

Méanders et rivières

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Mémoires de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles. Géologie et géographie = Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Freiburg. Geologie und Geographie**

Band (Jahr): **7 (1910)**

Heft 4

PDF erstellt am: **11.09.2024**

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.

LES MÉANDRES DE LA SARINE

I.

MÉANDRES ET RIVIÈRES

Introduction. Dans les études de Géographie physique, qui comportent la connaissance des formes extérieures de l'écorce terrestre, nous voyons que l'eau est le facteur de beaucoup le plus efficace pour produire la désagrégation de nos montagnes et le modelé de nos continents.

Sous le nom d'eaux courantes¹ nous comprenons toutes ces gouttes de pluie, qui après être tombées sur la terre ferme, réglées par la grande loi de la pesanteur, descendent les pentes, se réunissent en ruisseaux, en torrents, en fleuves, pour courir jusqu'à la mer.

Mais c'est seulement quand l'eau a pu se constituer en une masse plus ou moins considérable qu'elle peut exercer la plus grande partie de son action érosive.

1) Pour les notions et les études générales concernant le travail et l'érosion par les eaux courantes, voir :

De LAPPARENT : *Leçons de géographie physique* ;

— *Traité de géologie* 5^e éd. Vol. I.

E. HAUG : *Traité de géologie* Vol. I : Les phénomènes géologiques.

E. de MARTONNE : *Traité de géographie physique* (climat, hydrographie, relief du sol, biogéographie) Vol. I, Fasc. 3. N.B. - Notre travail était déjà prêt pour l'impression lorsque ce fasc. a paru.

A. SUPAN : *Grundzüge der physischen Erdkunde*, Leipzig 1908.

E. CHAIX et W. ROSIER : *Manuel de géographie physique* (illustré) Lausanne, 1908.

Comme on le fait d'habitude, nous classifierons nos rivières d'après deux ordres de considérations : la nature et le caractère topographique de la région sur laquelle elles s'écoulent, et le *moment* auquel elles sont parvenues de leur *cycle vital d'érosion*.

Il est donc aisé de comprendre que souvent les plus grands cours d'eau ne seront pas les plus intéressants, car, ayant déjà à l'heure actuelle achevé leur *profil d'équilibre*, ils nous permettent seulement d'apercevoir les effets d'une activité passée, mais non plus leur mode de travail.

Tout au contraire, nous examinerons une catégorie spéciale de cours d'eau, qui nous paraissent développer dans leur marche et dans leur travail une activité particulièrement intéressante. Ils peuvent être groupés en quatre types, qui, tout en étant assez distincts les uns des autres, peuvent toutefois être rapprochés à l'aide de formes intermédiaires et peuvent même nettement exister sur différents tronçons d'un même cours d'eau.

Tels sont :

- 1^o *Rivières zigzagantes à branches multiples (torrents).*
- 2^o *Rivières à gorges profondes ou Cañons.*
- 3^o *Rivières à méandres divagants.*
- 4^o *Rivières à méandres encaissés.*

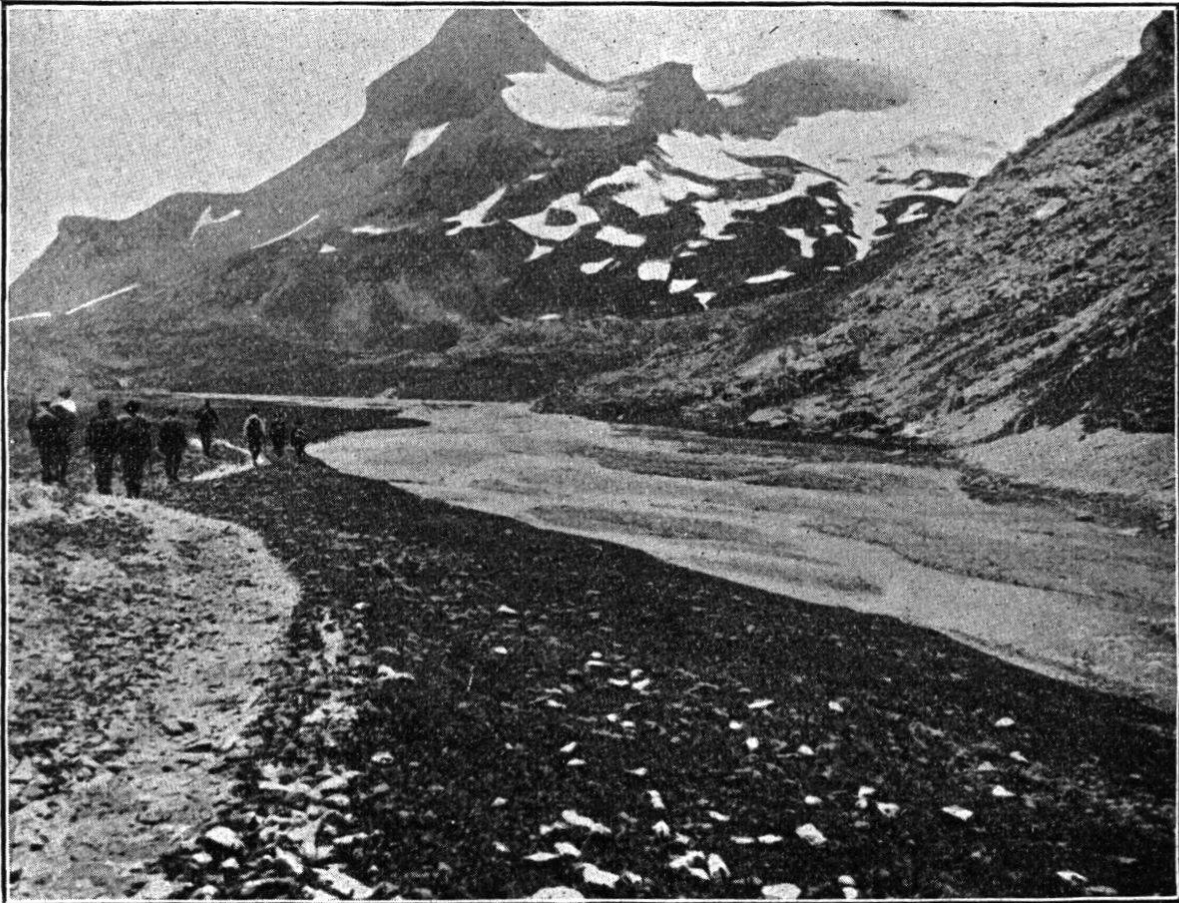
Nous esquisserons d'abord les caractères généraux des quatre types séparément, puis nous tâcherons de voir en quoi ils diffèrent et en quels points ils sont comparables.

