

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 68 (1950)  
**Heft:** 38

**Artikel:** La déformation des fossiles  
**Autor:** Stüssi, F.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-58081>

#### **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:** 28.01.2026

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

La déformation des fossiles<sup>1)</sup>

Par F. STÜSSI, Ecole Polytechnique Fédérale, Zurich

1. Il est un fait bien connu dans la paléontologie que beaucoup de fossiles présentent une déformation assez importante par rapport à leur forme initiale. Cette déformation fait surgir une difficulté pour l'appréciation de la forme initiale des fossiles. On a souvent cru avoir trouvé un nouveau genre d'animal tandis qu'il s'agissait seulement d'un fossile déformé d'un type bien connu. De ce point de vue, il est très intéressant d'étudier les différentes formes de poissons fossiles qu'on a trouvés dans l'ardoise oligocéenne du Canton de Glaris en Suisse<sup>2)</sup>.

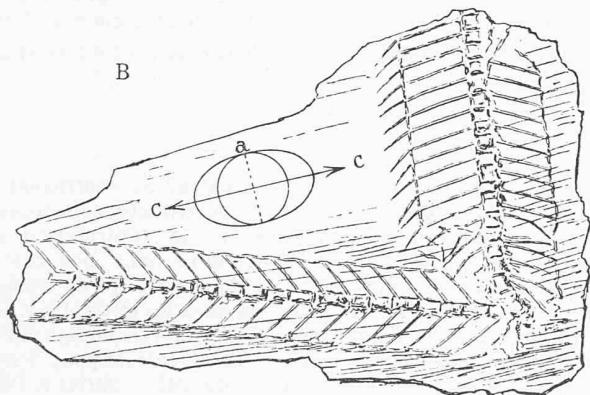
Depuis à peu près un siècle, on a reconnu en principe l'existence d'une déformation sans fracture et il est intéressant, aujourd'hui encore, de lire ce que le savant anglais Samuel Haughton a écrit à ce sujet, il y a près de 100 ans<sup>3)</sup>:

«It is to be hoped that the attention of geological observers may in future be more directed to the observation of the relative position of the planes of cleavage and bedding, and of the distortion of the fossils: such observations, to be of any value, should be made in the field, by persons competent to judge of the shape of the fossil forms, and care-

<sup>1)</sup> Discours prononcé à l'Académie des Sciences, des Arts et des Belles Lettres de Dijon, le 21 juin 1950.

<sup>2)</sup> A. Wettstein: Ueber die Fischfauna des tertiären Glarner-schiers, Zürich 1886.

<sup>3)</sup> S. Haughton: On Slaty Cleavage and the Distortion of Fossils. The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine A. Journ. of Science (Fourth Series) vol. 12, 1856, p. 409. (Cité d'après R. F. Rutsch: Die Bedeutung der Fossil-Deformation, Bull. d. Ver. Schweiz. Petroleumgeol. und -Ing., Vol. 15, No. 49, 1949).

Fig. 1. *Lepidopus glaronensis*, dessin de Alb. HeimFig. 2. Fossile du *Protornis glaronensis*

DK 539.87:56

fully instructed as to the precise points necessary to be observed.»

A ma connaissance, on n'a pas encore essayé de calculer d'une manière rigoureuse la grandeur de ces déformations. On s'est contenté d'une estimation plus ou moins sommaire. Je cite comme exemple le fossile *Lepidopus glaronensis* d'après le dessin de Albert Heim<sup>4)</sup> (fig. 1); le dessin du fossile déformé et la direction estimée de la déformation principale ne sont pas exactement compatibles. Je reviendrai sur cet exemple classique.

2. Le Professeur B. Peyer, directeur du musée zoologique de l'université de Zurich m'a posé, il y a quelques mois, la question, à savoir s'il était possible de calculer d'une manière plus ou moins exacte les déformations qu'a subies le fossile d'un oiseau, *Protornis glaronensis*, représenté dans la fig. 2. Ce fossile a été trouvé en 1839 et le paléontologue Hermann v. Meyer en a publié en 1856 une première description. Grâce aux méthodes de la photographie aux rayons X, le Professeur Peyer a réussi une meilleure préparation du fossile et à mesurer les longueurs déformées avec une plus grande exactitude qu'auparavant. J'ai calculé la forme initiale du fossile<sup>5)</sup>, et ces proportions ont permis au Professeur Peyer de reconnaître la famille de cet oiseau (martin-pêcheur) qui a vécu il y a 50 millions d'années, et dont des espèces apparentées existent encore aujourd'hui en Australie.

