avec leurs brebis dans les basses régions de la Serbie septentrionale. Après l'affranchissement de la Serbie, ces pasteurs se dirigèrent vers la Bosnie septentrionale. Mais, après l'occupation de la Bosnie, les pasteurs de Pester et de Sjenica allaient vers le littoral adriatique, dans l'Albanie septentrionale, ou vers le littoral égéen dans les environs de Salonique.

2. *La détermination des longitudes par la télégraphie sans fil*, par M. le Dr P. LAMBOSSY. — L'auteur n'a pas fourni de résumé.

Séance du 17 juillet 1919.

Présidence de M. le prof. M. Plancherel.

1. *La Corse : origines et distribution du relief*, par M. P. CASTELNAU. — Géologiquement on peut diviser la Corse en deux parties par une ligne presque droite orientée N.N.W.—S.S.E. et joignant l'embouchure du Regino à Solenzara. Corse éruptive à l'W et au S.W., Corse sédimentaire et métamorphique à l'E. et au N.E.

La plus grande partie de la région orientale est occupée par un complexe schisteux métamorphique sur l'âge duquel on s'est longtemps mépris. La carte géologique au 1:320.000 en fait du précambrien. Rajeunis, ces schistes ne purent l'être que du jour où l'on tint compte de superpositions anormales impliquant l'existence de grands chevauchements. Il ne pouvait plus dès lors subsister aucun doute : les schistes lustrés, avec *Pietre verdi* de la Corse orientale, si analogues à la série de Voltri en Ligurie, et, d'une façon plus générale, aux schistes lustrés des Alpes, constituent eux aussi une « série compréhensive » mésozoïque, superposée peut-être elle-même à une autre série compréhensive antérieure (permo-carbonifère). En même temps s'affirmait cette proposition que la Corse orientale est bien un pays de charriages. L'interversion fréquente et irrégulière des différents termes du complexe schisteux (schistes sériciteux, schistes amphiboliques avec roches vertes, cipolins, etc.) laisse même supposer que c'est d'un empilement de plusieurs nappes que l'on se trouve en présence.

La série des schistes lustrés n'est pas la seule à se

présenter disposée en nappes. C'est dans de semblables conditions que se montrent les gisements sédimentaires non métamorphiques de Macinaggio, de St-Florent (sauf le miocène), de Pedani, d'Orianda, de Corte, etc., où, sous forme d'écaillés lenticulaires et broyées ayant à leur base une lame de granite écrasé, des terrains secondaires à faciès briançonnais et éogènes avec roches vertes apparaissent à leur tour charriés au-dessus de la masse des schistes lustrés.

Quant à l'origine de ces nappes — question fort importante au point de vue de la géologie générale, puisque la position de la Corse dans la grande chaîne alpine en dépend — il résulte des dernières observations de M. P. Termier qu'il faut la chercher du côté de l'occident. Et non seulement les nappes de la Corse orientale se seraient déroulées de l'W. à l'E., mais encore l'axe tectonique de la chaîne (ou bande autochtone séparant le régime alpin à refoulements E.-W. du régime apennin à refoulement W.-E.) se trouverait ici franchement à l'écart de la zone des schistes lustrés et à l'extérieur de la zone briançonnaise elle-même, ou tout au moins sur son bord externe, puisque les formations néritiques de cette dernière zone ont été également déversées vers l'E. Il y aurait donc, entre le continent et la Corse, chevauchement de l'axe tectonique sur l'axe stratigraphique.

Les seuls terrains que l'on puisse considérer avec certitude comme étant en place sont les dépôts miocènes. Encore y a-t-il lieu de remarquer que ceux du bassin de St-Florent sont assez fortement redressés et que nous sommes ainsi amenés à tenir compte d'une nouvelle phase de mouvements orogéniques ayant entraîné un replissement des masses charriées.

Quant à la région occidentale, le granite en occupe la plus large surface. De nombreux et importants massifs granulitiques s'y rencontrent également, dont le rôle dans la topographie est prépondérant. Signalons également, dans cet ordre d'idées, la bande de roches granitoïdes écrasées (marquée protogine sur la carte au 1:320.000) qui, en bordure du massif cristallin, n'est autre que la base de la nappe des schistes lustrés et dont la gneissité et les multiples plans de laminage doublent pour le morphologiste l'intérêt que lui confère sa grande résistance. Enfin, une énorme masse de coulées porphyriques (rhyolithes pour la plus grande partie) couvre au N.-W. une superficie de près de 400 km. carrés. Les quelques îlots de schistes carbonifères que l'on rencontre enrobés à leur base confirment l'âge permien des rhyolithes. L'importance de ces roches est primordial dans la morphologie de cette partie de la Corse.