Naturellement il n'y a rien d'absolu dans cet essai de division, car les formes de transition sont très nombreuses et les exceptions ne font pas défaut.

§ 1 Rivières « zigzagantes » à branches multiples (Torrents).

L'exemple typique des rivières ainsi appelées, nous est généralement fourni par les cours d'eau à régime torrentiel dont la pente générale se trouve interrompue plus ou moins brusquement par le fait qu'elles traversent un plateau ou qu'elles débouchent dans une plaine d'alluvions.

Dans ce cas plus que jamais, il faut distinguer un lit *majeur* et un lit *mineur* ou *thalweg*, correspondant respectivement aux périodes des hautes et des basses eaux. Le lit *majeur* peut alors atteindre des largeurs relativement très considérables.



(Phot. C. Calciati.)

Fig. 1. LA SARINE AU COL DU SANETSCH

comme type de torrent glaciaire « zigzagant » à branches multiples.

Le torrent, pendant les crues, acquiert une importance telle qu'il utilise toute la largeur et la pente de son lit, et, capable de transporter la lourde masse de ses grèves, il lui imprime un aspect toujours différent. Ensuite, à mesure que l'eau va en diminuant, le torrent dépose ses alluvions en creusant son lit *mineur*. Quelquefois le torrent est constitué par un filet d'eau divagant, mais le plus souvent c'est un ensemble de plusieurs branches qui s'entrelacent l'une à l'autre en zigzagant dans le lit *majeur*.

De cette façon, diminuant la pente de son cours et allongeant son trajet, la rivière, réduite à son débit minimum, cherche un état momentané d'équilibre dans la résistance de ses propres alluvions, jusqu'à ce que la pureté de l'eau atteste qu'il ne s'opère plus aucun travail.

En somme, les rivières zigzagantes à branches multiples par l'aspect général de leur vallée, la jeunesse des formes d'érosion et le manque de végétation de leur lit dénotent, d'une manière évidente qu'elles sont encore aux premières périodes de leur cycle d'érosion, stade qui en constituera leur caractère distinctif et fondamental. Tous les torrents glaciaires qui débouchent sur un plateau appartiennent à cette catégorie. Parmi les nombreux exemples parsemés dans toutes les régions du globe, nous en choisissons un que nous connaissons et qui nous paraît très représentatif, celui de la Trêbie, affluent de droite du Pô, en amont de la ville de Plaisance¹.

§ 2 Rivières à gorges profondes ou cañons.

Nous classons sous ce titre les rivières dont la puissance d'érosion nous est encore actuellement révélée par la raideur des deux rives, souvent à pic et également raides, et si profondément entaillées qu'elles forment une véritable et étroite gorge sur un trajet plus ou moins long de leur parcours.

Dans la réalité, nous trouvons ce phénomène développé à des degrés très différents ; mais quelquefois ses caractères spéciaux sont extraordinairement saillants au point que la partie supérieure de la gorge est de beaucoup plus resserrée que la partie inférieure.

Ce fait résulte de l'extrême rapidité du creusement vertical qui a eu le même effet qu'un coup de scie dans

¹) Voir Feuille 60 : PIACENZA, *carta topographica d'Italia*, al 1:100 000, polieroma, ou mieux encore, la feuille 72, quadrante, IV « Podenzano » de la carte au 1:25 000.

Voir aussi la fig. 1.

un morceau de bois, quand le niveau de base était encore très bas et que l'eau, n'ayant pas stationné aux niveaux successifs du lit, n'avait pas eu le temps de l'agrandir. Une raison analogue explique pourquoi le creusement des gorges et des cañons ne modifie pas le paysage en dehors du cours de la rivière.

Mais de quelle manière l'eau peut-elle construire ces gorges ?

Voilà une question à laquelle pendant longtemps on ne répondait pas d'une façon assez satisfaisante.

Après les nombreux et savants travaux de M. Jean Brunhes¹, on est parvenu à comprendre que c'est par une suite de mouvements tourbillonnaires qui s'installent sur le fond et les côtés du chenal, et qui, à l'aide du sable fin ou du petit gravier, creusent dans la roche en place une série de *marmites*.

Bientôt les séparations de ces dernières s'usent et n'ayant plus la force de résister à la pression du courant, se brisent : il en résulte alors, par un travail de *déblayage*, un chenal plus ou moins profond qui conservera les vestiges des *marmites* brisées.

En Suisse la beauté particulière de nombre de ces gorges est souvent gâtée par des travaux artificiels, offrant,

¹) Voir JEAN BRUNHES : Le travail des eaux courantes ; la tactique des tourbillons : I. Ilots granitiques de la première cataracte du Nil ; II. Gorges du versant N. des Alpes suisses, in *Mémoires de la Soc. Fribourgeoise des Sciences nat.*, 1902.

