Sur la structure physique de la Chaîne des Apalaches : comme exemple des lois qui ont réglé l'exaltation des grandes chaînes de montagnes en général

Autor(en): **Robers, B. / Robers, H.-D. / Thurmann, J.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **18 (1866)**

PDF erstellt am: **01.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-555122

Nutzungsbedingungen

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

Haftungsausschluss

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

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

http://www.e-periodica.ch

SUR LA STRUCTURE PHYSIQUE DE LA CHAINE DES APALACHES

Comme exemple des lois qui ont réglé l'exaltation des grandes chaînes de montagnes en général,

par MM. B. Robers & H.-D. Robers.

Notes de M. J. Thurmann. (*)

Etant dans mes études géologiques relatives au Nouveau-Jersey, à la Pensylvanie et à la Virginie, arrivé à la connaissance de certains faits généraux de structure de la chaîne des Apalaches, qui embrassent quelques nouvelles considérations de dynamique géologique, nous nous proposons dans ce mémoire de présenter la description et la théorie de ces phénomènes. Comme des caractères de structure analogue ont été observés dans plusieurs contrées et au milieu de terrains fort divers, une exposition de ces lois ne sera pas sans intérêt, dans un temps où les questions qui se rattachent aux soulèvements de l'écorce terrestre, attirent si généralement l'attention des géologues.

Pour rendre nos détails intelligibles en l'absence d'une carte géologique, nous devons d'abord entrer dans une courte

(*) Nous croyons faire plaisir aux membres de la Société jurassienne en publiant dans les *Actes* les notes suivantes que M. Thurmann a tirées d'un *Mémoire* de MM. Robers, publié dans les *Rapports des 2e, 3e et 4e réunions de l'Association des géologues et naturalistes américains*. Boston, 1843, p. 474.... Ces fragments devaient servir de complément à l'*Essai d'orographie jurassique* dont l'Institut nat. genevois a donné *seulement* jusqu'à ce jour la première partie. Nous avons reproduit exactement le texte du manuscrit de ces notes, souvent d'une écriture difficile, et partant quelques fautes peuvent nous être échappées, le lecteur voudra bien y suppléer.

description géographique de la vaste zone du pays où existent ces conditions de structure. Cette esquisse préliminaire est même essentielle parce que, dans un pays non encore décrit, la connaissance de la topographie fournit des indications relatives à la position des terrains et aux mouvements qui les ont accidentés.

La chaine des Apalaches s'étend sous la forme d'une large ceinture de chaînes de montagnes à l'est du St-Laurent, dans la partie nord de la Nouvelle-Angleterre, et se dirigeant vers le sud-ouest, se termine dans l'Alabama. Sa longueur totale est donc de 1300 milles (455 lieues) et sa plus grande largeur d'environ 100 (35 lieues), si l'on exclut de cette description la haute chaîne isolée des Montagnes-Blanches dans le New-Hampshire, et celle à l'ouest du lac Champlain, dans l'Etat de New-York. Depuis la limite septentrionale du Vermont, la principale chaîne s'élargit graduellement jusqu'au pays des rivières de la Juniata et du Potomac, depuis lesquels dans sa marche vers le sud-ouest elle se rétrécit lentement mais constamment jusqu'à sa désinence. De même que les grandes chaînes de diverses contrées contiennent un principal axe central de montagnes auxquelles celles d'un rang inférieur se subordonnent plus ou moins, ce système consiste en une large zone de crêtes parallèles le plus souvent innombrables, de hauteur moyenne à peu près égale. Celles-ci atteignent rarement une élévation de 4000 pieds (1220 mètres) au-dessus de la mer; et si l'on n'en excepte leur premier et plus grand rang, les Blueridges(les chaînes bleues),elles n'atteignent souvent pas plus de 2000 pieds (610 mètres) au-dessus du niveau des vallées adjacentes, leur hauteur la plus habituelle étant de 800 à 1500 pieds (de 240 à 450 mètres). La plaine générale qui supporte cette large bande de montagnes s'abaisse graduellement jusqu'au niveau des hautes eaux des rivières Holston et Clinch, en Virginie, à ses deux extrémités.

Les traits caractéristiques des chaînes des Apalaches sont leur grande longueur, leur étroitesse, et leur escarpement (steepess); l'égalité de hauteur de leurs sommets et leur re-

marquable parallélisme. Plusieurs d'entre elles sont presque parfaitement droites sur une longueur de plus de 50 milles (16 lieues); et ce trait combiné avec la raideur de leurs pentes et les crêtes tranchantes de leurs sommets leur donnent, vues en perspective, l'apparence de quelque colossal retranchement. Quelques groupes de ces chaînes sont courbes, mais les contours de toutes se remarquent par des transitions douces et un étonnant degré de régularité. C'est plutôt ce nombre et la grande longueur des chaînes et la grandeur de la bande qu'elles constituent, que leur grandeur ou hauteur individuelle qui placent cette chaîne parmi les grandes montagnes du globe. Depuis la latitude de la rivière Mohawk, dans le New-York, jusqu'à la frontière nord de l'Alabama, la chaîne en général consiste en quatre zones parallèles dont il convient d'esquisser séparément les principaux traits.

1. La première ou sud-orientale subdivision est le rang de montagnes ondulées et relativement étroit, qui dans le Vermont s'appelle les Montagnes-Vertes, dans le New-York, les Higlands, en Pensylvanie les Montagnes du Sud, en Virginie les Chaînes-Bleues, et dans le nord de la Caroline et du Tennessee les Montagnes de Smoky ou d'Unaka. C'est plutôt une zone de chaînes étroitement unies qu'un axe de grande montagne, quoique ce dernier caractère lui appartienne en Virginie, Caroline du N. et Tennessee, où elle a sa plus grande largeur et hauteur. La moyenne largeur de cette zone peut être d'environ 15 milles (6 lieues) et sa hauteur, qui est plus variable que dans toute autre portion de la chaîne générale, oscille entre environ 1000 et 5000 pieds d'altitude (333 et 1676). Les roches de cette division, consistant pour la plus grande partie en anciennes couches métamorphiques, renferment des gneiss, des schistes micacés, chloritiques, talqueux et argileux se rapportant tous aux plus anciennes formations des Apalaches, le plus souvent les plus altérées. A travers presque toute la distance qui s'étend du Tennessee au Susquehanna, ces dernières voûtes occupent de la principale chaîne et forment les rangs de collines le plus souvent d'une grande hau-

teur qui la flanquent au N.-O. De même en Pensylvanie, New-Jersey, Massachussets et Vermont, où elles se présentent dans la même position, elles forment des ceintures étroites et des chaînes au milieu des anciennes couches métamorphiques du côté du S.-E. — D'innombrables dykes et veins de toute dimension et offrant une grande variété de matières ignées, précèdent cette ceinture, en interrompant et alternant les couches à un degré remarquable.

