

## LA GEOGRAPHIE CLIMATIQUE DANS L'ŒUVRE DE EMM. DE MARTONNE

Si l'on envisage l'évolution de la Géomorphologie depuis près d'un siècle, on pourrait être tenté d'y distinguer trois âges :

1° Celui de la Géomorphologie structurale, illustré par les travaux d'EMMANUEL DE MARGERIE et d'ALBERT DE LAPPARENT. Il s'agit de géologues qui prennent conscience de l'influence que la structure exerce sur les paysages, et qui en dégagent les règles.

2° L'âge de la Géomorphologie cyclique. La constatation que beaucoup de surfaces planes sont indépendantes de la structure avait déjà été faite par LYELL qui les avaient attribuées à l'abrasion marine. Aux U. S. A. est formulée, vers la fin du siècle, la théorie du cycle d'érosion attribuant les aplanissements au terme d'une longue évolution des lits fluviaux et des versants qui y aboutissent. L'analyse cyclique apparaît comme un instrument de choix pour l'identification des mouvements verticaux à grand rayon de courbure, lorsqu'il ne reste pas de couverture discordante dans un massif. Or bien que, dès 1912, l'apôtre de la tectonique tangentielle, E. ARGAND, ait reconnu que l'énergie nécessaire pour le soulèvement en bloc d'un continent est supérieure à celle qui est mise en jeu par la tectonique horizontale, beaucoup de géologues français considèrent avec suspicion la méthode davisienne; telle sera encore l'attitude d'un savant aussi éminent que P. FALLOT, il y a une vingtaine d'années.

Ce sont donc des géographes qui propageront en France les méthodes davisienne, et le premier d'entre eux, EMMANUEL

DE MARTONNE, qui reconnaît dans les Alpes de Transylvanie des surfaces d'aplanissement culminantes, avant même la description classique par DAVIS de la Colorado Front Range. Ses élèves, se partageant principalement le territoire français, découpent les paysages suivant le rythme de campagnes d'érosion plus ou moins complètes — ceci depuis le Massif Central (H. BAULIG) jusque dans les Alpes (A. CHOLLEY), où pourtant l'identification des aplanissements apparaît comme une opération arbitraire, ainsi que le soulignent justement RAOUL BLANCHARD et l'École de Grenoble.

3° La Géomorphologie climatique se place en opposition contre la Géomorphologie cyclique, du moins en France, où elle se développe surtout à partir de 1940. On nie le concept d'une «érosion normale», suivant les mêmes chemins quels que soient le climat et la couverture végétale. On peut dire que, vers cette date, les Géomorphologues français passent de la découverte de la France à celle du Monde. Matériellement, les missions lointaines sont rendues possibles par les subventions du Centre National de la Recherche Scientifique, au moment où les moyens de communication font d'énormes progrès.

Ce schéma chronologique est beaucoup moins valable pour les autres pays. Pendant le demi-siècle considéré, les géomorphologues allemands, depuis S. PASSARGE, sont très sensibles à l'influence que le climat exerce sur le relief. Dans les deux décades qui suivent la Première Guerre Mondiale, s'élaborent les rudiments d'une Géomorphologie climatique zonale, qui cependant ne saisit pas encore le rôle médiateur fondamental de la couverture végétale. D'autre part, aux U. S. A., on a reconnu dès le début les caractères spéciaux du modelé aride et subaride, qui seront exprimés avec beaucoup de force dans un article posthume de W. M. DAVIES.

Cependant il serait injuste d'emprisonner EMM. DE MARTONNE à l'intérieur de l'«âge cyclique». Dès 1913, il présente une brève synthèse prophétique: «Le climat facteur du relief», publiée dans la revue internationale *Scientia*, où s'expriment son expérience personnelle des régions jadis englacées de l'Europe centrale, et aussi les impressions toutes neuves laissées par la grande excursion transcontinentale aux U. S. A. Et, à la fin de sa carrière, son dernier article impor-

tant, livré aux *Annales de Géographie*, a pour titre «Géographie zonale: la zone tropicale».

Ses travaux dans les Karpathes et dans les Alpes lui ont fait d'abord rencontrer les formes d'érosion glaciaire, qui avaient déjà donné lieu à beaucoup de discussions, et pour lesquelles il propose une théorie dont la vogue sera durable. L'intuition fondamentale est que le glacier exagère les ruptures de pente préexistantes, surcreusant les sections du lit fluvial peu inclinées et transformant les ruptures de pente en verrous. Partout où il subsiste des traces suffisantes du relief préglaciaire, en particulier dans les moyennes montagnes, y compris les Pyrénées orientales, ce principe peut difficilement être contesté. L'explication physique du phénomène apparaît par contre assez fragile; on sait que EMM. DE MARTONNE considérait que le frottement était le facteur essentiel de l'érosion, frottement lui-même directement proportionnel à l'épaisseur du glacier et, ce qui est plus critiquable, inversement proportionnel à la pente.

