

faire-valoir, niveau technique et psychologique général, etc. Mais cette complexité ne fait qu'accroître le nombre des discontinuités, et notamment des seuils de renversement.

b. Les spécialistes d'économie agricole ont en outre mesuré toute une série de seuils minimaux, maximaux et de valeurs optimales de la dimension des *ateliers de production* : nombre de vaches laitières par étable, nombre de bovins pour une installation d'engraissement avec « zéro-pâturage » et silos-tours, dimensions des vergers commerciaux, etc. Leurs efforts même tendent à renforcer la valeur de ces seuils puisqu'ils provoquent la multiplication des ateliers correspondant à ces normes — comme la législation agricole, en subordonnant l'attribution de certaines subventions ou facilités à l'assurance que l'atelier est conforme aux normes, tend à élargir ces discontinuités.

c. Le comportement même des entreprises agricoles est directement lié à leur étendue. Il y a les différences économiques que nous avons indiquées; elles sont d'ailleurs de sens différents selon le point de vue : la grande exploitation, du moins dans le Toulousain, obtient souvent pour chaque culture prise isolément un produit brut par hectare supérieur à celui des petites exploitations, mais le produit brut global, sur l'ensemble de l'entreprise, peut être inférieur, en raison de la complexité des occupations des petites exploitations — jusqu'au seuil au-delà duquel se trouvent surtout de très petites exploitations mal tenues, à faibles rendements.

On observe d'autres contrastes. Par exemple, toujours dans la région toulousaine, le faire-valoir direct domine aux deux extrémités de la série, le faire-valoir indirect n'étant bien représenté ni dans les très petites exploitations ni dans les grandes. La part des exploitants exerçant aussi une activité non-agricole est élevée aux deux extrémités, faible au milieu : il y a à la fois de pauvres paysans et de grands chefs d'entreprise. La participation aux coopératives de matériel offre des disparités exactement contraires. Les systèmes de culture sont différents : il existe, dans la conjoncture actuelle, une superficie critique au-delà de laquelle la céréaliculture est bien plus rémunératrice que l'élevage; en deçà, du moment que la main-d'œuvre familiale n'est pas pleinement employée pour la culture, l'ouverture d'un atelier de production animale est avantageuse; aussi, les petites exploitations sont-elles beaucoup plus portées vers l'élevage que les grandes; cependant, il existe un niveau économique, supposant de puissants investissements et des procédés tout autres que ceux de la petite exploitation, à partir duquel l'élevage redevient intéressant. Des renversements du même genre s'observent dans la dimension des vergers, etc.

d. On remarquera en outre que la croissance des entreprises est elle-même discontinue. On ne s'étend que par à-coups : un homme de plus, une machine de plus, un atelier de plus, une parcelle de plus.

e. Enfin, ces discontinuités de comportement entretiennent avec elles-mêmes des rapports dialectiques. Leur position et leur rôle sont influencés par la *structure* de l'ensemble des entreprises d'une région, *c'est-à-dire par la répartition même des discontinuités* dans la série des superficies. La juxtaposition de nombreuses entreprises de taille voisine est tout autre chose que la juxtaposition de très grandes et de très petites exploitations, bien que la dimension moyenne régionale puisse être identique. Dans certaines sociétés, plusieurs types d'exploitations vivent en symbiose; dans d'autres, elles sont indépendantes; le système de culture, la composition de la main-d'œuvre, et par conséquent le niveau des revenus peuvent être ainsi fort différents. C'est ce que nous avons essayé de montrer dans *Les campagnes toulousaines*. Ici encore, *la reconnaissance de discontinuités et leur mise en rapport avec les structures régionales* nous paraissent être une tâche fondamentale du géographe.

5. Dépenses et revenus

Les études sur la variation du rapport entre les dépenses et les revenus, les investissements et les rendements, entre les coûts et les quantités produites, entre les prix et la demande, sont innombrables. Elles mettent toutes en évidence le caractère discontinu de cette variation.