2. Immédiatement au N.-O. de cette rangée de montagnes, est une large vallée qui constitue par elle-même une zone bien définie sur toute la longueur de la chaîne, présentant une constance remarquable de structure et des caractères physiques. Cette zone, que nous appellerons la grande vallée Apalachienne, s'étend du Vermont à l'Alabama sous différents noms locaux, étant connue à New-York comme vallée du lac Champlain et de la rivière d'Hudson, en Pensylvanie, comme la vallée de Kittatiny ou Cumberland, et successivement plus au sud, comme la grande vallée de Virginie et du Tennessee occidental. La moyenne largeur en travers est d'environ 15 milles (6 lieues), formant une plaine non interrompue et presque horizontale, excepté en Virginie et dans le Tennessee occidental, où plusieurs longues chaînes isolées s'y élèvent et la divisent sur une plus ou moins grande distance en deux ou plusieurs vallées parallèles. Partout, la stratification dans cette grande zone est excessivement dérangée, les roches consistant principalement dans les trois formations apalachiennes inférieures, traversées seulement dans un très petit nombre de cas par des dykes de roches ignées.

3. Outre cette grande vallée au N.-O. se trouve une large zone de chaînes étroites et parallèles et de vallées interceptées jaillissant vers le nord-ouest du pied du grand plateau des Alleghany et montagnes du Cumberland. Cette zone que nous nous proposons d'indiquer sous le nom de zone des *montagnes moyennes* offre une largeur variant de 30 à 60 milles (12 à 24 lieues), sa plus grande expansion se montrant selon une courbure dans la contrée de Juniata en Pensylvanie. Elle em-

brasse toutes les formations des Apalaches y compris le houiller.

4. La quatrième (ou plus N.-occid.) des divisions dans lesquelles nous divisons la chaîne des Apalaches, commence avec l'escarpement sud-est du grand plateau des montagnes dite Catskille, des Alleghany et du Cumberland, et jaillit dans la direction du N.-O. avec une douce déclivité..... des derniers faibles axes d'élévation. La moyenne largeur de cette zone, mesurée de l'escarpement sud-est du plateau à la plaine qui la lie au N.-O., peut être fixée à environ 35 milles. Cette portion du système embrasse toutes les formations supérieures des Apalaches, comprenant toutes celles du groupe carbonifère. En suivant le cours de cette grande zone de montagnes du Canada à l'Alabama, on la verra consister en une série de neuf portions droites ou recourbées en succession alterne, distinctes de toutes les autres par des traits topographiques importants aussi bien que par des particularités de structure géologique et formant 9 divisions distinctes.

1. La première ou division de la *Rivière d'Hudson* s'étend du Canada au New-Jersey, en suivant le cours général de l'Hudson jusqu'aux Highlands dans le New-York, en comprenant non seulement une large surface dont la partie est au nord de cet Etat mais un district considérable dans le Vermont et le Massachussets occidental. Le long de la grande vallée, depuis la partie nord du Vermont jusqu'au passage du Hudson à travers les Highlands, la direction des couches et des axes est environ N.-E. et S.-O.

2. Du point où l'Hudson coupe les Highlands, à la rivière de Lehigh en Pensylvanie, toute la chaîne se recourbe graduellement vers l'ouest, imitant un long et régulier balai concave au nord-ouest. Nous proposons d'appeler la division Delaware, cette partie de la chaîne.

3. La suivante est une portion de chaîne presque droite, elle s'étend de la rivière Lehigh au comté de Cumberland en Pensylvanie, et peut être très proprement nommée la *division Susquehanna*. A travers ce district, la direction (strik) est de l'E.-N.-E. à l'O.-S-O.

4. Au sud-ouest est la portion hautement intéressante et *recourbée* de la chaîne que nous nommerons la *division Juniata*. Cette contrée variée s'étend à peu près de 20 milles à l'ouest du Susquehanna, à la même distance environ au nord de la limite du Maryland, et est caractérisée par une courbure régulière et très accusée, converse vers le nord. Les terrains en s'alignant entre ces limites, changent leur direction de S. 70 O. à S. 30 O., offrant ainsi dans leur course une déviation de 40 degrés.

5. La division suivante est formée d'axes droits et presque rectilignes. Elle s'étend des comtés sud de Pensylvanie au côté sud des comtés d'Augusta, Pendleton et Randolph en Virginie, avec une direction de ses rochers d'environ N. 30 E. ou S. 30 O. Nous l'appellerons la *division Potomac*.

6. La portion de la chaîne qui lui succède a une sweep décidée, concave vers le N.-O. Elle s'étend des limites sud de la précédente à la Nouvelle Rivière, et étant amplement arrosée par les tributaires de la rivière de James, peut être désignée sous le nom de *division de la rivière de James*. Elle diffère des trois dernières par une topographie moins symétrique et une direction moins régulière de ses couches. Ses axes sont en outre plus courts et moins parfaitement parallèles et tout ce district est beaucoup plus étroit, sa largeur, des Blueridge vers le N.-O. à travers lesquels s'étendent les ondulations de ses couches, n'excédant pas 60 milles (26 lieues).

7. La division suivante, qui est à axes droits, commence au N.-E. de la New-Rever, en Virginie, et s'étend à peu près jusqu'à l'embouchure du Holston en Tennessee. Etant arrosée sur une grande distance et longitudinalement par cette dernière rivière elle peut être convenablement nommée *division Holston*. Liée par sa topographie et ses autres caractères avec la plongée (dipping) elle est une des plus remarquables portions de la chaîne. La direction de ses axes et de ses failles est d'environ N. 67 E., et S. 67 O. Sa longueur dépasse 200 milles, mais sa largeur est un peu moindre que celle de plusieurs des divisions précédentes, ne s'élevant pas à plus de 55 milles des Blueridge à son axe le plus N. O.

8. A l'extrémité sud du district précédent près de l'embouchure du Holston, commence notre dernière division de la chaîne. Elle offre un contour courbe, concave vers le N.-O., la direction des axes et le strik (streichen) des couches changeant graduellement de S. 67 O. à S. 35 O., en faisant une déviation de 32 degrés. Traversant la partie centrale du Tennessee oriental, et enfermant la ville bien connue de Knoxville, elle peut être intitulée *division de Knoxville*. Dans celle-ci, comme dans les précédentes, l'espace bouleversé (disturbed) est comparativement petit.