JEAN BRUNHES : De la prédominance des tourbillons en sens inverse des aiguilles d'une montre, dans les cours d'eau de l'Europe centrale et occidentale, in *Archives des sciences physiques et naturelles*, Genève, 1904.

E. CHAIX DU BOIS : Le pont des Oulles, phénomène d'érosion par les eaux courantes, (Bellegarde, Ain) in *La Géographie*, 15 déc. 1903.

E. FLEURY : Le chaudron latéral ; forme particulière de l'érosion par les eaux courantes, in *La Géographie*, 1907.

FR. AHLBORN : Über den Mechanismus des Hydrodynamischen Widerstandes, in *Abhandlungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften*, Naturwissenschaftlicher Verein in Hamburg, 1902. (Etude très détaillée des tourbillons superficiels, accompagnée de magnifiques planches photographiques et de croquis).

une fois de plus, un bon prétexte pour l'exploitation des étrangers. Qui n'a pas eu l'occasion d'en visiter quelques-unes pendant un voyage en Suisse?

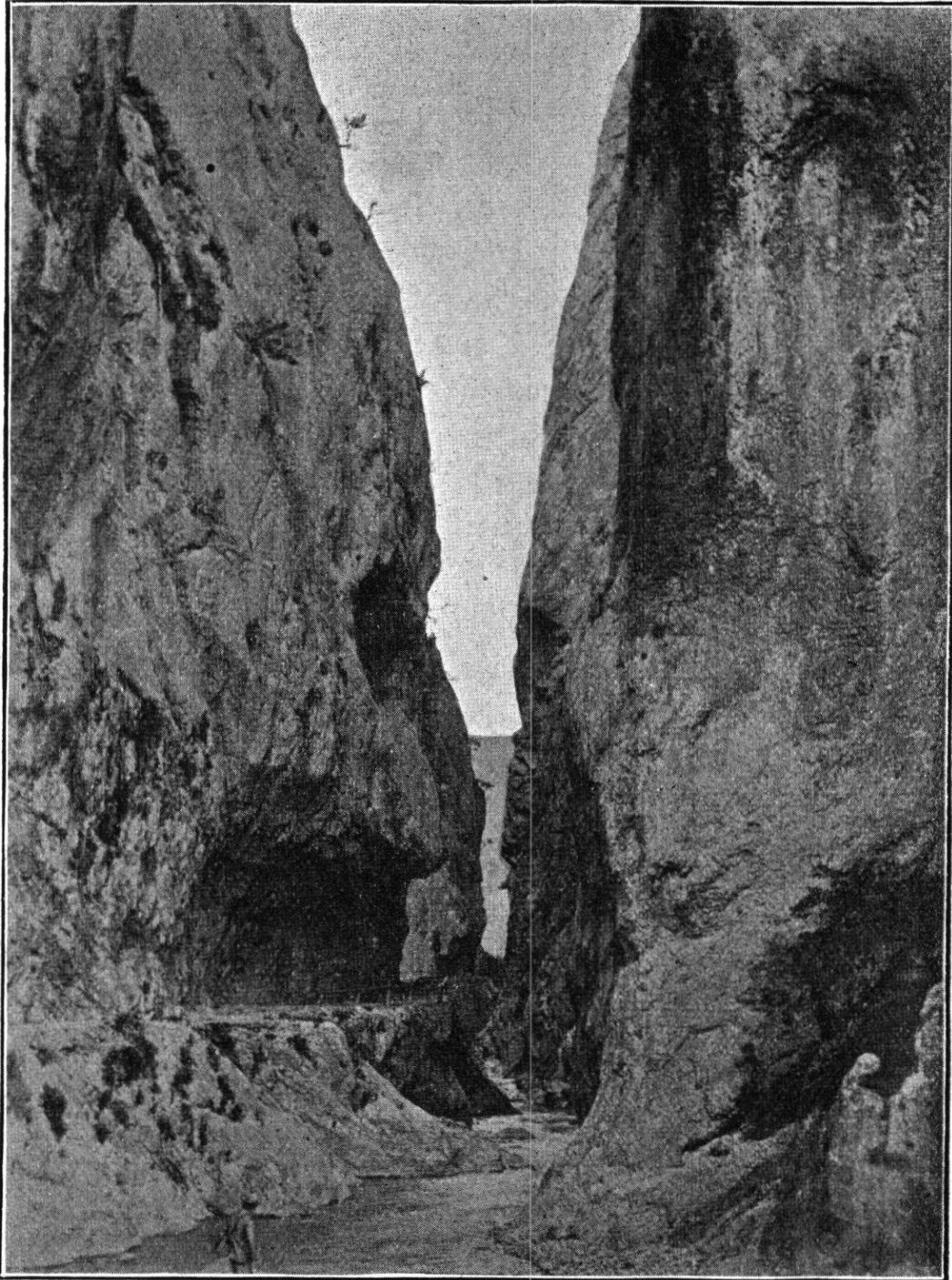


Fig. 2. LES CLUES DE BARLES, ENVIRONS DE DIGNE.

Type de cañon rectiligne ou gorge profonde.¹

¹) Voir E. A. MARTEL: Le profil en long du Grand Cañon du Verdon, avec 1 fig. dans le texte et 6 phot. hors texte, in *Annales de Géographie*, 15 Novembre 1908.