Ces sujets sont à proprement parler affaire d'économistes, non de géographes. Cependant, le géographe a continuellement besoin de s'y référer pour bien comprendre ce qu'il observe, tant dans les

structures industrielles que dans les productions et les rendements agricoles d'une région, etc. Ils sont du domaine public depuis le XVIII^e siècle : les propriétaires fonciers du Toulousain, qui avaient étudié leurs physiocrates, alléguaient volontiers que, puisque toute dépense nouvelle en agriculture ne rapportait qu'une augmentation de rendement inférieure aux précédentes, il n'y avait pas lieu de s'acharner à investir : ils justifiaient ainsi élégamment leur immobilité (19).

A. On a souvent remarqué que, pour chaque investissement supplémentaire, par exemple pour chaque kilogramme d'engrais répandu par hectare, le rendement, initialement très faible, s'accroît d'abord de plus en plus vite, jusqu'à un seuil à partir duquel l'amélioration du rendement est de plus en plus lente. On dit que, par quintal produit, les dépenses d'engrais, et plus généralement les charges variables, décroissent d'abord puis croissent ensuite. Le *rendement marginal*, c'est-à-dire la quantité produite supplémentaire par unité de dépense, augmente puis diminue.

Les choses se compliquent par l'intervention des coûts et des charges fixes. Une entreprise donnée a des frais fixes (foncier, matériel, etc.) quels que soient ses rendements, comme une usine a des frais fixes (bâtiments, machines, etc.) quelle que soit sa production. On peut admettre que ces frais fixes diminuent, par unité produite, de plus en plus lentement quand la production s'élève, puisqu'une même somme est à partager entre des quantités croissantes. Le prix de revient total par unité produite résulte de la combinaison des frais fixes et des charges variables (fig. 26) : il est facile de constater qu'il décroît d'abord plus vite que chacun des deux ordres de frais dont il est la somme; puis lentement entre Q_1 et Q_2 où la diminution des frais fixes par unité est contrariée par la croissance des frais variables; à partir d'un seuil (Q_2) il augmente désormais, l'accroissement des charges variables l'emportant sur la lente régression des frais fixes. Le seuil de renversement du prix de revient apparaît pour des quantités plus grandes que l'optimum de charges variables.

Mais les discontinuités ne se limitent pas à cela, car d'autres rapports interviennent. Dans le cas de la production de blé par exemple, il arrive que l'on ait encore intérêt à dépasser l'optimum de rendement marginal. Car, pour chaque dose d'engrais supplémentaire, le rendement biologique continue à croître, quoique de moins en moins vite. On parvient ensuite à un seuil auquel l'augmentation de rendement biologique compense tout juste l'accroissement de dépense : au-delà, on perd de l'argent en mettant encore plus d'engrais, même si la production continue à croître. Il existe enfin un seuil de saturation biologique, à partir duquel la production brute ne peut plus augmenter. P. FROMONT (20) a ainsi donné un exemple tiré de DRAGONI, qui met en rapport une culture d'avoine et l'épandage de superphosphates; 4 seuils successifs se succèdent : le seuil du rendement marginal maximum (22,7 q/ha), le seuil du prix de revient minimum par quintal (25 q), le seuil du produit net global maximum (25,6 q), et le produit brut maximum (26,2 q). C'est évidemment le troisième seuil que doit chercher à atteindre le producteur.

Les choses peuvent être plus complexes encore, car la variation des frais fixes n'est pas aussi graduelle qu'on le suppose pour simplifier le modèle. En augmentant les charges variables, par exemple l'épandage d'engrais, on peut être amené à accroître les frais fixes, par exemple parce que l'on est dans l'obligation d'acquérir un épandeur ou un tracteur supplémentaire. On a alors une courbe en dents de scie (fig. 27).

C'est ce qui se passe également lorsqu'une usine accroît ses moyens de production de façon discontinue — ce qui est le cas normal puisqu'elle ne peut le faire qu'après une longue période d'information, d'augmentation des commandes, de réflexion, et par l'acquisition de machines ou la construction d'unités de fabrication supplémentaires. Une nouvelle courbe de coût marginal remplace la précédente, proposant un nouvel optimum. La courbe de longue période est discontinue, l'usine doit s'efforcer de passer par sauts d'un optimum à l'autre (fig. 28).

(19) Cf. [28], p. 379; *Journal des Propriétaires ruraux*, 1837, p. 147 et 163.

(20) P. FROMONT, [38], p. 328.