Cette conception peut sembler simpliste, voire physiquement malsaine. Il faut rappeler que la première doctrine cohérente de l'écoulement glaciaire n'a été formulée que vers 1950 à la suite des progrès de la Rhéologie générale et des observations effectuées dans quelques galeries forées à l'intérieur de la glace. Mais déjà dans sa thèse sur l'Oisans, A. ALLIX avait soutenu des théories diamétralement opposées, suivant lesquelles l'érosion maximale se produit sur le versant aval du verrou, et où la cryoclastie proglaciaire ou sous-glaciaire est responsable de l'attaque de la roche. Bien des géomorphologues et des glaciologues suivront ensuite la même voie. Il est cependant curieux de constater que le mécanisme proposé par EMM. DE MARTONNE n'est pas définitivement écarté puisqu'une thèse assez récente sur la Morphologie de la Haute Montagne (G. GALIBERT) le reprend à son compte (en l'enrichissant de la prise en considération des phénomènes de détente qui affectent la base des parois surcreusées). On remarquera d'ailleurs que cette thèse n'apporte pas d'arguments décisifs quant aux facteurs qui modulent le frottement, permettant de privilégier l'épaisseur du glacier par rapport à sa vitesse. La Géomorphologie est-elle encore si proche d'une

Métaphysique pseudo-scientifique pour qu'elle soit condamnée ainsi à osciller entre deux butoirs toujours identiques?

Dans les zones subarides et arides, l'intérêt de EMM. DE MARTONNE s'est longtemps limité au problème de l'écoulement. Quels sont les facteurs climatiques qui empêchent les cours d'eau temporaires d'atteindre la mer? De là sa tentative pour définir un indice d'aridité annuel, formule assez grossière mais simple (puisqu'elle exprimait l'évaporation comme une fonction linéaire de la température). La confrontation entre la carte de cet indice et celle des limites des régions endoréiques faite pour l'ensemble du monde, et aussi pour l'Amérique du Sud aride qu'il avait eu l'occasion de parcourir, lui avait permis de dresser des corrélations approchées. Il était impossible de faire mieux, faute de tenir compte du facteur tectonique, plus exactement de l'âge de la mise en place des barrages d'origine tectonique séparant une cuvette de l'Océan.

Dès 1922, visitant la Dobroudgea, il identifie comme un trait commun des pays semi-arides, déjà rencontré en Oranie et au Nouveau Mexique, l'absence de cônes de déjection individualisés à la base des montagnes, qui semble enterrée dans un glacis continu d'alluvions. Plus tard, ses élèves corrigeront sur un point cette impression en précisant que la couverture alluviale est souvent mince, parfois absente.

Enfin, à l'âge de 74 ans, il entreprend sa dernière grande excursion exotique. En compagnie de son élève HASSAN AWAD, il dessine des blocs diagrammes expressifs du Mont Sinaï, où des abrupts structuraux vigoureux, cuervas et monolithes de granite pur, jouxtent des pédiments et des glacis.

Entre les années 1930 et 1940, la personnalité étrange du paysage sous les climats tropicaux humides est reconnue par EMM. DE MARTONNE dans une série d'articles (*Annales de Géographie*) et de notes à l'Académie des Sciences. Un voyage dans le Sud-Est du Brésil a été l'expérience décisive qui lui a permis d'apprécier le bien-fondé d'un certain nombre d'indications déjà signalées en 1927 dans un Symposium des Géographes allemands, et aussi d'approfondir leur signification:

«En suivant les rivières principales, on est partout frappé par la fréquence des rapides» qui alternent avec des biefs subhorizontaux. Ces cataractes, que l'on rencontre jusqu'au voisinage des embouchures, apparaissent comme un témoignage

non pas de l'activité de l'érosion linéaire, mais au contraire de sa paralysie relative, d'où résulte la lenteur de la régularisation du profil en long. Cette paralysie s'explique elle-même par le fait que les lits sont pauvres en galets roulés. Ces observations seront confirmées lors des décennies ultérieures, principalement par J. TRICART et J. P. BAKKER, ainsi que par de nombreux naturalistes de l'O. R. S. T. O. M. Peut-être ira-t-on trop loin en leur accordant la valeur d'une loi générale, ainsi qu'il arrive toujours au cours de la révélation d'un phénomène jusque là inconnu; on peut en effet citer maints exemples en Nouvelle Guinée, dans les Antilles, au Gabon, etc., de lits composés entièrement de sables grossiers et de galets. Mais ce léger mouvement oscillatoire fait partie de la démarche normale de la pensée scientifique, et en l'occurrence le flot l'emporte largement sur le reflux.