L'Aar, en amont de Meiringen, traverse le Kirchet dans de magnifiques gorges ; le torrent de Grindelwald en forme une à sa sortie du glacier inférieur du même nom ; l'Areuse en creuse de très belles en traversant le Jura Neuchâtelois. Sont pareillement remarquables celles de la Valserine près Bellegarde (France), les gorges du Reichenbach, celles de la Tamina en amont de Ragatz et celles du Trient en amont de Vernayaz etc.

Il y aurait encore bien d'autres exemples : les deux versants des Alpes nous en fournissent beaucoup et non seulement les Alpes mais tous les autres massifs montagneux en possèdent. Au reste si le travail des tourbillons est le facteur érosif principal dans la formation des gorges que nous avons brièvement rappelées, surtout pour les roches compactes, en certains cas il ne suffit pas à lui seul pour expliquer la formation des cañons.

En effet on constate alors l'absence presque complète des vestiges tourbillonnaires et il faut en demander l'explication à un autre ordre de causes.

Si l'on cherche dans la géologie de la région, on aperçoit parfois que les roches dans lesquelles le torrent a creusé son lit profond, sont des roches fendillées en tous sens, tantôt naturellement, tantôt par les pressions et dislocations subies et à cause de cela même très attaquables par le seul mécanisme de l'érosion régressive. Cependant nous croyons pouvoir considérer ce dernier cas comme exceptionnel.

Ce travail est déterminé par une masse d'eau considérable et par un niveau de base maintenu souvent très bas par le soulèvement lent et contemporain du plateau lui-même.

Les géologues citent comme prototype de ce phénomène le Grand Cañon du Colorado dans l'Amérique du Nord¹,

¹) Voir les superbes planches « Panorama from point sublime » du Grand Cañon, in *United states Geological Survey, J. W. Powel, Director* — Atlas to accompany the territory History of the Grand Cañon District.

De LAPPARENT : *Traité de géologie*, 5^e édit. Vol. I : Phénomènes actuels (déjà cité).

lequel, avec ses affluents, a donné le nom générique à cette forme d'érosion fluviale. A cause de l'horizontalité et de la nature des couches géologiques du plateau du Colorado et du manque complet de végétation, l'impression qu'il laisse à ses visiteurs a quelque chose de féerique. Son originalité est telle que rien ne lui est comparable. La hauteur verticale de ces immenses escaliers qui en constituent les rives atteint jusqu'à 1800 m. !

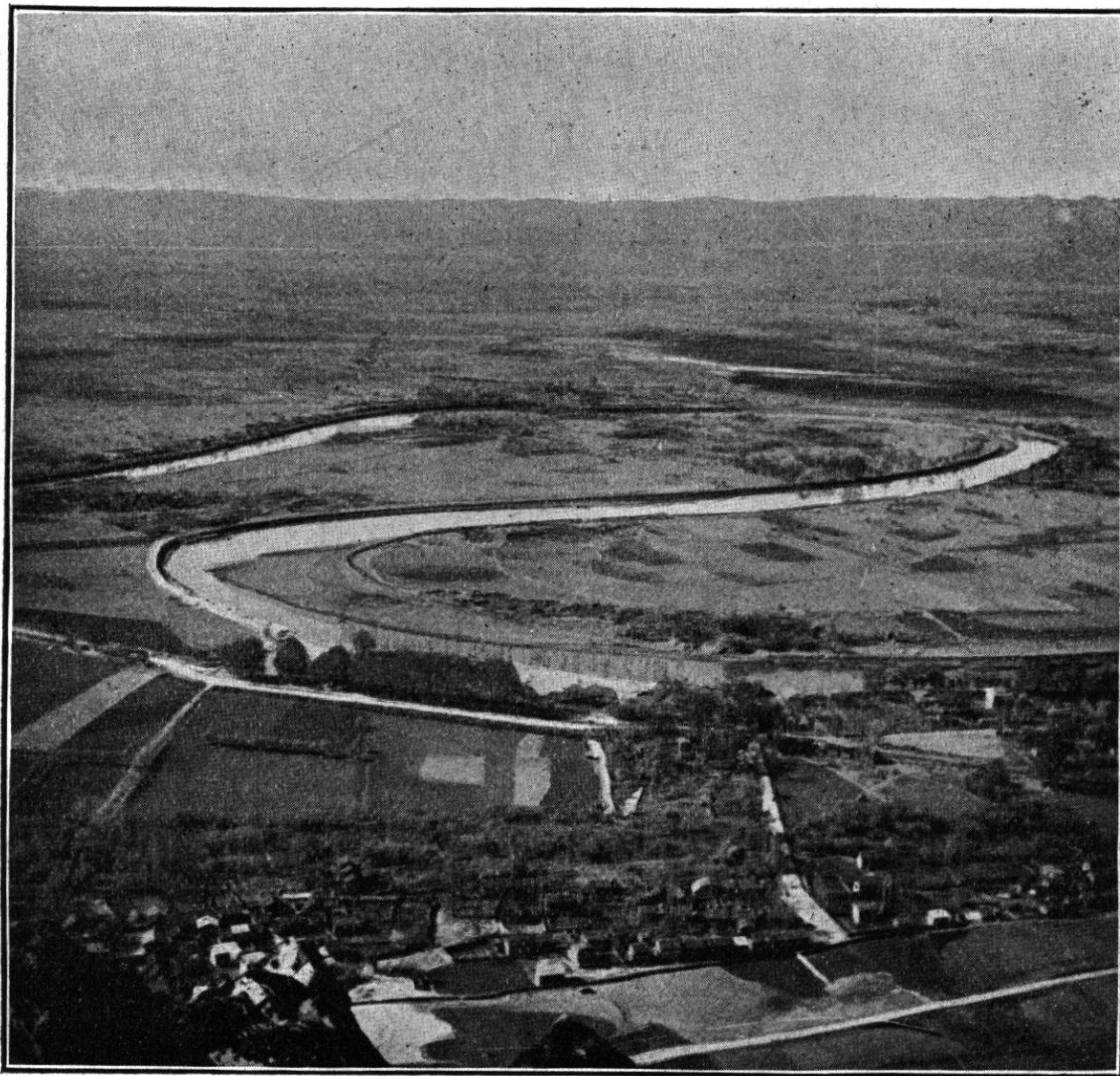
L'aridité de la région dans laquelle ce cañon s'est formé lui permet de conserver encore dans son intégrité primitive ses formes d'érosion, attendu que dans un pareil cas ce gigantesque travail se serait accompli en une longue période de siècles, tandis que des formes analogues, sous un climat humide, démontrent la jeunesse du cours d'eau qui les a formées, car alors on a la preuve évidente qu'au travail de creusement en profondeur n'a pas encore succédé le travail d'élargissement de la vallée par sapement, et que de plus, le ruissellement superficiel n'a pas eu le temps d'entamer les deux rives. Ici jouera un rôle très appréciable le facteur constitué par la résistance de la roche. Il suffit de nous rappeler comment un Oued saharien se forme dans le sable en quelques heures sous l'action d'une forte averse, ou bien quelle force érosive peut développer un petit torrent de montagne, dans un dépôt morainique par exemple, si une raison quelconque lui vient augmenter considérablement sa masse d'eau et d'une façon subite. Il opérera alors le transport d'une quantité de matériaux dont on ne l'aurait jamais cru capable et pourra même causer de terribles débâcles¹.