9. La neuvième et dernière division de la chaîne s'étend de a désinence sud de la section de Knoxville à l'embouchure de a Clinch, dans le voisinage de Tuscaloosa, au centre de l'Alabama. Nous proposons de l'appeler la *division d'Alabama*. Au contraire du district précédent, il présente les axes les plus parfaitement droits; la direction, qui est d'environ S. 35 O., s'y maintient sans interruption dans ses couches, qui vont disparaître sous les formations des horizons crétacés et tertiaires de l'Alabama moyen.

PRÉDOMINANCE DES PLONGÉES (1) SUD-EST.

En même temps que la direction des Apalaches a lieu du N.-E. au S.-O., on y observe une remarquable prédominance des plongées S.-E. à travers toute leur longueur, du Canada à l'Alabama. C'est précisément le cas le long du côté sud-est, c'est-à-dire du côté le plus bouleversé, où elle se présente remarquablement dans la grande vallée et dans les chaînes étendues qui la relient au S.-E. Mais en s'éloignant vers le N.-O., en partant de la région la plus bouleversée, les pentes opposées au N.-O., qui précédemment se rencontraient rarement, et toujours très raides, deviennent progressivement plus nombreuses et en général plus adoucies.

Nous nous sommes convaincus de la prédominance de cette intéressante loi générale (à travers toutes les parties de la

(1) Dire peut-être : dépressions, plongées?

chaîne qui s'étend du Massachussets occidental jusqu'au Tennessée oriental) par un examen personnel de toute la chaîne durant les six dernières années, et nous l'avons partiellement annoncée dans différents passages de nos rapports sur la géologie du New-Jersey, de la Pensylvanie et de la Virginie. Nous apprenons du Dr Ch. Jakson et d'autres sources que la prédominance des plongées S.-E s'étend au Vermont occidental et à la vallée du lac Champlain.

De l'exacte interprétation de ce simple caractère dépend, on le conçoit, la claire élucidation des divers rapports de la contrée avec les résultats dynamiques qu'elle a subis, l'arrangement stratigraphique des roches, et comme immédiatement liée la distribution des fossiles. L'objet du présent travail est d'exposer les lois générales de structure dont le caractère en question n'est qu'une simple et nécessaire conséquence, et de développer ce que, depuis plusieurs années, nous regardons comme la vraie théorie du ploiement et du soulèvement des Apalaches.

HISTORIQUE DE LA PREMIÈRE INTERPRÉTATION DES PLONGÉES GÉNÉRALES AU S.-E DANS LA GRANDE VALLÉE DES APALACHES.

Les premières tentatives destinées à expliquer les apparences anormales d'une plongée générale au S.-E. à travers la grande vallée, furent faites par M. le professeur Hitchcock, dans son *Rapport sur la géologie du Massachussets*, en 1833. L'explication, qui n'envisageait le fait que dans le Massachussets occidental, supposait une série de dépôts à stratification discordante, plongeant sous différents angles; mais M. Hitchcock n'y suggérait l'idée ni d'un rabattement ni d'un ploiement des terrains.

A cette époque, dans les *cartes géologiques de New-Jersey, Pensylvanie et Virginie,* nous étions déjà frappé de la grande prédominance des plongées au S.-E. à travers les parties des Apalaches sur lesquelles s'étendent ces Etats, et nous avions reconnu la liaison de cette prédominance avec des ploiements

obliques et rabattus. On s'en convaincra par la description que nous avions donnée de ce fait dans nos *Rapports annuels de 1837 et 39*. A la même date de nos recherches, nous avions reconnu l'importante loi générale d'un plus fort redressement du côté du N.-O. que de celui du S.-E. de l'axe anticlinal, et nous l'annoncions pour la première fois dans le *Rapport* final de la *géologie du New-Jersey*, au printemps de 1840.

Cette solution à la question des plongées S.-E., que nous avons longtemps supposée constituer l'unique clef de la structure de notre grande chaîne, fut communiquée en conversation aux professeurs Hitchcock et Elementary, à la première assemblée des géologues américains, au printemps de 1840.

Dans l'ordre des temps, la première notice sur ces lois de structure est celle donnée par M. Hitchcock dans sa *Géologie élémentaire*, publiée en août 1840. Dans cet ouvrage, il rappelle nos observations publiées relativement à un rabattement étendu des terrains en Pensylvanie et Virginie, et propose d'expliquer la plongée prédominante dans le Massachussets occidental et le district de la rivière d'Hudson, par l'hypothèse d'un simple mais vaste rabattement de toutes les roches à travers les régions mentionnées. Cette explication, accompagnée d'un petit profil à travers les chaînes de Hoosic et de Taconic, est donnée comme un exemple de *retournement*, et non comme un exemple de *ploiement*, ce dernier sujet étant traité séparément dans un autre endroit de l'ouvrage.

Dans une réunion de la Société philosophique américaine, le 1er juin 1841, nous fîmes une communication sur les résultats de quelques observations relatives à la structure géologique du Berkshire, du Massachussets et des parties voisines de New-York, observations que nous avions recueillies durant le mois d'août précédent; nous y donnâmes un résumé de vive voix de notre théorie relativement aux faits en question. Ensuite, après avoir averti les observateurs précédents que tous les terrains entre la chaîne du Hoosic et la rivière Hudson gisaient rabattus en sens inverse, nous présentions des profils prouvant l'existence de nombreux axes anticlinaux et synclinaux de ploiement; nous tirions la conséquence que la plongée

inverse des roches était le résultat de ploiements des couches répétés à de courtes distances, et non celui d'un retournement général de toute la série, comme le suggérait M. Hitchcock. Nous signalions l'action ignée et souterraine comme cause de ces compressions et ploiements des terrains, et nous présentions leur énergie comme ayant été plus grande le long de la vallée du Berkshire et de la chaîne qui s'étend à l'est. Nous attribuions à ces agents l'état cristallin des marbres du Berkshire, puis des schistes et roches quartzeuses demi-vitrifiées, en regardant les premiers comme n'étant autre chose que le calcaire blanc de la vallée de l'Hudson modifié, et les derniers comme une forme hautement altérée des grès blancs qui se trouvent à la base de la formation des Apalaches.

En avril suivant, M. Hitchcock, dans sa belle Adresse à l'Association géologique, en parlant de la remarquable intervention des plongées sur le côté ouest de la Nouvelle-Angleterre et à travers la chaîne des Apalaches, ne se contenta plus d'attribuer simplement le fait à un retournement des couches, mais bien à une succession d'axes de ploiement occasionnant une plongée plus forte et plus fréquemment inverse sur le côté ouest. D'autre part, il établissait que quoiqu'il « n'adoptât pas entièrement cette idée, il penchait cependant à l'admettre comme solution du problème. » Dans son explication de la manière selon laquelle les couches ont acquis leur structure ployée, il les supposait avoir été, durant leur état plastique, actionnées par des forces opposées; il observait que ces forces, « suffisamment intenses, ont pu déterminer une succession de plis ou chaînes, et que, plus intenses sur le côté est que sur l'ouest, elles ont pu rabattre les chaînes de manière à former des plongées inverses sans produire de notables dislocations. »

Dans la 2me édition de sa *Géologie élémentaire*, publiée en août 1841, M. Hitchcock, en discutant cet ordre de faits, revient de nouveau à la théorie de deux forces opposées appliquées aux extrémités des couches, et attribue en outre le soulèvement à des matières gazeuses ou fondues situées au-dessous, omettant cependant de les mentionner relativement au fait général des plongées S.-E.