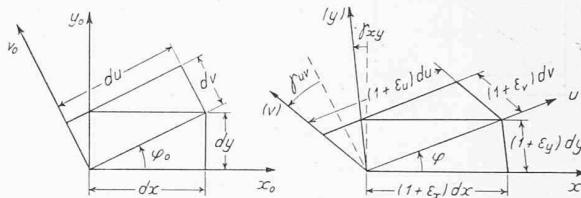


Fig. 3

Je me permets de résumer la méthode de calcul employée. La figure 3 montre un élément plan avant et après la déformation. Si nous désignons par  $\epsilon$  la déformation longitudinale unitaire, c.-à-d. le rapport entre l'elongation et la longueur initiale, et avec  $\gamma$  la déviation angulaire entre deux axes initialement perpendiculaires, et si nous introduisons les abréviations

$$e_i = (1 + \epsilon_i)^2,$$

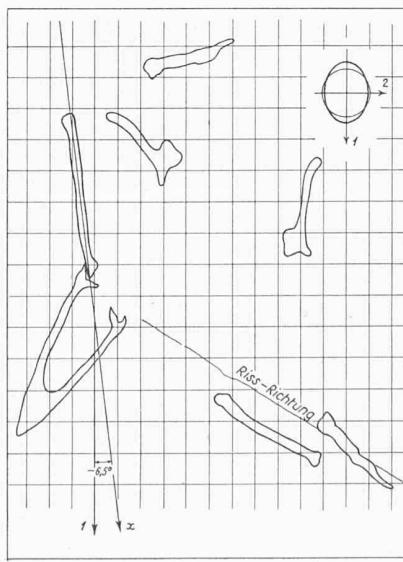
$$g_{ik} = (1 + \epsilon_i)(1 + \epsilon_k) \sin \gamma_{ik},$$

il est facile d'établir les équations suivantes entre les déformations d'un élément  $dx dy$  et celles d'un élément  $du dv$ :

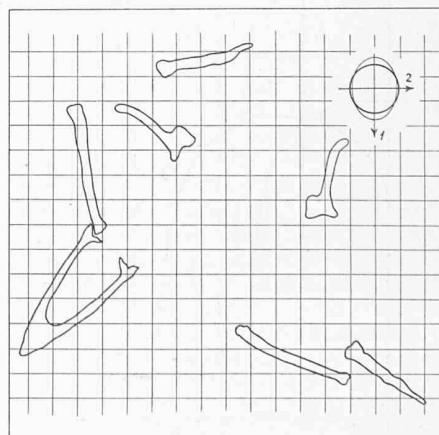
$$(1) \quad \begin{cases} e_u = e_x \cos^2 \varphi + e_y \sin^2 \varphi - 2 g_{xy} \sin \varphi \cos \varphi \\ e_v = e_x \sin^2 \varphi + e_y \cos^2 \varphi + 2 g_{xy} \sin \varphi \cos \varphi \\ g_{uv} = (e_x - e_y) \sin \varphi \cos \varphi + g_{xy} (\cos^2 \varphi - \sin^2 \varphi) \end{cases}$$

<sup>4)</sup> Alb. Heim: Die Geologie der Schweiz. Bd. II, 1. Hälfte (Fig. 34), Leipzig 1921.

<sup>5)</sup> F. Stüssi: Die Entzerrung des *Protornis glaronensis*. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, XCIV (1949).