Voyons maintenant comment s'agence et se distribue le relief insulaire,

La carte hypsométrique que j'ai dressée à cet effet montre d'une façon frappante l'opposition de deux systèmes montagneux, très dissemblables par leur importance relative et leur orientation, et correspondant aux deux régions distinguées par la géologie.

Une série de chaînes remarquablement alignées dans une direction moyenne S.W.-N.E. couvre presque les deux tiers W. et S.W. de l'île. Le rôle de crête principale est tenu par une ligne sensiblement N.W.-S.E. très affectée par la rencontre des chaînes successives ; aussi cette ligne de partage, car c'est surtout le nom qui lui convient, a-t-elle, en plan, une allure assez désordonnée, et il est à remarquer que plusieurs des

principaux sommets de l'île se trouvent en dehors de son parcours. Enfin, ce système montagneux s'élève partout à de grandes hauteurs et la zone hypsométrique supérieure à 2000 m. en occupe une très appréciable superficie.

Sous un tout autre aspect apparaît la partie N.E. de l'île. D'une régularité apparemment plus indécise, elle n'en possède pas moins, sous la forme de deux masses principales séparées par la coupure du Golo, une individualité bien marquée. En dépit des cours d'eau qui en morcellent un peu l'ensemble, ce second système laisse facilement reconnaître plusieurs crêtes qui se dirigent du N. au S. avec tendance à l'incliner vers le S.E. Aucune ligne principale de hauteurs ne réunit ces diverses chaînes, et c'est allongés suivant leur axe que se dressent les principaux pics de cette région, sommets dépassant rarement l'altitude de 1500 m.

Une longue dépression, généralement inférieure à 300 m. et toujours à 600, sert de séparation aux deux systèmes. La carte hypsométrique fait ressortir au plus haut degré ce long sillon qui constitue peut-être la particularité la plus remarquable de la Corse.

Corse orientale. Le relèvement de cette région plissée a été en moyenne relativement modéré puisqu'on voit les nappes disparaître plus loin sous les eaux de la mer Tyrrhénienne. Dans le Piémont, cependant, c'est en entier que les nappes apennines sont restées enfouies sous la plaine du Pô. En Corse, elles parviennent par contre à édifier d'importants reliefs. Combien ils sont différents, pourtant, — ces reliefs — de ceux de la zone alpine proprement dite, où l'érosion a pu s'attaquer si vigoureusement aux nappes de recouvrement que leur substratum est parfois mis à jour sur de grandes

étendues et qu'il en résulte une topographie extrêmement tourmentée et variée, due à la sculpture intensive des plis autochtones chaotiques et laminés ! D'ailleurs, même là où un relèvement moins accentué a permis le maintien, à leur surface, d'une couverture charriée presque continue, comme dans les Alpes orientales, les pays de nappes alpines restent, par leur topographie, essentiellement différenciés des pays de nappes apennines, non seulement par leur altitude encore considérable, mais encore en raison de la structure intime plus compliquée des nappes de régime alpin et du laminage plus intense qu'elles ont subi. Les nappes apennines, et en particulier les nappes corses, outre que leur situation plus basse est pour elles le gage d'une meilleure conservation, ont une anatomie très différente des précédentes pour n'avoir pas souffert des mêmes efforts de compression et d'écrasement (« nappes du deuxième genre » de M. Termier). L'on conçoit que, pour toutes ces causes, la topographie y doive être moins heurtée et d'aspect plus mûr.

Il ne s'ensuit pas que la genèse du relief de la Corse orientale soit des plus faciles à préciser. Ce relief reste directement subordonné à des plissements tertiaires. Ceux-ci, cependant, apparaissent comme composites. La plus ancienne phase orogénique à laquelle nous puissions remonter est celle qui aboutit au charriage et à la mise en place des nappes (oligocène). Ce fut le début d'un cycle d'érosion, vraisemblablement activé dans son travail par un soulèvement et une déformation consécutifs de ces nappes. Les géologues ne nous ont pas fixé sur l'étendue de la transgression miocène qui vint ensuite. Il y a lieu de croire qu'elle fut assez réduite et qu'une bonne partie de l'île est restée émergée,

Enfin, une dernière manifestation orogénique, moins intense et moins généralisée quoique des plus importantes pour la géographie future de la région, fut caractérisée par un plissement de l'ensemble.