Classique également est devenue l'explication avancée par EMM. DE MARTONNE de la rareté des fragments grossiers. La puissance de l'altération chimique sur les versants ne laisse subsister que des argiles et des sables, à l'exception de quelques éclats empruntés aux filons de quartz, ceci même si les pentes sont raides. «Ces versants fondent lentement, perdant leur substance par les eaux qui sourdent à leur pied». Cette idée fondamentale sera par la suite largement développée par G. ROUGERIE. Cette usure chimique est relativement plus active que l'enfoncement linéaire, si bien que les vallées élémentaires elles-mêmes sont largement évasées, à la différence de celles qui entaillent les pénélaines de la région tempérée. La vallée s'élargit en conservant des flancs relativement raides, suivant un profil convexe. Ceci implique une grande capacité de transport à la base du versant; en effet «la dissolution contrebalance en partie l'apport de débris en glissement lent venant de la partie supérieure», et la granulométrie très fine des débris leur confère naturellement la capacité de circuler sur des pentes faibles au bas du versant.

En dépit de sa répugnance habituelle pour les schémas hypothétiques, EMM. DE MARTONNE sort du domaine de l'observation, comme il l'avait fait en proposant une théorie de l'érosion glaciaire. Il donne une expression graphique de l'évolution du cycle d'érosion sous les climats chauds et humides, s'opposant à celle de la pénéplanation, par le fait

que la base des versants s'écarte plus vite et que leur partie moyenne conserve une pente raide. Cependant, dans la plupart des cas concrets étudiés, en particulier dans celui de la Côte d'Ivoire, on peut se demander si l'évolution des versants se fait bien en régime d'équilibre, la charge emportée par les cours d'eau étant égale à celle apportée au bas du versant, cette dernière équivalant à la tranche de roche altérée. Les multiples oscillations climatiques récentes, l'intervention de l'homme peuvent faire douter que cette situation soit réalisée. Mais le modèle proposé conserve toute sa valeur, comme élément de référence, dans le «système d'érosion» de la zone chaude et humide, cette expression étant elle-même due à la plume d'un de ses élèves, ANDRÉ CHOLLEY.

De la zone tropicale à saison sèche affirmée et de leurs reliefs caractéristiques, les inselbergs, il n'a eu qu'une expérience limitée, et il avait été largement précédé dans ce domaine par les travaux des géographes allemands, principalement en Afrique Australe (O. JESSEN), qui avaient expliqué le knick par la concentration de l'humidité, donc de l'altération chimique, à la partie inférieure des versants. Cependant les contacts qu'il avait eus avec les plateaux brésiliens lui avaient inspiré des réflexions pertinentes: les rivières renferment des galets et le modelé subit l'influence du ruissellement. Cependant tous ces raisonnements et ces notations de terrain laissaient encore une grande lacune: l'influence de la végétation sur le système d'érosion de la zone à saisons alternées, problème d'autant plus difficile à résoudre que la discussion reste ouverte sur la nature même de cette végétation.

Au cours de cette longue et fructueuse carrière, la pensée de EMM. DE MARTONNE semble avoir évolué sans heurts et sans discontinuité sensible. Cette démarche souple n'était point pour surprendre de la part d'un savant qui avait surtout le tempérament d'un naturaliste, toujours sensible à la leçon des faits, qu'ils se manifestent à ses propres yeux ou à ceux de ses élèves. Jamais ces derniers n'ont eu le sentiment d'être freinés par un «Directeur» dans la voie qu'ils estimaient être celle des innovations.

## SUMMARY

*Climatic Geography in the work of Emm. de Martonne.* Three phases may be schematically distinguished in the evolution of Geomorphology: structural, cyclic and climatic. EMM. DE MARTONNE was the first man, in France, to recognise the importance of cyclic-planned surfaces. However, since 1913 he had recognised the importance of the «climate factor of relief». At first he was particularly interested in forms of glacial erosion, for which he put forward a theory which was in fashion for considerable time. In the arid and sub-arid zones, he studied the problems of flow and the originality of piedmont forms. The width and irregular longitudinal profile of the valleys of damp tropical regions suggested new ideas to him regarding the fundamental importance of climatic erosion. His long, fruitful career has developed with neither clashes nor interruptions, and his ideas have always remained open to the new teachings of facts.