Etat déformé



Etat reconstruit

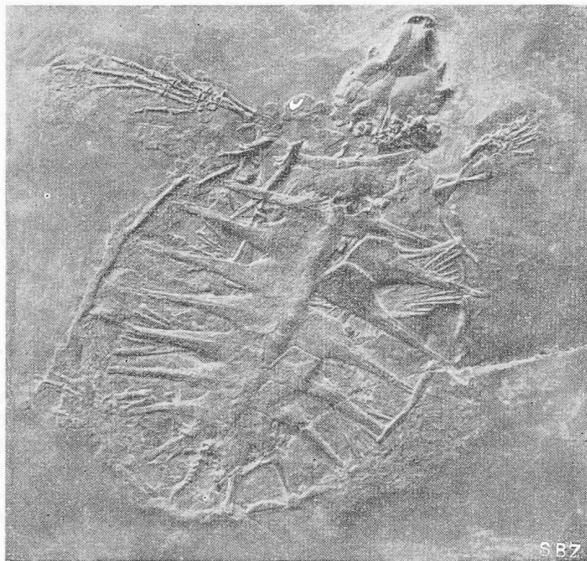


Fig. 5. Fossile de la Chelonia knorri

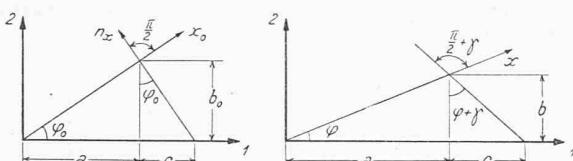


Fig. 6

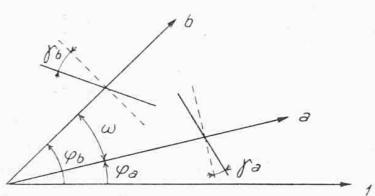


Fig. 7

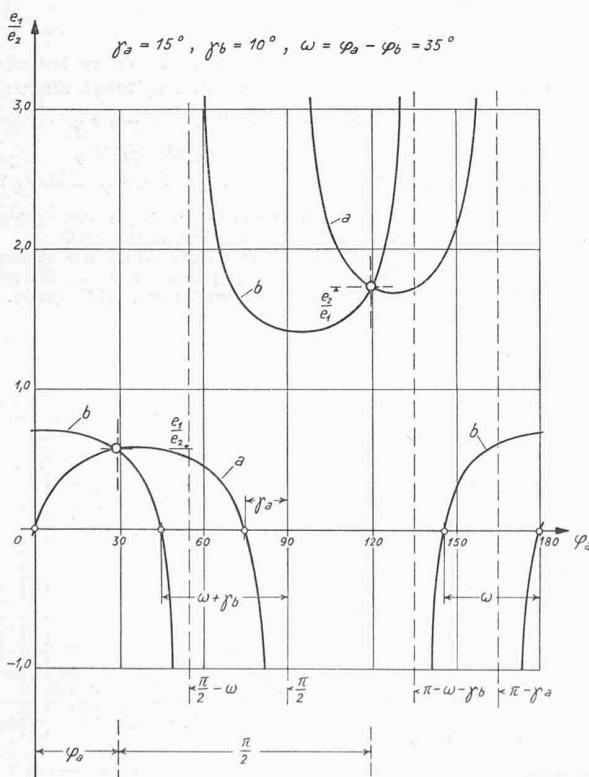


Fig. 8

Ces équations sont valables, en principe, aussi bien pour les déformations qui conduisent de l'état initial à l'état déformé que vice-versa. Comme, dans notre problème, l'état déformé est connu, on peut déterminer, si l'on connaît au moins deux paires d'éléments correspondants, c.-à-d. de la même longueur initiale, la forme initiale du fossile. Il est toujours intéressant de connaître les déformations qui ont conduit de l'état initial à l'état déformé. Si nous désignons les déformations unitaires correspondantes avec  $\bar{\varepsilon}$ , les relations suivantes entre  $\varepsilon$  et  $\bar{\varepsilon}$  ou entre  $e$  et  $\bar{e}$  sont valables

$$1 + \varepsilon_i = \frac{1}{1 + \bar{\varepsilon}_i}, \quad e_i = \frac{1}{\bar{e}_i}.$$

La forme des équations 1 est bien connue en statique et on peut conclure aisément par analogie qu'il existe dans notre problème deux axes principaux perpendiculaires 1 et 2, pour lesquels la déviation angulaire  $\gamma_{12}$  doit disparaître tandis que les déformations  $\varepsilon_1$  et  $\varepsilon_2$ , ou les valeurs  $e_1$  et  $e_2$  atteignent une valeur maximum, respectivement minimum.