Quelle a été la part prise par chacun de ces phénomènes dans l'élaboration du relief actuel? et comment celui-ci s'est-il adapté à la structure interne des nappes progressivement mises à jour? Nous pouvons, dès l'instant, constater que la surface topographique est loin de se confondre avec la surface structurale de leurs couches plissées. Non seulement c'est le propre de l'évolution habituelle du relief que de s'appliquer, sous l'influence de causes diverses, à détruire pareille identité, mais encore il n'apparaît pas que cette dernière ait dû jamais être réalisée.

Il est reconnu aujourd'hui que les plis couchés et les nappes de charriage n'ont pu se produire qu'à l'abri d'une épaisse couverture sédimentaire, ces complexes dislocations représentant en profondeur l'exagération d'une tectonique superficielle bien moins tourmentée. De même, les accidents qui ont postérieurement affecté ces nappes, lors du soulèvement de la région et de sa constitution à l'état de montagnes, n'ont dû se traduire à la surface qu'en plissements atténués et simplifiés, pouvant d'ailleurs ne correspondre qu'imparfaitement, suivant la verticale, avec les plis sous-jacents. Or, cette tectonique superficielle est celle qui présida à l'établissement du réseau hydrographique initial, les premiers cours d'eau s'étant nécessairement conformés aux pentes générales de la surface structurale originelle. Et ce n'est qu'au fur et à mesure de l'enfoncement des thalwegs au cœur du massif montagneux que sa structure interne a pu être révélée. Par rapport à celle-ci, le

tracé des vallées participe donc d'une condition « antécédente. » Même, abstraction faite de toute évolution postérieure du relief, il ne saurait ainsi y avoir identité nécessaire entre l'orographie et la tectonique. Dans certains cas, l'emplacement des vallées, pour avoir été déterminé à l'origine par des ondulations de la surface structurale reflétant exactement les plissements sous-jacents, a pu, jusqu'à nos jours, conserver une position synclinale. Mais souvent il n'en a pas été ainsi, soit que le rythme des plis superficiels n'ait pas correspondu aux dislocations profondes, soit qu'au cours de leur enfoncement les thalwegs se soient déplacés latéralement.

Mais, à défaut de coïncidence de tracé, il y a malgré tout identité d'« orientation » entre les lignes directrices de la tectonique et celles du relief. Cela se conçoit par la permanence du sens dans lequel se sont produits les efforts de plissement. Les nappes, refoulées de l'W. à l'E., se sont résolues en accidents N.-S. C'est dans la même direction que se sont orientées les ondulations de la surface structurale et que tout cet ensemble, nappes et zone superficielle, fut ensuite replissé, en particulier à la fin du miocène. Si bien, qu'établies dès le début dans ce sens, les lignes de drainage, malgré qu'elles aient pu, au cours de leur enfoncement, s'éloigner des plans axiaux des synclinaux, leur sont restés parallèles, sans avoir à recouper des accidents de direction contraire.

Quoique les coudes de certains cours d'eau semblent dus à une évolution récente, l'emplacement des dépressions occupées par ceux-ci n'en devait pas moins être marqué à l'origine par des ensellements de la surface structurale, ployée, lors de son soulèvement, en deux

systèmes de rides orthogonales. C'est ce que permet même parfois de vérifier le maintien d'une coïncidence entre certaines vallées transversales (Golo) et les ondulations verticales observées dans la partie actuellement visible des plis. Le morcellement transversal dont s'en trouve affecté le relief est impuissant d'autre part à masquer la continuité des directions orographiques dominantes. L'allure générale de la région orientale reste donc essentiellement caractérisée par une « succession de crêtes et de vallées les unes et les autres parallèles aux accidents tectoniques et adaptées à sa structure interne. »