Comme la priorité de nos vues à l'égard d'une structure par ploiement et rabattement à travers la chaîne depuis la Virginie jusqu'au Massachussets occidental, nous paraît clairement établie par les diverses publications citées plus haut, nous ne pouvons attribuer, de la part de notre estimable ami M. Hitchcock, l'omission de l'avoir expressément reconnu, qu'à la manière isolée dont nos descriptions et nos vues ont été émises dans nos rapports annuels et d'autres publications accidentelles.

SUR LES PLOIEMENTS DES COUCHES ET LES LOIS DE LEUR GRADATION DU S.-E. AU N.-O.

Les phénomènes ci-dessus mentionnés relativement aux plongées dans les Apalaches peuvent, pensons-nous, être réellement attribués à des caractères particuliers de ploiement des terrains. Ces ploiements différents de la courbure symétrique attribuée ordinairement à un axe anticlinal ou synclinal présentent, dans la plupart des cas, une voussure plus raide, plus escarpée au N.-O. qu'au S.-E.; et, comme une conséquence directe, elles présentent une concavité plus forte vers le S.-E. que vers le N.-O.; enfin, vue dans son ensemble, une série de ces ploiements offre la forme d'une ligne obliquement ondulée dans laquelle le sommet de chaque courbe faisant relief est en avant du centre de sa voussure. Sur le côté sud-est où la courbure est plus brusque et les ploiements plus étroitement fermés, les chaînes portent une succession de plis alternativement convexes et concaves, dans chacune desquelles les lignes de plus forte plongée approchent du parallélisme et ont une inclinaison à peu près uniforme de 45 à 60 degrés vers le sud-est. Ceci peut être exprimé en d'autres termes comme un rabattement de la moitié N.-O. de chaque courbe anticlinale. En coupant la chaîne sur un point dans un sens dirigé vers le N.-O., la forme des ploiements se modifie, les courbures inclinées qui rendaient habituelles les plongées au sud-est vont en diminuant, les plis s'élargissent et le côté N.-O. de chaque courbe convexe, au lieu d'être abruptement *re-*

doublé et rabattu, devient soit vertical soit plongeant fortement vers le N.-O. En s'avançant encore davantage dans la même direction vers la contrée occupée par les terrains apalachiens supérieurs, les reliefs et les dépressions s'arrondissent et s'adoucissent, et les pentes opposées le long de chaque axe anticlinal diminuent et approchent de plus en plus de l'égalité, jusqu'à ce que finalement dans la grande contrée houillière à l'ouest des montagnes Alleghanys, elles s'aplatissent en couches le plus souvent entièrement horizontales, à une distance d'environ 150 milles (60 lieues) des Blueridges ou montagnes du Sud.

Ces traits généraux dans la structure de la contrée apalachienne, seront mieux compris en consultant la *coupe idéale*, pl. XVI, établie pour représenter les caractères qui prédominent dans les différentes parties de la chaîne depuis les Blueridges jusqu'au territoire houillier occidental. Outre ce diagramme, qui résume les résultats généraux de nos observations, on trouvera plusieurs *coupes réelles*, comprenant les principaux détails de structure et de topographie observés dans différentes parties de la chaîne du New-Jersey au Tennessée oriental. Elles coupent encore le système à des intervalles presque égaux et ont été choisies en nombre suffisant pour expliquer les caractères de structure décrits ci-dessus.

Pour rendre plus intelligibles les modes de structure divers et parfois compliqués, auxquels donnent lieu les courbures et ploiements des couches, nous pensons qu'il importe d'introduire ici deux ou trois nouveaux termes descriptifs, qui nous semblent appelés par la nécessité de posséder une phraséologie propre à décrire en détail les rapports de situation des couches. En nous servant des mots *anticlinal* et *synclinal* dans leur acception ordinaire, nous appliquons les expressions de montagne, ou chaîne *anticlinale* ou *synclinale*, pour désigner les reliefs et dépressions respectivement formés par le ploiement convexe ou concave des couches. Tout ploiement, qui a produit déjettement vers le côté N.-O. de la voûte anticlinale (ou le S.-E. de la synclinale) nous le nommerons *ploiement normal ;* et les pentes (plongées) correspondant à de tels ploiements, par une

section transversale, nous les nommerons *pentes (plongées) normales*. Comme les expressions de *plongées* (ou pentes) *anticlinales* et de plongées *synclinales* expriment suffisamment la direction des lits due au ploiement concave et convexe, nous proposons le terme de *monoclinal*, pour signifier une identité dans la direction de la plongée, et nommerons une montagne ou une vallée dans lesquels règne cette identité, *montagne monoclinale* ou *vallée monoclinale*. Pour exprimer brièvement tout ploiement concave ou convexe, nous nous servirons des mots voûtes (arceau, *arch*), et bassin (*trough*).

En concevant, par le sommet de la partie la plus recourbée d'un ploiement, un plan sécant occupant une position moyenne entre les deux branches de la courbe, nous les appellerons plan-axe. Lorsqu'un ploiement est parfaitement symétrique des deux côtés de ce plan et que par conséquent les pentes sont pareilles de part et d'autre, il est évident que le plan-axe aura une position verticale. Dans les Apalaches, et, comme nous le pensons, dans presque toutes les autres chaînes de dislocation où les phénomènes de ploiement se présentent sur une échelle de quelque étendue, ces plans d'axes font avec la verticale un angle plus ou moins grand, en rapport avec l'énergie de la force qui a donné naissance aux ploiements. Dans nos contrées, la plongée de ce plan imaginaire arrive presque invariablement au S.-E., l'angle de déviation avec la verticale diminuant progressivement en coupant la chaîne vers le N.-O. On trouvera, pensons-nous, une loi correspondante à celle des plans-axes, dans tous les groupes d'axes un peu étendus, l'expression générale de cette relation étant que la plongée des plans-axes est toujours vers la région de plus grand dérangement (dislocation). Cette position des axes fait autant voir (paraître) que leur intersection avec une ligne horizontale menée de la branche S.-E. à la N.-O. sera plus rapprochée de cette dernière dans le cas d'une courbe anticlinale et que ce sera le cas opposé pour une synclinale. Voyez ces rapports dans le diagramme, pl. XVI.