§ 3 Rivières à méandres divagants.

Un certain nombre de fleuves qu'on peut considérer comme étant parvenus à atteindre leur profil d'équilibre, se mettent à décrire une série de divagations ou méandres

¹) Voir PAUL GIRARDIN : La débâcle du Charmaix aux Fourneaux, dite «éboulement de Modane (23 juillet 1906) » in *La Géographie*, 1906.

sur le fond de leur vallée relativement très large. L'eau coule paresseusement à travers ces méandres d'une rive à l'autre de la vallée. Par un mécanisme que nous aurons l'occasion d'exposer plus loin, ceux-ci s'agrandissent et se déplacent vers l'aval, un peu comme un serpent en marche ; ils arrivent de cette façon à aplatir complètement le fond de la vallée.



(Phot. Dr Jacot Guillarmod.)

Fig. 3. UN DES MÉANDRES DU JEHLUM

près de *Srinagar* (Cachemire) vu depuis le « Takht-i-Soliman »¹

¹) Ayant eu l'occasion de visiter le Cachemire avec l'expédition Bullock-Workman 1908, nous avons admiré dans la plaine de Srinagar les magnifiques méandres du Jélum qui nous ont paru typiques. Nous adressons nos meilleurs remerciements au Dr Jacot Guillarmod pour cette photographie qu'il a bien voulu nous fournir et qu'il a prise en avril 1902.

Le cas est fréquent où les méandres de ces rivières arrivent à s'entrecouper en abandonnant les vestiges de l'ancien cours délaissé. C'est bien cet ensemble de phénomènes que l'on est convenu d'appeler l'évolution des méandres.

Cependant ce travail s'opère plutôt lentement, de manière que l'aspect général de la vallée, le manteau végétal bien développé et l'absence de séries régulières et importantes des terrasses sur le fond, dénotent l'extrême vieillesse de ces rivières. Plusieurs rivières du Nord de la France, y compris la Seine présentent par places ce caractère.

A titre d'exemple je renvoie à un ouvrage déjà cité : M. Supan y donne (p. 496) un croquis de la Theiss près de Zenta et de Kis-Köre.