Dans ces calculs qui nous donnent la forme initiale, la grandeur absolue des déformations  $\varepsilon_1$  et  $\varepsilon_2$  reste inconnue; le calcul nous fournit seulement la relation

$$\frac{e_1}{e_2} = \frac{(1 + \varepsilon_1)^2}{(1 + \varepsilon_2)^2} = \frac{\bar{e}_2}{\bar{e}_1}.$$

Cependant, dans l'exemple du *Protornis glaronensis*, un heureux hasard nous a permis de déterminer également ces grandeurs absolues, c.-à-d. l'échelle de la déformation produite. On peut découvrir dans la figure 2 une fissuration qui est assez prononcée dans la photographie aux rayons X. On sait que de telles fissurations se produisent dans une ou dans les deux directions dont les longueurs restent inchangées. Pour une telle direction, nous avons donc  $e = 1$ , ce qui nous permet de calculer les valeurs absolues des déformations. Dans notre exemple du *Protornis*, ce calcul nous a conduit à une relation entre l'élargissement principal  $\bar{e}_1$  et le raccourcissement transversal  $\bar{e}_2$  de

$$\frac{\bar{e}_1}{\bar{e}_2} = 4,1,$$

c.-à-d. que nous avons constaté la valeur du coefficient de Poisson  $m = 4,1$ . Ce chiffre est en excellente concordance avec nos connaissances générales sur la déformation des pierres et cela nous permet d'introduire dans nos calculs généralement une valeur de  $m = 4$  du coefficient de Poisson. Nous en aurons besoin s'il n'y a pas dans les exemples à étudier des fissurations caractéristiques comme à la figure 2.

La figure 4 montre le résultat de ces calculs pour le *Protornis glaronensis*, par comparaison de l'état initial à l'état déformé.

3. Peu de temps après la publication de ce calcul, le Professeur Peyer a publié son beau livre «Geschichte der Tierwelt»<sup>6)</sup>. Dans ce livre, c'est avant tout l'illustration d'un fossile de tortue déformé (le caret), *Chelonia knorri*, connu déjà depuis 1755, qui m'a intéressé. Dans ce fossile représenté dans la figure 5, la dorsale constitue incontestablement un axe de symétrie initiale, et il est facile de mesurer la déviation angulaire  $\gamma$  par rapport à cet axe. Cela m'a donné l'idée de chercher une nouvelle méthode de calcul des déformations basée sur cette symétrie initiale. Cette nouvelle méthode directe que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui étonne peut-être par sa simplicité; elle permet de trouver directement la direction des axes principaux et la grandeur de la relation  $e_1/e_2$ .

Dans la figure 6, l'axe  $x_0$ , respectivement  $x$ , représente un axe de symétrie initial. L'état initial permet d'établir la relation

$$\frac{a_0}{b_0} = \frac{b_0}{c_0}; \quad a_0 c_0 = b_0^2$$

tandis que nous tirons de l'état déformé les relations

$$\frac{b}{a} = \operatorname{tg} \varphi; \quad \frac{c}{b} = \operatorname{tg} (\varphi + \gamma)$$

$$a c = \frac{\operatorname{tg} (\varphi + \gamma)}{\operatorname{tg} \varphi} b^2.$$

<sup>6)</sup> B. Peyer: Geschichte der Tierwelt. Büchergilde Gutenberg, Zürich 1950.

En introduisant les coefficients de déformation  $e_1$  et  $e_2$ ,

$$a_0 = a \sqrt{e_1}, \quad c_0 = c \sqrt{e_1}, \quad b_0 = b \sqrt{e_2},$$

on trouve avec

$$a c e_1 = \frac{\operatorname{tg}(\varphi + \gamma)}{\operatorname{tg} \varphi} b^2 e_1 = b^2 e_2$$

l'équation fondamentale de notre problème:

$$(2) \quad \frac{e_1}{e_2} = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg}(\varphi + \gamma)}.$$

Si nous connaissons deux axes de symétrie initiale,  $a$  et  $b$ , avec les déviations angulaires correspondantes (fig. 7), nous avons donc pour déterminer les deux inconnues  $e_1/e_2$  et  $\varphi_a$  la double équation suivante

$$(3) \quad \begin{cases} \frac{e_1}{e_2} = \frac{\operatorname{tg} \varphi_a}{\operatorname{tg}(\varphi_a + \gamma_a)} = \frac{\operatorname{tg} \varphi_b}{\operatorname{tg}(\varphi_b + \gamma_b)} = \\ = \frac{\operatorname{tg}(\gamma_a + \omega)}{\operatorname{tg}(\varphi_a + \omega + \varphi_b)}, \end{cases}$$