CARACTÈRES DES PLOIEMENTS DE CHACUNE DES NEUF DIVISIONS DE LA CHAÎNE DES APALACHES.

Bien que les ploiements de couches de la chaîne des Apalaches soient partout conformes au type général décrit plus haut, ils présentent dans chaque grande subdivision quelque caractère particulier ou prédominant, indiquant, selon nous, le degré d'énergie et la direction des forces dislocantes. Voici une description rapide de ces caractères, dans chacune des subdivisions que nous avons précédemment établies.

1. Division de l'Hudson. Dans cette zone, les ploiements appartiennent pour la plupart au type étroitement replié, etc.

EXEMPLES DES DIFFÉRENTS MODES DE STRUCTURE.

1. *Ploiement normal.* Après avoir présenté une esquisse générale des divisions de la chaîne, nous devons aborder la description des variétés de structure, qui en distinguent les diverses parties. Les *ploiements* à caractère normal constituent, comme nous avons vu, le mode de courbure prédominant dans toute la longueur de cette zone de montagnes, les axes pliés obliquement ou déjetés étant principalement limités à une ceinture de largeur variable le long du côté sud-est. Parmi les nombreux plis (*ranges*) parallèles anticlinaux et synclinaux qui présentent remarquablement la configuration normale, nous citerons peu d'exemples de Pensylvanie et de Virginie, et nous rapporterons aux coupes qui accompagnent ce mémoire, pour le détail des plongées dans chaque portion respective de la chaîne. Dans la montagne de Knobly, le plus occidental des grands ploiements anticlinaux, situé au S.-E. de la région houillière (carbonifère), le caractère normal se maintient avec une grande uniformité à travers une distance de plus de 50 milles (16 lieues). Il commence avec la première apparition de l'axe, dans le voisinage immédiat du Cumberland, et se continue, en même temps que la montagne augmente en largeur et hauteur, dans cette étendue au

S.-O. Encore plus loin dans cette direction, au delà de la coupure de l'axe, par le North Fork et le Potomac (comté de Pendleton, Virginie), les plongées du côté N.-O. de la voûte deviennent soit verticales, soit légèrement rabattues; elles conservent cette position, au delà, sur une distance d'environ 40 milles (12 lieues). Depuis son apparition un peu au S.-E. du Cumberland, jusqu'à sa terminaison à la vallée anticlinale de Crab Bottom, cet axe offre un bel exemple de la gradation régulière prédominante, dans les degrés de ploiements que les couches ont subis sur différentes portions de la ligne, comme dépendant de l'intensité variable de la force d'élévation et de tension. D'abord les roches les plus inférieures que présente l'axe sont les shales rouges et calcaires, ou groupe de Clinton. Sa courbure, quoique plus abrupte au N.-O., n'excède cependant pas le caractère normal modérément raide. Plus au S.-O., où la formation inférieure affleure et s'élargit en avançant, donnant une imposante largeur et élévation à la chaîne, nous trouvons la partie nord-ouest de la chaîne si augmentée en raideur que ses plongées sont presque verticales. L'axe, devenant encore plus développé en avançant, la formation immédiatement inférieure (F. III *Hudson slates*) fait son apparition et s'élargit rapidement en vallée anticlinale qui sépare la large et haute montagne en deux reliefs distincts. Les shales au N.-O. de ces crêtes ont une plongée verticale et même quelquefois rabattue. Encore plus loin, dans la même ligne, affleure une formation encore plus inférieure, le grand calcaire inférieur apalachien (F. II) qui occupe une grande partie de la largeur de la vallée anticlinale. La plongée des roches dans le relief nord-ouest devient dès lors (*as might be anticipated*) très fréquemment rabattue. Après avoir passé cette portion culminante de l'axe, sa prolongation au S.-O. reproduit les phénomènes précédents dans un ordre inverse, jusqu'à ce que finalement près des *head - waters* de Back Creek, les terrains supérieurs divisés se rapprochent en reformant un ploiement normal adouci pour former la chaîne peu appréciable qui termine l'axe au S.-O.

Dans la montagne de Bull Pasture, qui traverse Pendleton

et une partie du comté de Bath, dans une ligne au S.-E. de celle que nous venons de décrire, nous avons un exemple de la structure normale soutenue sur toute la longueur de l'axe, et sur une distance de plus de 50 milles. Nous observons en outre ici l'augmentation graduelle de raideur de la courbure, l'affleurement successif de groupes de plus en plus inférieurs, bien que la quantité du mouvement d'exaltation, étant dans ce cas moindre que dans celui de l'axe de Knobly, n'ait nulle part produit de rabattement de la plongée.

L'intéressante relation révélée ici entre la raideur de la courbure et la quantité effective d'affleurement (ride?) des roches, à différents points de l'axe, s'étend aux plus courtes comme aux plus longues de ces lignes, et s'applique à toutes les parties de la chaîne des Apalaches, constituant une loi de structure intimement liée avec la nature du mouvement de plissement.

Outre les cas précédents, nous pouvons citer, en Pensylvanie, le grand axe de la montagne de Wills's Creek, celui de la vallée anticlinale de Black Log, et ceux beaucoup plus longs de la vallée de Kishicoquillas et de la montagne de Jack, dans les trois desquelles le type normal se maintient, de même que les relations entre le degré de développement de l'axe, et la raideur de la plongée N.-O., comme nous l'avons annoncé, y est uniformément développée.

2. *Ploiements rabattus.* Comme nous l'avons dit en donnant des généralités systématiques de la coupe de la chaîne, les ploiements avec rabattement des couches sur le côté N.-O. se rencontrent plus fréquemment le long du bord S.-E. de la chaîne des Apalaches. Dans quelques districts, néanmoins, ce mode de ploiement s'étend sur une distance considérable à travers la zone moyenne, fait qui offre un exemple bien caractérisé. Dans la plongée S.-E. générale des terrains carbonifères de Pottsville, le passage de la courbure normale à la courbure étroitement repliée et rabattue, à mesure que le développement de l'axe s'augmente, est un phénomène bien observé dans un grand nombre des principaux plis anticlinaux

de Pensylvanie et de Virginie, parmi lesquels on peut citer l'axe de Bald Eagle, dans le premier de ces Etats, et la montagne de Jackson et le Wolf Creek, dans le dernier.