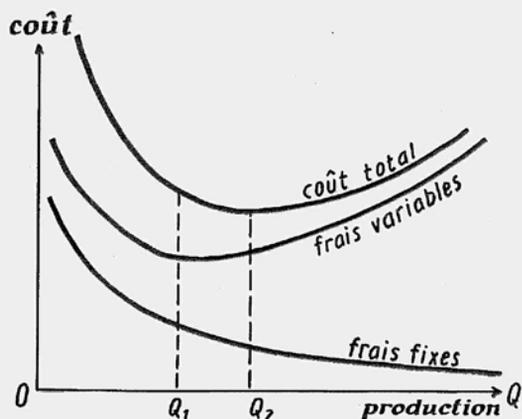


FIGURE 26
Evolution du coût de production par unité produite.

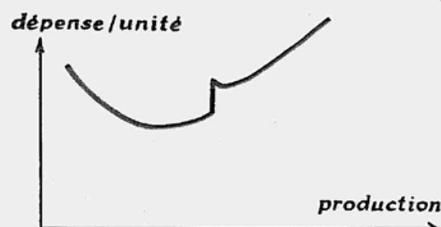


FIGURE 27
Type d'évolution du prix de revient de chaque unité produite dans l'hypothèse d'une modification des frais fixes.

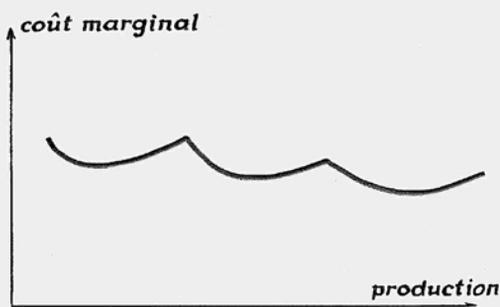


FIGURE 28
Discontinuité de la courbe de coût marginal de production à longue période (d'après R. BARRE).

Les économistes montrent également que la courbe d'évolution de la demande n'est pas dans un rapport linéaire avec le prix. On a même vu des cas où, à partir d'un seuil, la demande croît quand le prix croît. C'est le cas dit de Giffen : l'augmentation du prix du pain en Angleterre au XIX^e siècle a parfois fait augmenter sa consommation dans les classes pauvres, parce que la réduction consécutive des autres parties du budget des familles ouvrières était telle que l'on devait supprimer certains postes désormais trop coûteux au profit du pain; celui-ci, même plus cher, restait la denrée la plus nutritive pour son prix. On pourrait, dans de tout autres circonstances, observer que, sur certains marchés, le consommateur aisé et méfiant, persuadé qu'il est de meilleure qualité, préfère acheter l'article le plus cher.

La loi de King est également connue depuis le XVIII^e siècle : elle montre que, si la recette croît, normalement, quand la récolte augmente, on peut atteindre un point (en état de marché saturé et de demande rigide) à partir duquel l'effondrement du prix est tel que la recette du producteur varie en sens inverse de sa récolte.

B. Les effets de la croissance des revenus sont sans doute encore plus riches d'enseignements directs pour le géographe. Ces effets sont fondamentalement différents suivant le niveau auquel ils se produisent : on ne saurait comparer à ce sujet le comportement du travailleur hindou à celui de l'ouvrier américain. Si l'on observe la série croissante complète des revenus, on constate de nettes discontinuités, de part et d'autre desquelles les comportements sont différents, parfois même opposés.

a. Considérons par exemple l'attitude d'un groupe social ou d'individus vis-à-vis de l'utilisation de leurs revenus. A un premier stade, tout le revenu est consacré à survivre. A partir d'un seuil, que l'on peut appeler le « minimum vital », et dont la définition est évidemment très difficile, on acquiert des biens durables, on épargne, etc. : c'est ce que les économistes (21) appellent la « maximation de l'avoir »; au-delà d'un revenu beaucoup plus élevé, et qui correspond à un seuil de saturation en biens de consommation durables (équipement électroménager, véhicule individuel, etc.), on observe un renversement; les revenus supplémentaires sont consacrés surtout au développement de la culture, à l'organisation des loisirs, etc.; c'est la phase de « maximation de l'être ».