équation qui peut être résolue par interpolation ou, mieux encore, graphiquement. Une telle solution pour les données

$$\gamma_a = 15^\circ, \quad \gamma_b = 10^\circ, \quad \omega = \varphi_b - \varphi_a = 35^\circ$$

est représentée dans la figure 8; on constate deux points d'intersection des deux fonctions correspondant à deux solutions réelles. Les deux solutions représentent les positions des deux axes principaux et les valeurs correspondantes des ordonnées sont réciproques.

4. Souvent on ne possède pas deux axes de symétrie initiale. Dans ce cas, on peut utiliser une paire d'éléments correspondants pour trouver un tel axe remplaçant qui permet d'effectuer le calcul. Dans la figure 9, une telle paire d'éléments correspondants  $a_1$  et  $a_2$  est dessinée et il est aisé de calculer au moyen de la géométrie élémentaire les deux valeurs nécessaires soit

$$(4) \quad \operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{a_2 \sin \alpha}{a_1 + a_2 \cos \alpha}$$

et

$$(5) \quad \operatorname{tg} \gamma = \frac{a_1^2 - a_2^2}{2 a_1 a_2 \sin \alpha}.$$

Ainsi la direction de l'axe de symétrie initiale et la déviation angulaire sont connues et la déformation peut être calculée d'après l'équation (3), respectivement avec la solution de la figure 8.

5. Il n'est pas nécessaire de dessiner la figure 8 entièrement; il suffit de déterminer le point d'intersection et on peut borner la solution graphique à un intervalle relativement petit. Le calcul peut donc être abrégé si l'on connaît approximativement la position du premier axe principal. Pour une première estimation de cette position, les considérations suivantes sont peut-être utiles: A chaque axe de symétrie initiale  $x$  correspond un deuxième axe  $x'$  avec une déviation angulaire de même grandeur, mais de signe contraire (fig. 10). Si l'on possède donc deux axes  $a$  et  $b$ , on peut faire un croquis analogue à la figure 11 (dessinée avec les données de la figure 8), où les angles  $\varphi$  sont pris comme abscisses et les déviations  $\gamma$  comme ordonnées. Ce croquis permet de déterminer approximativement la direction des axes principaux qui sont caractérisés par les valeurs  $\gamma = 0$ , donc par les points d'intersection de la courbe tracée avec l'axe des abscisses.

6. Je me permets en terminant de montrer brièvement le résultat de l'application de cette nouvelle méthode de calcul par deux exemples.

La figure 12 montre l'état déformé et l'état initial de la Tortue glaronaise (*Chelonia knorri*, fig. 5). Comme élément principal du calcul, nous avons la dorsale comme axe de symétrie initiale avec une déviation angulaire de  $9^\circ$ . On peut trouver en outre l'une ou l'autre paire d'éléments correspondants, ce qui nous permet de calculer d'après les équations (4) et (5) la direction d'un deuxième axe avec la déviation angulaire  $\gamma$  correspondante. La solution graphique nous donne les valeurs