La migration des lignes de faite, susceptibles, avons-nous dit, de s'être déplacées latéralement, parallèlement à elles-mêmes, est le résultat de l'adaptation du réseau hydrographique aux conditions génétiques du sous-sol. Mais, tandis que dans les montagnes de type jurassien, pareille évolution est commandée par la différence de dureté de bandes interstratifiées d'une façon continue, elle reste ici essentiellement subordonnée à la distribution plus irrégulière d'importants massifs ou amas de roches dures (gobbros, péridotites, serpentines) appartenant aux masses charriées, mais dont les affleurements n'en ont pas moins tendance, par suite de la structure surplissée du pays, à s'aligner dans le sens longitudinal. C'est ainsi que la principale ligne de hauteurs de la région orientale, la chaîne du San-Pietro, se trouve en grande partie résulter de la mise en saillie de ces roches. Par leur abondance sur le flanc occidental de la presqu'île du Cap Corse, les mêmes roches vertes ont contribué à la dissymétrie transversale de cette péninsule en attirant à elles son axe orographique,

Corse occidentale. Les granites et granulites appa-

raissant complètement dégagés de toute couverture sédimentaire, nous ne pouvons, de ce chef, tirer aucune déduction quant au sens et à l'importance des plissements primaires. Seule, l'orientation très constante des bandes granulitiques et des fractures à injections filoniennes nous permet d'en reconnaître la direction S.W.-N.E., direction concordante d'ailleurs avec celle de plissements contemporains observés dans des régions similaires (Maures).

Ce serait se tromper grossièrement néanmoins que de conclure que le relief actuel de la Corse occidentale, composé d'arêtes montagneuses soumises à la même orientation, représente les restes, les ruines encore debout de l'édifice hercynien. C'est jusqu'à son soubassement que celui-ci a dû être rasé, et le relief, dont toutes les formes accusent d'ailleurs la jeunesse, qu'il nous est aujourd'hui donné d'observer à cette place, ne peut être que le résultat d'une surrection récente de la région — surrection en bloc, cette fois, d'un massif désormais rebelle à tout plissement et capable seulement d'avoir pu se disloquer, suivant les anciennes lignes de fractures, en compartiments inégalement surélevés. Mais c'est surtout par l'érosion que furent reprises ces anciennes lignes directrices, par les eaux courantes qui, en s'enfonçant dans le massif exhaussé, le découpèrent en une succession de crêtes S.W.-N.E. — et c'est par là que le relief actuel fut sculpté à l'image d'une tectonique ancienne.

Combien avait été déjà réduit, à la fin du carbonifère, le relief hercynien, c'est ce que montre, dans le N.W., la superposition des rhyolithes à des plis rabotés la plupart du temps jusqu'au substratum cristallin. Si, néanmoins, certaines traces de ce relief ont

ainsi pu être en quelques points conservées par leur ensevelissement sous cette couverture parasite, ailleurs l'œuvre d'érosion se poursuivait sans relâche à la faveur de longues périodes d'émersion, faisant disparaître les dernières traces de lambeaux sédimentaires.

Pour en revenir au district du N.W., puisque c'est le seul susceptible de nous documenter sur l'histoire de la région, il n'est guère vraisemblable d'admettre, étant donné le décapage déjà fort avancé du massif à la fin du carbonifère, que les émissions rhyolithiques aient pu édifier des reliefs de haute montagne comparables à ceux d'aujourd'hui. L'existence que nous avons découverte, sur l'un des points actuellement les plus élevés du territoire rhyolithique (Paglia Orba, 2525 m.) d'une calotte de conglomérats permien dénonce en tous cas la condition surbaissée à laquelle était peu après ramenée la région et il n'y a pas de raison d'admettre qu'il n'en fut pas de même de l'ensemble du massif hercynien.

Quant à la surrection définitive du bloc cristallin, elle reste l'œuvre de mouvements tertiaires, sans qu'il soit possible d'en préciser la date. Un nouveau cycle d'érosion dès lors s'inaugura. A la surface du massif cristallin porté à plusieurs milliers de mètres d'altitude, les eaux courantes se livrèrent à des travaux de sculpture d'où résulte en définitive la physionomie topographique actuelle de la région.

Si nous considérons en premier lieu les résultats d'une descente générale de la surface structurale provoquée non pas tant par les eaux courantes que par les influences météoriques et le ruissellement, il est facile de se rendre compte que cette érosion superficielle s'est accomplie d'une façon très inégale en raison

de la nature respective des terrains rencontrés. D'où le groupement des massifs de haute altitude dans certains districts privilégiés et la signification d'une première différenciation imposée à l'ensemble du relief.