A chacun de ces stades correspond une hiérarchie différente entre les postes de dépenses. L'attitude vis-à-vis de chaque bien de consommation est elle-même discontinue. Les économistes ont insisté sur le degré d'élasticité de ces biens, c'est-à-dire sur la variabilité de la demande en fonction des prix ou des revenus : la consommation de pain n'augmente pas comme les revenus et même, au contraire, elle diminue à partir d'un certain niveau; la qualité des produits, par exemple dans l'habillement, prime leur quantité à partir d'un certain niveau également, etc. On passe ainsi par toute une série de seuils de saturation pour chaque produit, au-delà desquels la consommation de ce produit ne s'accroît plus, et parfois régresse au profit d'un autre.

b. On observe aussi que le comportement démographique varie de façon contradictoire en fonction de l'augmentation des revenus. Sans reprendre ici ce que nous avons écrit à propos des interactions, on peut observer l'évolution du taux de fécondité. D'abord élevé, il peut s'accroître encore quand les revenus, donc l'hygiène, s'améliorent — ne serait-ce que par la diminution du taux de mortalité infantile ou intra-utérine. Mais vite, à partir d'un certain niveau, la fécondité est plus ou moins efficacement contrôlée. On prend conscience du coût des enfants, aussi bien direct (la dépense, l'héritage) qu'indirect (comme freins à l'ascension sociale, etc.) : on arrive ainsi au stade de l'enfant unique. Or, à un niveau de revenus plus élevé encore, les enfants ne sont plus considérés comme une charge; ils relaient même, dans l'ordre des satisfactions, certains biens de consommation dont on est désormais saturé; la fécondité se relève, comme on l'observe de nos jours dans une grande partie des Etats-Unis et dans certaines classes sociales aisées des pays occidentaux.

c. Même l'attitude à l'égard des revenus se renverse quand ceux-ci s'élèvent. Lorsqu'ils sont très bas, on vit au jour le jour et « l'argent n'a pas de valeur ». Mais dès que l'on peut envisager de posséder, en période de « maximation de l'avoir », l'augmentation des revenus prend une grande place dans les préoccupations. Au-delà d'un autre niveau, on retrouve une certaine indifférence, un détachement relatif. Ces oppositions se retrouvent non seulement dans le temps pour une société donnée, mais au sein d'une même société selon les classes sociales. La littérature en a fait un de ses thèmes favoris à l'époque où les écrivains se plaisaient à stigmatiser une certaine « France bourgeoise ». Mais le géographe même a beaucoup à en tirer, notamment pour comprendre les pays dits « sous-développés », et même le comportement de certaines régions rurales. Il y a un monde, même dans une région aussi relativement homogène que l'Aquitaine intérieure, entre le pauvre paysan polyculteur qui consomme presque toutes ses productions, le paysan spéculateur très préoccupé par la vente de ses récoltes et qui « ne laisse rien perdre » et le grand agriculteur suffisamment sûr de ses revenus pour en être relativement détaché : ce ne sont pas seulement trois types sociaux, mais trois paliers dans la série croissante des revenus. PASSET (22) note, dans le même ordre d'idées, que les petites bourses et les grandes sont peu attentives à la qualité des appareils ménagers, les unes parce qu'elles ne peuvent s'offrir que des appareils de qualité inférieure, les autres parce qu'elles savent à l'avance que la qualité de leur acquisition sera irréprochable; tandis que les moyennes sont acharnées à connaître les détails, la technique, à interroger les vendeurs, à se documenter longuement avant d'acheter.

d. Enfin, l'attitude vis-à-vis du travail est directement influencée par le niveau des revenus. A un stade où les revenus sont bas, il faut beaucoup de travail pour gagner peu. Une faible augmentation du salaire nominal ne change rien de fondamental au niveau de vie. La plus grande satisfaction est alors un « revenu en nature », le *loisir*. Aussi, l'ouvrier des pays sous-développés s'empresse-t-il de

(21) R. PASSET, [76].

(22) R. PASSET, [76], p. 302.

désertier provisoirement l'usine si son salaire a légèrement augmenté : l'amélioration se traduit d'abord par la diminution du travail.

C'est une attitude que ne peuvent pas comprendre ceux qui se trouvent sur le deuxième palier. A ce niveau au contraire, pour des salaires plus élevés, on sait qu'une réduction du travail ferait apparaître un manque à gagner considérable : le loisir coûte intolérablement cher. En travaillant davantage, on a la possibilité de changer réellement de niveau de vie. Une augmentation de salaire amène une augmentation de la demande de travail, contrairement au cas précédent. On a constaté, par exemple, en Algérie, qu'une faible amélioration du salaire provoquait l'absentéisme alors qu'une forte augmentation accroissait au contraire l'assiduité.