$$\varphi_a = 63^\circ, \quad \frac{e_1}{e_2} = 0,636,$$

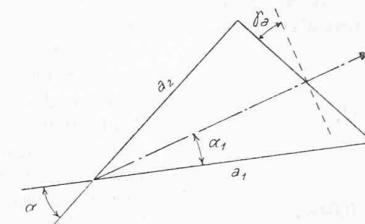


Fig. 9

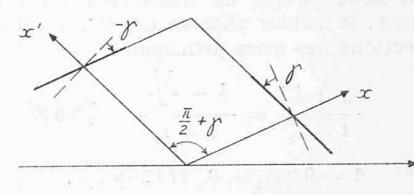


Fig. 10

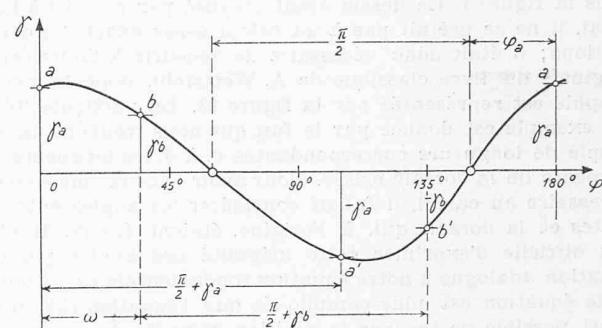
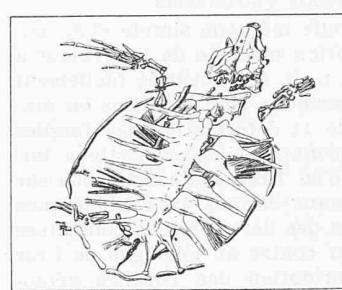
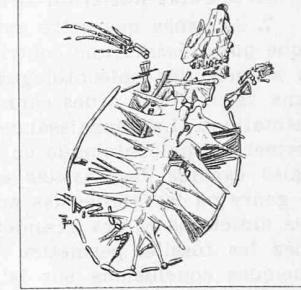


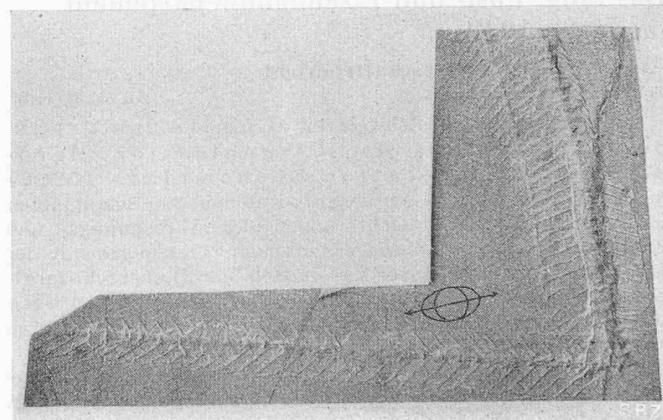
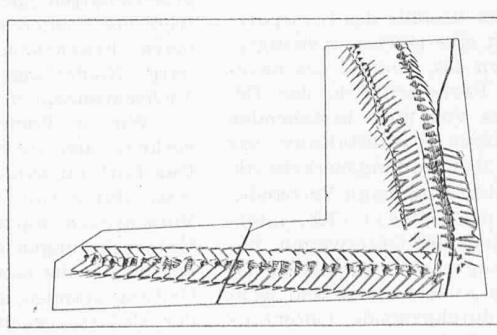
Fig. 11



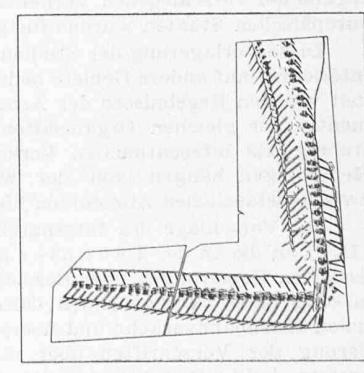
Etat déformé



Etat initial

Fig. 13. Fossile du *Lepidopus glaronensis*

Etat déformé



Etat initial

d'où nous tisons, en admettant un coefficient de Poisson  $m = 4$ , la valeur absolue des déformations unitaires pour les directions des axes principaux

$$\frac{1 + \bar{\varepsilon}_2}{1 + \bar{\varepsilon}_1} = \frac{1 - \frac{\bar{\varepsilon}_1}{4}}{1 + \bar{\varepsilon}_1} = \sqrt{0,636} = 0,797,$$

$$1 - 0,25 \bar{\varepsilon}_2 = 0,797(1 + \bar{\varepsilon}_1),$$

$$\bar{\varepsilon}_1 = 0,193, \quad \bar{\varepsilon}_2 = -0,048.$$

Le deuxième exemple se rapporte au fossile de poisson *Lepidopus glaronensis*, dont le dessin de A. Heim est indiqué dans la figure 1. Ce dessin étant idéalisé par rapport à l'original, il ne se prêtait pas à un calcul assez exact des déformations; il était donc nécessaire de recourir à l'illustration originale du livre classique de A. Wettstein, dont la photographie est représentée par la figure 13. La particularité de cet exemple est donnée par le fait que nous trouvons un seul couple de longueurs correspondantes c.-à-d. les longueurs des éléments de la dorsale brisée. Pour avoir le deuxième élément nécessaire au calcul, il fallait considérer les angles entre les arêtes et la dorsale qui, à l'origine, étaient égaux. Il n'est pas difficile d'exprimer cette inégalité des angles par une équation analogue à notre équation fondamentale (2). Comme cette équation est plus compliquée que l'équation (2), il est aussi possible de trouver la position correcte des axes principaux par essais successifs. La figure 14 a été dessinée de cette manière; elle montre la comparaison entre l'état déformé et l'état initial du *Lepidopus glaronensis*.