A cet égard, la situation culminante des montagnes porphyriques est on ne peut plus expressive. A part le Monte Rotondo, les sommets dépassant 2500 m. sont tous localisés dans les rhyolithes et la zone supérieure à 2000 m. y occupe une importante superficie (chaînes du Monte Ciuto et du Monte Padro). Quant aux masses de granulite, leur mise à jour avait été déjà réalisée en partie à la fin du carbonifère, les rhyolithes ayant pu venir s'appliquer directement sur elles. Ravinée par l'exhaussement de la région, l'érosion s'est appliquée à rajeunir une topographie atrophée, ressuscitant d'anciennes formes et laissant en particulier en relief au-dessus du granite les affleurements de ces roches plus dures. Leur surélévation relative est la règle, quelle que soit l'altitude moyenne des contrées où elles affleurent, et leur influence sur la distribution absolue du relief est manifeste. Signalons aussi que des phénomènes de laminage, en affectant, en bordure de la zone éruptive, des roches variées, ont engendré une longue et large bande dynamométamorphisée destinée à rester également en relief en regard de la dépression centrale. C'est donc aux dépens du granite que s'est effectuée la mise en saillie de toutes ces roches dures.

Tels sont les premiers résultats d'une différenciation du relief accomplie par l'érosion superficielle à la surface du massif cristallin constitué de roches inégalement résistantes et fortement exhaussé. C'est en nous plaçant à dessein au seul point de vue de l'abaissement d'ensemble d'une surface topographique idéale, telle que

celle obtenue en joignant entre eux les principaux sommets et arrêtes de la région et sans tenir compte des vallées qui ont pu s'y creuser, que nous avons perçu le sens de cette évolution générale du relief. Les lois ainsi dégagées, pour s'être perpétuées à travers d'autres contingences n'en ont que plus de force, mais restent insuffisantes à expliquer le canevas des lignes orographiques tel que le traduit notre carte hypsométrique.

Ce canevas est l'expression d'une structure d'érosion qui devient cette fois l'œuvre exclusive des eaux courantes.

En l'absence de toute influence tectonique directrice, et en supposant que la surrection du bloc cristallin se soit opérée d'une pièce, sans déformations ni ruptures, les massifs de roches dures isolés par l'érosion en dômes ou en voûtes allongées seraient devenus des centres de dispersion pour le réseau hydrographique — les principales lignes de drainage ayant dû profiter, pour s'établir, des parties les moins résistantes, en l'espèce le granite. Il est loin d'en être toujours ainsi. Les massifs granulitiques, en particulier, malgré les cimes culminantes qu'ils présentent, au lieu d'accuser, sous la morsure de l'érosion, une disposition étoilée, se montrent découpés de profondes vallées qui les traversent souvent de part en part. On a ainsi l'impression de se trouver en présence d'un réseau hydrographique surimposé, établi sans égard aux conditions génétiques du massif. Non seulement l'évolution de ce réseau ne peut être invoquée pour expliquer pareil état de choses, puisqu'elle s'appliquerait plutôt, au contraire, à corriger cette disposition, mais en outre il appert clairement que cette dernière est sous la dépendance d'un système de lignes directrices des mieux déterminées.

Ces lignes, régulièrement orientées S.W.-N.E. sont, avons-nous dit, un héritage des anciens plissements hercyniens. Il faut donc admettre l'enfoncement sur place d'anciennes rivières établies en conformité des accidents carbonifères — et sans que la rapidité et l'amplitude de l'exhaussement du massif leur aient permis de s'adapter aux conditions nouvelles (pouvant comporter la mise à jour de roches jusqu'alors cachées en profondeur) d'un relief rajeuni (cours d'eau antécédents) — ou bien que le tracé des artères du nouveau cycle fut avant tout commandé par les fractures et dislocations dont le massif se trouve affecté. Quoiqu'il en soit, les vallées actuelles restent, par leur origine, sous la dépendance plus ou moins directe des accidents primaires. La dérogation à cette règle présentée par certains cours d'eau issus du massif porphyrique est faite pour la confirmer, puisque, dans cette région du N.W., les émissions rhyolithiques, en masquant toute ligne directrice, édifièrent des reliefs parasites capables de se pourvoir d'un système de drainage indépendant.

Disséquant le massif cristallin en autant de chaînes parallèles à S.W.-N.E., les cours d'eau, lancés de part et d'autre à l'avant de la voûte éruptive, tendirent également à l'isolement d'une ligne de hauteurs transversale aux précédentes. Quoique destinée à jouer un rôle capital dans l'histoire et la géographie de la Corse, il n'en est pas moins vrai que cette chaîne n'est qu'une résultante : celle du creusement des vallées, et que sa situation, loin d'être déterminée par quelque trait tectonique, reste à la merci de l'inégale érosion des deux versants. Son caractère dès lors migrateur autant qu'irrégulier est celui d'une ligne de partage dont elle remplit d'ailleurs la condition.