L'axe de Bald Eagle, commençant quelques milles au sud de Hollidaysburg, et s'alignant à l'ouest du centre des vallées de Sinking et Nittany, et par le milieu de la vallée de Nippenose, se termine au sud des Alleghanys, à un certain nombre de milles à l'ouest de Pennsboro. Il embrasse ainsi dans son pli long et adouci une distance d'environ 120 milles (48 lieues). Sur quelques milles de sa longueur, à chaque extrémité, où il présente uniquement le terrain apalachien moyen, il déploie simplement une courbure normale; mais plus près du milieu de sa ligne, affleurent des formations de plus en plus inférieures, et finalement il amène au jour le grand calcaire apalachien; sa voussure devient graduellement plus raide jusqu'à ce qu'il arrive à une plongée verticale, puis accidentellement rabattue, le long de la montagne de Bald Eagle, depuis le Little Juniata à Bellefont.

L'axe de la montagne de Jackson commence au flanc N.-O. de la montagne de Fork (comté de Pendleton, Virginie), et continue en une direction presque droite dans la montagne de Jackson et la vallée anticlinale de Warm et Hot Springs, jusqu'à la rivière de Jackson, dans le voisinage de Covington. Il comprend une longueur d'environ 70 milles (28 lieues). De son extrémité N.-E. à environ un petit nombre de milles de son premier affleurement du calcaire apalachien inférieur, la montagne se continue simple et déploie une voûte normale, mais augmentant régulièrement avec une plongée N.-O. avoisinante. Mais plus au S.-O., au commencement de la vallée anticlinale dans laquelle affleure le calcaire, à l'extrémité inférieure de la vallée de Falling Spring, la montagne se divise en deux chaînes qui au nord-ouest présentent l'une et l'autre des plongées verticales et rabattues. Au delà de Falling Spring, la vallée se ferme brusquement de nouveau par la *subsidence* de l'axe, et à la rivière de Jackson, il ne reste rien de ce remarquable relief qu'une basse chaîne composée des terrains les plus supérieurs, offrant un ploiement normal modérément obtus.

L'axe de Wolf Creek, en Virginie, surgit près de la *head* de Stony Creek, un peu au S.-E. de la montagne de Peters, et s'étend le long du côté S.-E. de Peters et du côté N.-O. de la montagne de Wolf Creek et de la Riche-Montagne, sur une distance de 70 à 80 milles (28 à 32 lieues). A travers presque toute sa longueur, cet axe est situé dans le calcaire apalachien, dans lequel se trouve là un rabattement de la plongée sur le côté N.-O. du plan d'axe, qui parfois passe à une faille. Ce rabattement est remarquablement développé le long de la base S.-E. et tend à une montagne synclinale, formant la chaîne de Buck-horn, qui s'ajoute à l'axe au N.-O., où les couches de ce côté de la montagne sont ployées de manière à prendre une position le plus souvent parallèle à celle des terrains correspondants du côté N.-O. opposé.

3. *Ploiements rompus ou passant à des failles.* Un caractère qui se rencontre fréquemment dans certaines parties des Apalaches, c'est le passage d'une courbure ou repli à une faille. Ces dislocations, conservant la direction générale des axes anticlinaux, desquels elles naissent, sont habituellement soutenues à une grande distance, ayant, en quelques cas, — par exemple dans le S.-O. de la Virginie, — une longueur d'environ 100 milles (40 lieues). Ces lignes de failles se rencontrent dans tous les cas le long du côté N.-O. de l'axe anticlinal ou S.-E. du synclinal, et jamais dans une situation différente. Ce fait curieux et instructif s'observe bien en suivant longitudinalement quelques-uns des principaux axes anticlinaux de Pensylvanie ou de Virginie. La branche N.-E. de la voussure passe successivement d'une plongée raide au N.-O. à la position verticale, puis à une plongée rabattue S.-E.; c'est à ce degré du ploiement que commence généralement la faille. Elle commence avec la disparition de l'un des groupes de terrains les plus meubles, s'étendant immédiatement au N.-O. des bancs les plus massifs, qui forment le sommet N.-O. de l'espace anticlinal. La dislocation s'augmente à mesure qu'on s'avance longitudinalement, groupe après groupe, des terrains supérieurs, disparaissant de la surface, jusqu'à ce que, dans

plusieurs des failles les plus étendues, le calcaire inférieur est amené, sur une grande distance, avec une plongée modérée au S.-E., directement au-dessus des formations carbonifères. Dans ces prodigieuses fractures, dont plusieurs explications se rencontrent dans le S.-E. de la Virginie, le calcaire carbonifère étant amené à l'étroite proximité du grand calcaire apalachien inférieur, une portion de celui-ci est accidentellement enfouie, l'épaisseur des couches ne pouvant pas être moindre que de 7 à 8,000 pieds.

La position des couches le long de quelques-unes de ces dislocations extraordinaires peut être vue dans les coupes C, D, E (Pl. 20, 21) qui accompagnent ce mémoire. Les sections D et E représentent (en *a)* les conditions prédominantes dans la longue faille qui s'étend sur le côté N.-O. de l'axe de la vallée de Sweet Spring. Cet axe, dans son état normal, fait affleurer le grand calcaire apalachien, flanqué au N.-O. par les schistes et grès superposés, qui, avec la moitié N.-O. du calcaire, ont une forte plongée N.-O. Plus vers le S.-O., cette plongée augmente; les couches sur le côté N.-O. deviennent bientôt verticales, et de là bien vite passent à la position rabattue. A ce point commence la faille, annoncée d'abord par la disparition de la portion des schistes (For 14) et des shales bigarrées (For V), plus du grès à bancs épais (For IV) qui forme la charpente de la chaîne, *that bounds the anticlinal valley on the northwest*. Cette vallée présente et soutient au N.-O. une lacune dans le sens géologique qui va continuellement en augmentant, engouffrant successivement presque toutes les couches entre le calcaire de l'axe et le calcaire carbonifère, et présentant un rabattement du dernier sur quelque distance vers le N.-O. suivant la ligne de faille.

THÉORIE DE LA COURBURE ET DE L'ÉLÉVATION (SOULÈVEMENT) DES COUCHES FONDÉE SUR LES PHÉNOMÈNES PRÉCÉDENTS. — CARACTÈRE ONDULATOIRE ET TANGENTIEL COMBINÉ DU MOUVEMENT.

Le caractère oblique de presque toutes les courbures anti-

clinales et synclinales signalées, tant celles étroitement repliées que des plus obtuses, indique que le mouvement, qui a produit les courbures permanentes, était composé d'oscillations ondulatoires et d'une pression tangente ou horizontale, tous deux procédant vers le nord-ouest à travers la région perturbée. On retrouvera, nous en sommes convaincu, cette inflexion oblique des terrains pliés, dans toutes les autres parties du monde. Elle paraît révéler un mouvement tangentiel puissant, opérant toujours dans la même direction pour la même contrée durant l'époque de perturbation. Une force purement verticale, exercée plutôt simultanément que successivement le long d'un système de lignes parallèles, ne pourrait nullement produire le même nombre de voûtes symétriques anticlinales ; et en outre une pression horizontale non combinée à un mouvement alternatif de haut en bas et de bas en haut, ne saurait donner lieu à un système d'axes parallèles, ne conduit à aucun changement dans la position des couches, qu'à des renflements insensibles de grande échelle, ou bien à des dislocations confuses dépendantes des inégalités locales de puissance et de résistance dans l'écorce terrestre de la contrée.