7. Je pense que cette nouvelle méthode simple et synoptique qui présente une contribution modeste de l'ingénieur à la science des paléontologues peut être utilisée facilement sans faire appel à des connaissances trop spéciales en mathématique. La connaissance de la déformation des fossiles permet au paléontologue de reconnaître les proportions initiales exactes des fossiles et d'en tirer des conclusions sur le genre ou la famille des animaux étudiés. La connaissance des directions et des grandeurs des déformations constatées chez les fossiles permettra par contre au géologue de tirer quelques conclusions sur la formation des couches géologiques.

## Das Eidg. Post- und Eisenbahndepartement im Jahre 1949

### Auszug aus dem Geschäftsbericht

Fortsetzung von Seite 471

DK 351.81 (494)

Wiederum war die Schweiz im «Comité des Transports intérieurs de l'Organisation Européenne de Coopération Economique» (OECE) in Paris vertreten. Im Vordergrund stehen die Bemühungen um fortschreitende Erleichterungen des Abrechnungs- und Zahlungsverkehrs für die internationalen Transporte mit der Eisenbahn, auf der Strasse und mittels der Binnenschiffahrt, welche Fragen das Komitee künftig noch mehr beschäftigen werden. Gewisse Studien wurden besonderen, dafür geeigneten bestehenden internationalen Organisationen zur Berichterstattung übertragen. Dabei handelt es sich vornehmlich um die Verbesserung der Nachtzugsverbindungen im internationalen Eisenbahnverkehr sowie um die Standardisierung technischer Vorrichtungen für den beschleunigten Umlad bestimmter Bahn- und Schiffsgüter. Die Untersuchungen über das Finanzregime der verschiedenen Verkehrsmittel in den interessierten europäischen Staaten wurden fortgesetzt.

Diese Verlagerung der Studien des «Comité des transports intérieurs» auf andere Gebiete bedingt eine gewisse Abhängigkeit von den Ergebnissen der Arbeiten des «Comité des paiements» der gleichen Organisation. Fortschritte in der Befreiung des internationalen Verkehrs von noch bestehenden Hemmungen hängen von der weiteren Ausgestaltung der zwischenstaatlichen Abkommen über den Zahlungsverkehr ab.

Die Vorschläge des Internationalen Eisenbahn-Verbandes (IEV) an die an der Technischen Einheit (TE) interessierten Regierungen über Bezeichnung der Güterwagen, Zulassung einer durchgehenden Güterzugbremse im internationalen Eisenbahnverkehr und über die Ausarbeitung und Änderung der Vorschriften über die durchgehende Güterzugbremse sind im Berichtsjahr weiter bearbeitet worden. Der Vor-

schlag des IEV betreffend Zulassung der Charmilles-Güterzugbremse im internationalen Eisenbahnverkehr wurde von 13 Staaten sowie der Besetzungsbehörde der französischen Zone in Deutschland beantwortet und zwar von allen in zustimmendem Sinne. Der Bremsunterausschuss des IEV hat im Juni 1949 auf der Gotthard-Südrampe die reglementarischen Versuche mit der neuen Druckluftbremse «Oerlikon» (Werkzeugmaschinenfabrik Oerlikon Bührle & Co.) vor Vertretern der TE-Regierungen durchgeführt. Auf Grund der günstigen Versuchsergebnisse ist zu erwarten, dass der IEV der TE vorschlagen wird, die «Oerlikon»-Bremse für Güterzüge im internationalen Eisenbahnverkehr zuzulassen.