Rien ne saurait mieux démontrer à quel point les fluctuations de cette crête dorsale sont subordonnées au développement des cours d'eau limitrophes que le tracé à elle imposé par la rivière du Golo qui, en poussant fort avant son lit, l'a largement détournée à son profit — de telle sorte que cette crête qui, toutes choses égales d'ailleurs, devrait se diriger perpendiculairement aux chaînes latérales, se trouve décrire vers l'W une ample convexité qui l'amène à 14 kil. du Golfe de Porto, dont les tributaires, désavantagés par la nature granitique de leur bassin, se trouvent ainsi singulièrement réduits. Pareils reculs de la crête dorsale ne manquent pas d'en réduire l'élévation, en même temps qu'ils la jettent en arrière de l'alignement des hauts sommets. De l'inégale érosion des rivières d'un même versant résulte de plus pour elle l'obligation de se confondre à plusieurs reprises avec des chaînes latérales. L'individualité de cette ligne de faite est donc artificielle. Elle ne se compose en réalité que de tronçons distincts et indépendants dont le relief est avant tout le résultat de l'entame des deux versants par des rivières adossées. Il va de soi que chacun de ces segments, sous la morsure de l'érosion régressive, s'accidente d'une ou de plusieurs dépressions ; par suite, les éléments orographiques qu'ils constituent restent de beaucoup inférieurs en altitude aux chaînes latérales, échan-crées seulement de quelques rares cols de flanc et dont l'abaissement ne dépend que de l'aplanissement de leurs versants.

Il serait fort instructif, si la place ne nous manquait pas, d'analyser en détail le tracé de la ligne de partage et de constater à quel point ce tracé est influencé par la distribution des différentes roches du massif. C'est

par là qu'on peut s'expliquer le double crochet par lequel la crête dorsale dessine une forme en S si caractéristique. Attirée d'une part par le massif porphyrique encadré de granulites du N.W., sollicitée de l'autre par la bande centrale de granulites et de roches laminées, cette ligne de faite a résolu au mieux le problème de se maintenir en roche dure autant que le lui permettait la distribution des formations géologiques.

Non moins intéressant deviendrait l'examen de son profil. Là encore nous constaterions l'influence prépondérante des terrains empruntés. Enfin, l'étude des cols prêterait à de judicieuses remarques. Notons que les « Passdurchgänge » restent l'apanage presque exclusif des segments autonomes de la crête dorsale, tandis que les chaînes latérales ne s'échancrent guère que de « Passübergänge. » Les influences génétiques interviennent ici encore pour expliquer leur profil en long et en travers, leur plus ou moins grand enfoncement, leur morphologie en général. Leur déplacement latéral, sous l'action de l'érosion, peut également en motiver une modification d'allure, et de leur situation excentrique résulte parfois une remarquable dissymétrie de leurs deux flancs.

2. *Die Struktur der Kristalle*, par M. le Dr P. KOLLER, assist. de minéralogie. — Die Kristalle, die man in der Natur findet oder im Laboratorium künstlich erzeugt, zeichnen sich oft durch einen grossen Reichtum an Flächen aus. Oft haben auch Kristalle desselben Minerals, von verschiedenen Fundstellen herrührend, eine verschiedenartige Ausbildung. Es lassen sich aber immer alle Formen, die an einem Kristalle auftreten auf eine einfache, bei solchen derselben Substanz gleiche, Grundform zurückführen. Diese Gesetzmässigkeit ist in der innern Struktur der Kristalle bedingt.

Der erste, der sich mit dem Aufbau der Kristalle eingehender beschäftigte, war der französische Gelehrte *Abbé Hany*, oft der « Vater der Kristallographie » genannt. Er dachte sich die Kristalle aus kleinen Elementarkörperchen aufgebaut, die die Form einfacher Gestalten haben (Würfel, Tetraeder, Rhomboeder etc.), wie sie sich häufig aus den Spaltungsformen der Substanzen ergeben. Die verschiedenen Kristallformen dachte sich *Hany* so zustande kommend, dass auf einer aus solchen Elementarkörperchen, die er mit den Molekülen identifizierte, aufgebauten Gestalt (z. B. Würfel) Schichten von der Dicke eines Moleküls aufliegen und zwar so, dass jedesmal die nächste Schicht um eine Molekülreihe schmaler wird als die vorhergehende. Man erhält so einen Körper, der von lauter kleinen Treppen begrenzt ist. Diese Treppen sind aber so fein, dass wir sie mit unseren Augen nicht wahrnehmen können, sondern den Kristall als von ebenen Flächen begrenzt ansehen.