Voici les considérations qui nous conduisent à admettre que les *ondulations* sont le résultat d'un mouvement de renflement procédant d'en bas et non des plis dus uniquement à quelques grandes compressions latérales dans le sens de la tangente. — D'abord il est impossible de concevoir qu'une force, d'une intensité aussi grande qu'on voudra, exercée tangentiellement, puisse seule déterminer un système de plis successifs dans une écorce épaisse et imparfaitement flexible. L'imperceptible bombement d'un massif ainsi actionné latéralement ne saurait produire des courbures, autres que peut-être quelques chétifs *plis irréguliers* dus à l'inégalité des couches, plis qui, il est essentiel de le remarquer, ne sauraient être disposés selon une loi de parallélisme et de gradation, semblable à celle qui caractérise si remarquablement les Apalaches. Un système de couches ondulées à courtes ondes et à superficie générale en quelque sorte plane, ne saurait être produit par la pression

latérale la plus énorme que l'on voudra, s'il n'est pas accompagné de quelques oscillations verticales donnant naissance aux lignes de plis parallèles. Or, précisément un mouvement alternatif de ce genre prendrait naissance si une succession d'ondes virtuelles *(actual)* se mouvait à la surface des roches fluides souterraines sous l'écorce rigide et dans une direction déterminée.

L'insuffisance d'une force tangentielle, comme cause des axes de ploiement dans les Apalaches, paraîtra plus manifeste encore, si l'on considère qu'aucune roche ignée n'y est arrivée au jour que dans la zone qui borde le système général au sud-est et que, par conséquent, si les axes de ploiement étaient uniquement dus à une pression latérale, la totalité des forces qui leur auraient donné naissance devrait s'être propagée depuis la ligne d'affleurement de ces roches ignées à travers tous les ploiements jusqu'aux plus éloignées. Or, à en juger par toutes les analogies mécaniques, des forces semblablement appliquées, au lieu de produire l'élégante suite de courbures que nous observons, se seraient dépensées en comprimant l'espace contigu sur une zone étroite, qui abonderait dès lors en contournements irréguliers et au delà de laquelle on passerait bientôt à des couches ayant conservé leur position horizontale primitive.

L'état remarquable du terrain immédiatement adjacent au N.-O. de notre grande ligne de dislocations, prouve que tel serait réellement l'effet d'une application latérale. Le long et au N.-O. de cette ligne, le rabattement uniforme avec compression et reploiement des terrains indique parfaitement une énorme compression dans la direction de la faille. Cependant là où la plus grande énergie des forces appliquées s'est manifestée, les rabattements ou autres bouleversements s'étendent seulement à un petit nombre de centaines de yards de la fissure, tandis que peu au delà la situation horizontale des roches a été peu altérée et moins que dans les parties des diverses régions où il n'existe point de faille.

Et même en admettant qu'une force latérale tangentielle, transmise à une grande distance à travers la chaîne, fût capable

de produire d'élégants plissements jusque dans les parties les plus éloignées, les courbures des ploiements du côté N.-O. devraient être relativement plus abruptes qu'elles ne sont, car dans ces districts les courbures sont le plus souvent symétriques. D'un autre côté, au contraire, ce dernier caractère dans les plis les plus éloignés vers l'ouest serait une conséquence nécessaire de la force plus réduite et conviendrait aux ondes les plus rapprochées de l'épuisement de leur cause.

L'augmentation de l'intervalle entre les axes, en marchant vers le N.-O., est un autre fait général qui, bien qu'il trouve une explication aisée dans une violente ondulation des couches, semble ne pouvoir nullement se rapporter aux résultats d'une pression graduelle et prolongée exercée contre le N.-O. En concevant que les divers degrés de courbures reconnus dans les diverses parties de la chaîne soient aussi le résultat d'une pression longuement continuée, nous serions portés à admettre que le côté sud-est de la contrée a empreint nécessairement tous les degrés de courbures à travers la chaîne et que les plissements divers se développaient lentement sous tension d'une force qui dans l'origine de son action produisait des voûtes larges et élégantes. Cependant si c'était le cas, comment ne reconnaîtrions-nous pas des transitions plus uniformes et plus graduelles dans la dimension des axes, que leurs sections ne le montrent. Si la raideur des courbures est en proportion de leur âge, comment se fait-il qu'elles soient si différentes dans les divers groupes où tous les faits accusent une origine contemporaine. S'il a fallu une longue période pour les produire, comment durant celle-ci et par suite des dénudations et dépôts synchrones qui avaient souvent lieu, n'en est-il pas résulté des superpositions discordantes de nouveaux dépôts lorsque les axes s'élevaient au-dessus du niveau des eaux?.....

(Suit un paragraphe d'objections.)

Mais, en abandonnant la théorie d'une pression horizontale, une autre hypothèse naît d'elle-même comme préférable, dans l'état des spéculations géologiques, pour expliquer les struc-

tures décrites. On peut supposer qu'une *tension prolongée agissant d'en bas* ou *une pression le long d'une simple ligne* peut graduellement produire une large *(und loftig)* courbure anticlinale ; qu'elle peut, par un *simple changement de cette ligne d'application* dans des positions toujours parallèles à leur première, accomplir avec le temps, le soulèvement de tous les axes de nos groupes apalachiens. Non seulement cette hypothèse est justifiée par les simples traits de nos courbures symétriques ; mais elle explique encore les beaux rapports qui existent entre les formes des courbures et leurs positions dans les groupes respectifs, puis leur assemblage en groupes ; et il s'agit ici des faits les plus intéressants à expliquer. Comment une simple force verticale appliquée à la surface interne de l'écorce terrestre, soit le long d'une ligne, soit selon une zone elliptique allongée, pourrait-elle produire la forme *oblique* des voûtes anticlinales qui sont ici habituelles ; comment pourrait-elle donner lieu à la courbure horizontale régulière d'un axe comme nous en voyons dans les districts courbants de la chaîne ?

SUR L'ORIGINE DES ONDULATIONS SOUTERRAINES SUPPOSÉES ET SUR LA MANIÈRE SUIVANT LAQUELLE LES PLOIEMENTS ET DISLOCATIONS DE COUCHES ONT CONSERVÉ LEUR CONFIGURATION D'UNE MANIÈRE PERMANENTE.