M. W. M. Davis¹ donne des croquis d'un très haut intérêt, et que je me permets de reproduire ici.

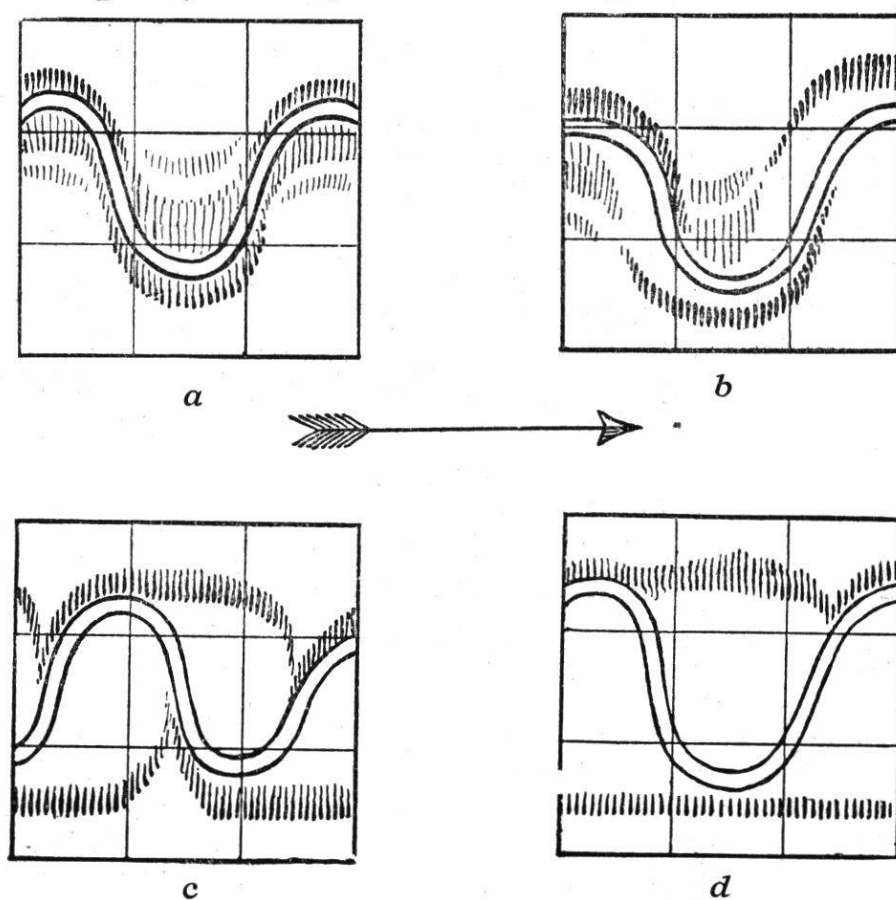


Fig. 4. CROQUIS SCHÉMATIQUES

DÉMONTRANT LA MIGRATION DES MÉANDRES VERS L'AVAL.

¹) W. M. DAVIS : The drainage of Cuestas in *Reprinted from*

Ils figurent schématiquement le cas d'une rivière qui, après avoir formé une grande vallée, se trouverait appauvrie par une capture. Si à ce moment un soulèvement lent de la région se produit, la rivière commencera à creuser une nouvelle vallée, mais cette dernière à méandres. Puis le soulèvement cesse ; le travail d'approfondissement s'arrête avec lui ; alors commence le travail d'élargissement. Les méandres n'ayant plus la force de s'agrandir resteront dans le même rayon, mais ils se déplaceront de l'amont vers l'aval (*migration* des méandres), rongant ainsi petit à petit les éperons, les amincissant et finalement les détruisant (voir croquis). Nous retrouverons un phénomène analogue dans la Sarine à propos de ses méandres mais à un stade très jeune. D'autres magnifiques exemples sont les méandres actuels et abandonnés du cours inférieur de l'« Adda », (affluent de gauche du Pô et du Pô lui-même « Isola Serafina » v. F. 60 de la carte au 1 : 100 000 déjà citée), et de la Seine à Rouen. Ces derniers cependant seraient plutôt des méandres encaissés, mais à un stade de vieillesse avancée.

Les plaines d'alluvion offrant ce caractère se trouvent représentées en très grand nombre dans toutes les parties du monde. Il en existe de très vastes et elles jouent le rôle, peut-être le plus important au point de vue de la géographie humaine.

§ 4 Rivières à méandres encaissés.

Après les trois phénomènes géographiques que nous venons d'étudier, nous abordons l'examen général du dernier groupe de rivières, celles à méandres encaissés qui nous intéressent ici plus spécialement. Dès qu'il y a méandre encaissé on constate toujours une forte dissymétrie des versants : la rive convexe à pente très adoucie, le plus souvent étalée en terrasses, et la rive concave à pente très raide.

Cela tient à ce que le cours d'eau en même temps qu'il s'encaisse, c'est-à-dire qu'il creuse en profondeur, tend à agrandir l'amplitude du méandre grâce à un mécanisme explicable par les lois de la pesanteur.

L'eau tend en effet à poursuivre son chemin droit devant elle ; elle ira frapper sous un certain angle, la rive qui fait face à sa direction ; celle-ci la renverra sous le même angle à un point quelconque de la rive opposée et ainsi