Diese Theorie hatte aber manche Mängel und man begann sich nach einer bessern umzusehen. Es würde hier zu weit führen alle Hypothesen und Anschauungen auszuführen. Wenden wir uns daher gleich den Raumgittern zu. Denkt man sich auf einer Geraden in gleichen Abständen voneinander Punkte gesetzt, so erhält man eine sogenannte *Punktreihe*. Mehrere solcher Punktreihen, die parallel und in gleichen Abständen voneinander stehen, sollen so angeordnet sein, dass die Verbindungslinien der entsprechenden Punkte der einzelnen Punktreihen wieder parallel untereinander sind. Wir erhalten so eine *Netzebene*. Nehmen wir nun eine Reihe solcher paralleler und in gleichem Abstand voneinander stehender Netzebenen und orientieren sie so,

dass die Verbindungslinien entsprechender Punkte wieder parallele Linien bilden, so kommen wir zu einem sogenannten *Raumgitter*. Diese Raumgitter sind von Parallelpipeden gebildet, deren es nach *Bravais* 14 gibt, die auf die holoëdrischen Klassen der 6 Kristallsysteme verteilt sind.

Aus solchen Raumgittern, in deren Eckpunkten die Moleküle der betreffenden Substanz gesetzt werden müssen, dachte sich *Bravais* die Kristalle zusammengesetzt. Nun gibt es 32 Kristallklassen, die sich von einander durch ihre Symmetrie unterscheiden. Um nun mit den 14 « holoëdrischen » Raumgittern alle Klassen darzustellen, nahm *Bravais* an, dass die Moleküle selbst eine den einzelnen Fällen entsprechende Symmetrie besitzen. Aus dieser Anordnung kann man die verschiedenen Grundgesetze der Kristallographie ableiten.

Doch bleibt bei der Bravai'schen Theorie immer noch der Uebelstand, dass man den Molekülen selbst eine gewisse Symmetrie zusprechen muss. *Sohnke* nahm nun an, dass die Kristalle aus mehreren kongruenten ineinandergestellten Raumgittern bestehen, wobei den einzelnen Gitterpunkten keine bestimmte Symmetrie zukommt. Er gelangte so zu seinen 65 Punktsystemen, die sich auf die 32 Klassen verteilen. Aber auch diese 65 Punktsysteme genügten noch nicht um alle Erscheinungen restlos zu erklären und so kam *Schoenflies* durch eine noch weitere Verallgemeinerung zu seinen 230 Punktsystemen, aus denen sich die verschiedenen Kristalle aufbauen. v. *Groth* kam durch verschiedene Überlegungen zu der Ansicht, dass nicht die *Moleküle* einen Kristall aufbauen, sondern dass derselbe aus mehreren (bei einfachen Körpern eventuell nur aus einem) kongruenten in einander gestellten Raumgittern besteht,

in deren Gitterpunkten sich Atome befinden. Diese Annahme und dann überhaupt die Raumgittertheorie fand nun eine glänzende Bestätigung durch die Untersuchungen der Kristalle mit Röntgenstrahlen, wie sie von *Laue* und seinen Mitarbeitern ausgeführt wurde.

Laue schlug vor die Raumgitter der Kristalle, in welchen die einzelnen Gitterpunkte einen Abstand von ungefähr 0,000 000 1 mm haben, zur Beugung von Röntgenstrahlen zu veranlassen. Die Ausführung des Versuches durch *Friedrich* und *Knipping* erfüllte die Erwartung in vollkommenster Weise und das war dann der Ausgangspunkt einer grossen Reihe von Untersuchungen, die noch nicht abgeschlossen sind, aber schon jetzt eine Fülle von wertvollen Ergebnissen gezeigt haben.