**Automobil Dienst.** Die Transportnachfrage, die ihren Höhepunkt schon im Jahre 1948 überschritten hatte, liess im Berichtsjahr weiter nach. Davon werden in erster Linie der Nah- und Regionalverkehr betroffen. Im Fernverkehr beginnt sich eine ähnliche Entwicklung abzuzeichnen. Nur der Gesellschaftswagen-transport konnte seine Position einigermaßen halten. Vom Rückgang der Transportnachfrage wurden einzelne Landesgegenden besonders betroffen, namentlich die französische Schweiz für Nahverkehrstransporte. Der früher verzeichnete Zudrang zum Transportgewerbe ist, bedingt durch diese Verhältnisse, wesentlich schwächer geworden. 79 Gesuche um Neueröffnung von Personentransportbetrieben und 109 Gesuche um Neueröffnung von Sachentransportbetrieben gingen ein, von denen 26 bzw. 50 bewilligt wurden. Auch die Gesuche um Erhöhung oder Veränderung des Fahrzeugbestandes haben deutlich abgenommen. 41 Gesuche von Personentransport- und 139 Gesuche von Sachentransportunternehmungen wurden registriert, von denen 5 bzw. 49 gutgeheissen wurden. 229 Betriebe wechselten den Inhaber. Dies ist die höchste bisher erreichte Zahl. Der Rückgang der Transportnachfrage dürfte damit im Zusammenhang stehen. Das Konzessionsverfahren konnte beschleunigt werden. Es wurden 652 Konzessionen N (Sachentransport) und 644 Konzessionen P (Personentransport) erteilt. Bis Ende des Jahres sind insgesamt 2050 Konzessionen erteilt worden. Im gemischten Verkehr zeichnet sich die gleiche Rückbildungstendenz ab wie beim gewerbsmässigen Verkehr. Nur noch 280 Gesuche wurden neu eingereicht. Diese sowie die 279 übernommenen unerledigten Gesuche sind bis auf 63 Gesuche erledigt worden.

### Luftamt

Als Mitgliedstaat der Internationalen Organisation der Zivilluftfahrt (ICAO) war unser Land an der in Montreal abgehaltenen Generalversammlung und gleichzeitig in dem ebenfalls in Montreal tagenden Rechtsausschuss der ICAO vertreten.

**Der öffentliche Luftverkehr.** In Nachachtung der seit längerem verfolgten auswärtigen Luftverkehrspolitik der Schweiz wurde versucht, mit verschiedenen Staaten zum Abschluss einer zweiseitigen Luftverkehrsvereinbarung zu gelangen. Durch den Abschluss von vier weiteren zweiseitigen Luftverkehrsvereinbarungen, nämlich mit Indien, dem Königreich der Niederlande, Oesterreich und der Türkei erhöht sich die Zahl dieser Vereinbarungen auf elf. Ausser den genannten handelt es sich dabei um folgende Staaten: Brasilien, Griechenland, Irland, Portugal, Spanien, Tschechoslowakei, USA.

Das Linienverkehrsnetz der Schweiz hat sich im Berichtsjahr weiter ausgedehnt; es umfasst eine Gesamtlänge von 90 078 km (Vorjahr: 63 467 km; 1939: 10 019 km). An diesem Netz war unsere nationale Luftverkehrsunternehmung, die Swissair, mit 25 Linien von insgesamt 36 801 km (Vorjahr: 20 582 km) beteiligt. Im Berichtsjahr wurden an Luftverkehrsgegesellschaften nachgenannter Staaten Konzessionen zum Betrieb von Linien erteilt: Aegypten, Belgien, Brasilien, Dänemark, Frankreich, Grossbritannien, Italien, Indien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Schweden, Schweiz, Spanien, Tschechoslowakei, USA (16; Vorjahr 13).

Wie im Vorjahr wies der gewerbsmässige Nichtlinienverkehr oder Bedarfsverkehr einen erheblichen Umfang auf. Das Luftamt sah sich zum Schutze der Öffentlichkeit veranlasst, durch eine Verfügung vom 1. Oktober 1949 besondere Vorschriften aufzustellen, um den Bedarfsverkehr fremder Unternehmungen ebenfalls einheitlichen Bedingungen, wie sie bereits für die einheimischen Luftverkehrsunternehmungen in Geltung standen, zu unterstellen. Die Betätigungs möglichkeit der Bedarfsverkehrsunternehmungen scheint stark konjunkturbedingt zu sein. So zeigt sich nicht nur für die schweizeri-