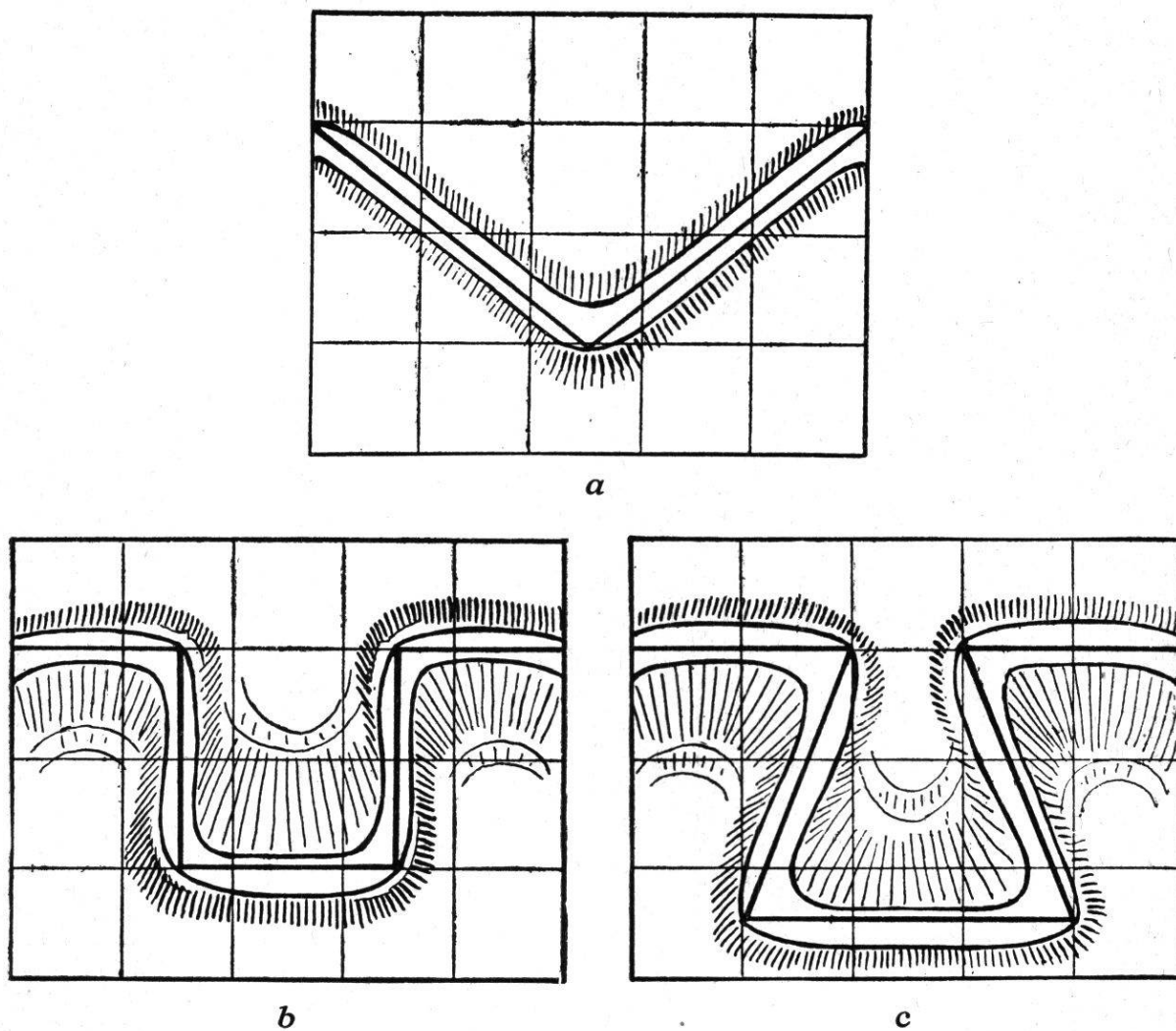


Fig. 5. RENVOI THÉORIQUE

DU COURANT DANS LE TRAVAIL DES MÉANDRES ENCAISSÉS

de suite. De sorte qu'en voulant schématiser la ligne que parcourt le courant dans les limites de son lit à méandres, on obtient une ligne brisée dont les sommets des angles touchent alternativement ou l'une ou l'autre rive. Si l'on examine ce schéma, il est facile de concevoir que le

travail avançant, les angles de cette ligne se font de plus en plus aigus. Mais la force vive du courant ne reste pas inactive. Elle exerce toujours à la même place du tournant une érosion plus ou moins puissante, suivant la nature de la roche, la masse d'eau, la pente, et ces phénomènes actifs d'érosion font reculer, peu à peu, la rive en la démolissant par sapement. C'est de cette façon que le méandre s'accroît et que le cours d'eau se déplace de la rive convexe vers la rive concave, suivant la ligne oblique marquée par la pente douce de la rive convexe, comme on l'a toujours expliqué. Cependant à l'étudier en détail, le mécanisme qui détermine l'évolution des méandres encaissés n'est pas aussi simple qu'il le paraît au premier abord. Il faut arriver à expliquer aussi de quelle manière le méandre affecte la forme circulaire en boucle, cherchant à se couper et à se rejoindre par les deux bouts, aussi bien par celui d'amont que par celui d'aval.

Si l'on est préoccupé de rechercher la cause qui produit ce fait, l'examen de la ligne brisée que nous avons mentionnée nous en donnera facilement une première solution. Son point maximum de puissance érosive coïncidera alors avec les deux points du pédoncule du lobe, lorsqu'ils cherchent à se rapprocher. En somme par la détermination de la différente intensité d'érosion aux différents points, on pourra généralement avoir l'explication de toutes les formes de méandres. Une raison analogue nous expliquera comment le méandre se déplace de l'amont vers l'aval.

Tout ce que nous venons de dire est fort compréhensible si on suppose le méandre déjà esquissé dans ses courbes primitives ; mais plusieurs se demanderont à quoi il faut attribuer l'origine des méandres encaissés. Pourquoi en somme cette rivière plutôt que cette autre affecte un parcours à méandres encaissés au lieu de creuser une vallée ordinaire ?

Théoriquement les causes originelles des méandres encaissés peuvent être multiples, mais toutes assez faciles

à concevoir : soulèvement orogénique de la région ou de la pénéplaine sur laquelle une rivière divagante, déjà vieille, est forcée de reprendre un nouveau cycle d'érosion ; ce serait le cas de la Seine¹ et de la Meuse.

Il y aurait encore pour expliquer l'existence des méandres bien d'autres causes d'ordre géologique, géographique et topographique ; l'énumération en serait trop longue et, disons-le, un peu trop hypothétique. Pratiquement le problème varie dans chaque cas particulier et présente des difficultés beaucoup plus grandes. Il est d'autant plus difficile qu'il appartient au passé dans la vie de la rivière, qui en a généralement effacé les vestiges pendant son travail d'érosion et d'évolution. M. le prof. Jean Brunhes en examinant les ravins si nombreux en Algérie, soit dans la région des Hauts plateaux, soit dans les plaines sablonneuses du Sahara a pu se rendre compte maintes fois que les méandres ont une origine souvent différente.

Tout cours d'eau violent et brusquement produit (comme c'est le cas de tous les *Oueds* temporaires dus à des orages ou à des averses), opère son travail de creusement par *régression*. Et c'est pourquoi un cañon profondément encaissé aboutit brusquement vers l'amont à une simple rigole qui coule, pour ainsi dire, à la surface-même du territoire si fortement raviné dans la région d'aval. Le passage brusque du ravin à la rigole marque le point, où s'est arrêté le travail de régression ; et rien ne révèle mieux que le cas présent, cette loi capitale de la géographie physique.