Nach dem Vorschlag von *Laue* wurde ein schmales Bündel von Röntgenstrahlen senkrecht auf eine orientierte Kristallplatte fallen gelassen, hinter welcher sich eine photographische Platte befindet. Die Röntgenstrahlen werden in dem Kristall durch das feine Gitter gebeugt, diese « Sekundärstrahlen » schwärzen nun die photographische Platte und bilden auf derselben in ihrer Gesamtheit ein Muster von Punkten, das in seiner Symmetrie im allgemeinen der Symmetrie des betreffenden Kristalls entspricht. Nach der Auffassung von *W. H.* und *W. L. Bragg* kann man sich den Vorgang so vorstellen, dass der auffallende Röntgenstrahl (der « Primärstrahl ») an den einzelnen Netzebenen im Kristall reflektiert wird; dann entspricht jedem Punkt auf der Platte auch eine Netzebene. Die einzelnen Punkte, welche auf der Platte entstehen, bilden Gerade, Kreise, Ellipsen, Parabeln und Hyperbeln, also Kegelschnitte. Alle Punkte, welche auf einer solchen Kurve

liegen, gehören Netzebenen an, die in einer Zone liegen. Nicht alle Klassen lassen sich durch die *Laueschen Röntgenogramme* erkennen; in den Fällen wo ein Symmetriezentrum fehlt, erscheint das Muster so, als ob ein solches Symmetrieelement vorhanden wäre. Da bei diesem Versuche « weisses » Röntgenlicht verwendet wird (d. h. solches, bei welchem eine grosse Zahl von Wellenlängen vorhanden ist) und da es unendlich viele Netzebenen gibt, so sollte man erwarten, dass eine allgemeine Schwärzung der Platte auftritt; es tritt aber zu der Reflexion noch eine Interferenz der einzelnen Strahlen auf. Es tritt nämlich nur dann eine Schwärzung ein wenn die Gleichung

$$n \lambda = 2 d \sin \alpha$$

erfüllt wird, wobei n eine beliebige ganze Zahl, λ die Wellenlänge, $2 d$ den doppelten Abstand der reflektierenden Netzebenen und α den Reflexionswinkel (Glanzwinkel) bedeutet.

Weitere Schlüsse zu ziehen gestattet die Untersuchungsmethode der beiden *Bragg* (Vater und Sohn). Sie nehmen sogenanntes *monochromatisches* Röntgenlicht, wie es durch eine Antikathode von Palladium oder Rhodium erzeugt wird. Ein solches schmales Bündel lässt man wieder auf einen Kristall auffallen; die Richtung und Intensität des reflektierenden Sekundärstrahles wird mit einer Ionisationskammer aufgefangen, da das Röntgenlicht die Eigenschaft besitzt ionisierend auf Gase zu wirken. Wird nun der Kristall gedreht, so treten bei verschiedenen α , wie sie der obigen Gleichung entsprechen, Reflexionen ein. Diese Werte von α können nun genau gemessen werden und so ist es dann möglich bei bekanntem λ die Grösse von $2 d$ zu bestimmen. Durch Beobachtung an verschiedenen orientierten Kri-

stallflächen lässt sich dann das ihnen zugehörige 2 d ermitteln und daraus, worauf nicht näher eingegangen werden kann, der Aufbau der Kristalle bestimmen. Eine dritte Untersuchungsmethode ist die von *Debye* und *Scherrer* die darin besteht, dass nicht eine orientierte Platte sondern feinstes kristallines Pulver durchleuchtet wird, es treten aber dabei kompliziertere Erscheinungen auf, weshalb hier die Methode nur kurz erwähnt werden möge.

Welches sind nun die Ergebnisse dieser Untersuchungen?

Es wurde unzweifelhaft festgestellt, dass die Kristalle aus Raumgittern aufgebaut sind, deren Gitterpunkte mit Atomen besetzt sind. Doch hat sich ergeben, dass gewisse Atomgruppen in einem gewissen losen Zusammenhang stehen. So sehen wir bei Pyrit, Fe S_2 , die beiden Atome zu einer Baugruppe hervorgehoben, bei Kalkspat die Gruppe CO_3 ; beim Korund lässt sich sogar der molekelartige Atomkomplex $\text{Al}_2 \text{O}_3$ erkennen.

Aber erst, wenn es möglich sein wird etwas Bestimmtes über den Aufbau des Atoms selbst zu sagen, werden wir in der Lage sein die Struktur der Kristalle genau zu bestimmen, denn erst dann werden wir etwas erfahren wie die Atome untereinander verbunden sind und woher es kommt, dass sie sich gerade in den bestimmten Raumgittern anordnen.