Les courbures parallèles de l'écorce terrestre, que la chaîne des Apalaches présente si remarquablement et qui seront reconnues, comme nous le pensons, dans presque toutes les contrées perturbées, auraient selon nous pris naissance de la manière suivante. — Nous prétendons que, dans chaque contrée où règne un système de plissements, l'écorce terrestre reposait originairement sur une vaste surface de lave à l'état fluide. Nous supposons que les agents souterrains, propres à amener le résultat dont s'agit, étaient une vaste accumulation de vapeurs élastiques ou de gaz soujacent à la portion disloquée ; sa tension excessive vers les régions supérieures déterminait, à diverses époques et pour se dégager, une série de crevasses pa-

rallèles. Dans le dégagement subit et explosif de ces matières gazeuses, la pression qu'elles exerçaient primitivement à la surface du fluide interne, se trouvant instantanément supprimée, celui-ci agissait le long de toute la ligne de fissure comme une énorme vague qui soulevait subitement avec elle la croûte flexible superposée. Dès lors la gravité pouvant agir sur la lave agitée, engendrait une violente ondulation de toute sa surface, de façon que les ondes s'y mouvaient en crêtes régulières et parallèles s'abaissant et s'épanouissant à mesure qu'elles avançaient, et communiquant un mouvement houleux correspondant aux couches superposées. Simultanément à l'une de ces époques d'oscillation, comme toute la croûte était ainsi sollicitée en des courbures parallèles, nous supposons que le district oscillant a été naturellement poussé en avant et consolidé dans sa nouvelle position par l'intrusion permanente de la matière liquide injectée par la force même des ondes dans les fentes et dislocations. Cette poussée en avant, agissant sur la courbure des ondes, *escarpait* leur côté antérieur, précisément comme le vent s'exerçant sur les vagues de l'Océan en pousse les crêtes en avant, en les rendant abruptes du côté opposé au vent. Une répétition de ces forces, en augmentant ainsi l'abrupte de chaque onde, donnerait finalement lieu à la structure plissée, avec déjettement, dans toutes les parties du district adjacent à la principale perturbation. Ici le renflement des plis serait occasionné non seulement par la violence supérieure de la force horizontale agissant en avant, mais par la production de plusieurs moindres groupes d'ondes entre les plus larges et dépourvus de l'énergie suffisante pour s'étendre latéralement jusqu'aux limites extrêmes du district. C'est à cette intercalation que nous attribuons en partie le caractère recourbé des axes sur le côté du district plissé qui borde la région où les crevasses et dykes se rencontrent, et la beaucoup plus grande variété dans l'état des courbures.

Dans le cours de ces tensions des ploiements et couches à travers le district ondulé, la continuelle introduction et consolidation des parties fissurées de nouveaux matériaux de la

masse liquide soujacente, surgissant en dykes d'intrusion et remplissant les vides de la dislocation, retiendrait d'une manière permanente l'écorce infléchie dans ses nouvelles positions et compenserait la diminution de la largeur horizontale produite par les courbures. C'est ainsi que des axes permanents peuvent se produire sans que le fracturement de l'écorce apparaisse toujours à la surface, parce que d'innombrables crevasses, suffisantes pour permettre l'échappement instantané des vapeurs élastiques, peuvent se former temporairement et se reformer superficiellement, et parce que les couches peuvent en outre être fixées et maintenues à leur état de courbure par le déplacement des fragments, l'intrusion et la solidification des laves à leurs cavités inférieures.

Cette théorie s'accorde remarquablement avec le singulier caractère des couches non interrompues au N.-O. de la grande ligne de faille. En décrivant précédemment quelques-unes de ces énormes dislocations (spécialement celle du sud-ouest de la Virginie), nous avons rendu compte du changement graduel de structure, de la normale à la plissée, puis à la rabattue, et de là à un engouffrement (successif?) de certains groupes de couches selon la ligne de faille présentant quelquefois sur la longueur de 60 milles une inversion actuelle du calcaire ou schiste supérieur apalachien sur le calcaire carbonifère ou le groupe immédiatment inférieur. En tout cas le commencement de ces failles, dans la partie synclinale vigoureusement pliée des flexions immédiatement au N.-O. de la courbe anticlinale finalement renversée (*inverted*), semblerait prouver par conséquent que la fracture a été due à un pli et inversion profonde des terrains, portée à une extension propre à produire la rupture actuelle des bancs très fléchis, suivi par une compression de haut en bas des côtés opposés de l'enfoncement et de la poussée horizontale de la portion anticlinale vers le N.-O., causant que les couches inférieures reposent sur les dernières, précisément sur les groupes géologiques plus hauts. L'énorme masse de matériaux rocheux ainsi pressée vers le bas et solidement fixée dans cette position, constituerait, selon nous,

une vaste barrière ou digue souterraine, capable d'arrêter à divers degrés les progrès des ondes se succédant et protégeant la région à une distance modérée du côté du N.-O. (c'est-à-dire du côté sous le vent de la faille), des ondulations auxquelles sans cela il aurait été exposé. En confirmation de ces vues, on peut établir que suivant une ligne de dislocation depuis l'une de ces extrémités, tant que l'extension des couches pousse vers le bas, comme cela est indiqué par la quantité de hiatus de la faille, il (elle ?) *inferred* de croître progressivement peu à peu, ou, ce qui est la même chose, la digue souterraine opposée, présumée de diminuer en profondeur, la région située derrière, au N.-O., devient de plus en plus ondulée, jusqu'à ce que, quand nous passons entre l'extrémité de la faille, où la forme normale de la courbure est rétablie, nous trouvons les couches relevées en courbes anti et synclinales vigoureuses.

Tel est notamment le cas avec la faille à la base N.-O. de la montagne de Peters et East-Viver, en Virginie, comme aussi avec celle qui s'étend parallèlement et au S.-E. de la montagne de Cumberland ; et, en un mot, comme toutes les failles et axes croisés (transversaux) de grande longueur à travers la Virginie, la Pensylvanie et le Tennessée. Et où deux semblables lignes de dislocation se rencontraient, parallèles entre elles, à une intervalle ne dépassant pas huit milles, les parties centrales interjacentes, n'offrent ordinairement que peu de petits dérangements, nonobstant la proximité des lignes de rupture violentes de chaque côté.

La combinaison supposée d'oscillations ondulatoires et de mouvement horizontal ou tangentiel, expliquera, selon nous, tous ces faits de structure générale que nous avons décrits comme caractérisant notre chaîne des Apalaches dans toute sa longueur et largeur et qui probablement existe dans maintes autres chaînes de montagnes à axes nombreux, reposant toutes en variétés de courbure normale, inverse ou disloquée, que l'on observe sur quelques points de la chaîne ; une simple différence dans le rapport entre le mouvement ondulatoire et le tangentiel produira les différents degrés de forme et de courbure que nous avons mentionnés.