Il est facile de concevoir que dans ce travail de creusement rapide, aucune cause ne sollicite le filet ou le cours d'eau à creuser une fente rectiligne ; au contraire ce cas serait anormal et incompréhensible, car les moindres irrégularités dans la résistance du terrain et les moindres caprices dans l'alimentation du cours d'eau le feront dé-

¹) W. M. DAVIS : Voir note 1, p. 94.

vier, et dès qu'une déviation légère est produite, il y a toutes chances pour qu'elle se développe d'après le même procédé que le méandre.

De tout ce que nous venons d'exposer il résulte clairement qu'une condition nécessaire pour la formation des méandres encaissés est que le niveau de base soit très bas par rapport à la région que parcourt la rivière. Nous avons cité plus haut les terrasses comme un des faits caractéristiques de ces rivières : elles sont formées par des à-coups dans la force érosive de ces cours d'eau. Deux ordres de causes peuvent les produire : causes météorologiques ou géographiques qui influent sur l'alimentation du cours d'eau ; causes géologiques qui ont pour effet d'en changer la pente ou d'en faire varier le niveau de base.

Avant de finir ce chapitre il nous reste encore une question à éclaircir qui me semble assez délicate.

Pourquoi et comment le *méandre* n'est-il pas la forme *générale* de chaque rivière, dès qu'elle forme un coude ou qu'elle décrit une courbe quelconque ?

C'est, on le voit, la question inverse de celle que nous nous étions posée un peu plus haut, quand nous nous demandions pourquoi les rivières n'ont pas une allure plutôt rectiligne. Nous n'avions trouvé à vrai dire aucune réponse directe et certaine à cette question et elle me semble difficile à donner.

N'aurait-on pas une réponse satisfaisante si l'on pouvait rechercher et établir, dans la formation des méandres le *rapport*, ou *relation* qui doit exister entre la résistance de la roche d'une part, et la puissance d'érosion de l'autre ?

Concrétisant cette idée, supposons une rivière dont nous connaissons la force vive du courant f qui est constante et dont au contraire la résistance de la roche r est variable.

1° Dans un premier cas r est très résistant par rapport à f , alors la rivière ne pouvant pas opérer de travail, restera stationnaire.

2° Dans le second cas r est très faible et par le fait

même f détruira en peu de temps tous les éperons qui pourraient éventuellement se former le long du cours de la rivière et celle-ci gardera une allure grossièrement rectiligne.

Considérons maintenant le cas inverse, c'est-à-dire une rivière, dont r serait constante et f variable :

1^o f se trouve trop faible par rapport à r , de sorte que la rivière ne pourra opérer dans son cours aucun changement.

2^o Si au contraire f est très puissante elle aura le même effet que dans le 2^{me} cas précédent, produisant une rivière à cours relativement rectiligne.

Or entre les deux cas supposés, soit dans la première hypothèse, soit dans la seconde, on trouve une série de termes de transition. Et précisément l'ensemble de ces termes constituera le *rapport* ou *relation*, favorable à la formation des méandres¹. A mon avis ce *rapport* serait seulement théorique, car il est impossible de calculer pratiquement la valeur exacte des nombreux facteurs qui entrent en jeu. C'est ainsi, je crois, c'est-à-dire par l'appréciation, même approximative, de la valeur de ce « rapport » qu'on pourrait comprendre et expliquer l'allure à peu près rectiligne des rivières ordinaires et le fait que la présence des méandres proprement dits est une exception pour les terrains qui ne sont pas particulièrement favorables à leur développement.

Considérations comparatives. Les rivières à *méandres divagants* et celles à *méandres encaissés* se manifestent par tout un ensemble de phénomènes identiques et comparables ; cependant les deux genres de formes se trouvent très bien distingués par les conditions naturelles dans lesquelles ils se produisent. La rivière à *méandres encaissés* est une forme toujours *jeune* ou *rajeunie*, (niveau de base très bas) tandis que les mé-

¹) W. M. DAVIS : déjà cité p. 94.

andres divagants, par le fait même qu'ils peuvent facilement divaguer et se couper, se trouvent déjà à un stade de vieillesse par rapport à leur profil d'équilibre. Or, basée sur la constatation de la migration des méandres vers l'aval, la vie d'une rivière à méandres encaissés doit forcément aboutir à une rivière à méandres divagants, dans une vallée relativement vaste qui rappellera plus ou moins par sa forme le profil en U des vallées glaciaires. Mais nous tenons à ajouter que nous sommes bien loin de vouloir reconnaître par là, l'origine de toutes les vallées à méandres divagants ; nous constatons au contraire que c'est l'exception, car les cas fréquents que nous connaissons s'expliquent généralement d'une façon différente, comme nous l'avons vu dans un des chapitres précédents.

Les rivières à *gorge profonde* ou *cañon* constituent une forme bien différente des deux premières ; cependant elles ont un trait commun avec l'une des deux, celui d'être encaissés, et on pourrait presque dire que les *méandres encaissés* sont des *cañons divagants*, accompagnés de la caractéristique de la dissymétrie des rives, conséquence naturelle dûe au fait que la rivière divague en s'approfondissant.

Quand on essaye de classer ces formes géographiques de l'érosion, on voit comment on peut en obtenir une, par la fusion de certains caractères appartenant aux formes voisines ; tout s'y passe, pour ainsi dire, jusqu'à une certaine mesure, par évolution, comme dans le règne végétal ou animal.

Quant aux *rivières zigzagantes à branches multiples*, nous les avons ainsi appelées pour qu'elles soient nettement distinguées ; elles doivent être classées dans une catégorie à part, un peu éloigné du groupe que nous venons de considérer, car leurs *coudes* et leurs multiples *zigzags* dans les grèves ne doivent jamais être confondus ou comparés avec les méandres proprement dits.