A un palier supérieur, nouveau retournement : quel que soit le manque à gagner, le niveau de revenus est tel que le loisir reprend son intérêt primitif. Dans une société dont une forte proportion de membres sont à ce stade, on craint constamment de manquer de main-d'œuvre, à moins que l'automatisme ou l'augmentation de la fécondité n'aident à résoudre la question.

Une évolution continue des revenus peut donc provoquer des ruptures dans les conséquences, et des retournements. Or, il faut ajouter que ces discontinuités sont accentuées, dans l'état actuel de la géographie mondiale, par le caractère lui-même discontinu de la série des revenus par tête. Les données sont bien imparfaites; mais il semble qu'il y ait des *types* de valeurs, telles que le nombre de calories par habitant, la consommation de certaines denrées et sources d'énergie par tête, etc. (23). Les diagrammes orthogonaux ou triangulaires montrent plutôt des nuages de points distincts que des alignements continus. Nul doute que l'étude des types de sociétés mis en évidence par ces nuages ne doive être abordée de façons variées; les principes, les motivations, qui régissent ces types ne sont pas identiques.

CONCLUSION

Discontinuités dans l'espace et discontinuités dans le temps

On a choisi à dessein des valeurs qui peuvent croître linéairement. Or, on voit qu'une foule de résultats de cette croissance sont discontinus. Cela est fondamental pour le géographe. On ne surestimerait jamais l'intérêt qu'il y a à connaître les auréoles autour d'une ville, la structure et les dimensions des entreprises industrielles ou agricoles d'une région, les types de densité de population, etc.

Cette recherche montre aussi que les discontinuités se manifestent non seulement dans l'espace mais dans le temps. Elles ne sont pas seulement entre pays à revenus différents, mais apparaissent dans l'évolution de la société. Nous avons mis en évidence, dans la thèse principale, de nombreux retournements : l'évolution va par bonds, par renversements successifs plus ou moins partiels, quelquefois cristallisés en mythes, suivis d'adaptations, puis de désadaptations et de nouveaux renversements. L'histoire économique et sociale est essentiellement *discontinue* (24).

Il en est de même — *mutatis mutandis* — en géographie physique. Les discontinuités n'apparaissent pas seulement entre tronçons de vallées ou entre vallées, et au long d'un même versant : elles se produisent aussi dans le temps. L'abaissement du relief n'est pas aussi continu qu'on veut bien le dire. Tel versant recule pendant un temps parallèlement à lui-même; puis change de pente à un autre stade de l'évolution; il y a des pentes-limites, variables selon les climats, et des relais de processus et de formes lorsque certains seuils sont atteints. Or, à ces discontinuités endogènes, s'ajoutent évidemment celles qui sont introduites par la mobilité incessante — et non graduelle — du climat et de l'écorce.

(23) P. GEORGE, [40], p. 123-132.

(24) Malgré les déclarations de principe de G. GURVITCH, d'ailleurs vivement combattues par F. BRAUDEL. Cf. *Continuité et discontinuité en histoire et en sociologie*, Annales (Economies, Sociétés, Civilisations), 1957, p. 73-84.

Troisième partie

LA THÉORIE DES DISCONTINUITÉS ET SES IMPLICATIONS

« Il faut sans cesse prendre conscience du caractère complet de la connaissance, guetter les occasions d'extension, poursuivre toutes les dialectiques. » (G. BACHELARD, *Le nouvel esprit scientifique*, p. 144).

Comme le montrent les études précédentes, les discontinuités que des chercheurs ont trouvées au hasard de leurs travaux sans les pourchasser délibérément, celles que connaît le simple bon sens, celles qu'une enquête systématique quoique rapide permet de déceler, sont extrêmement nombreuses.

De toute évidence, on n'a pas encore tiré tout le parti possible de ces notations jusqu'ici dispersées. Cependant, il est significatif que d'éminents chercheurs aient tenté d'aller au-delà de l'observation de discontinuités éparses. En géomorphologie, c'est sans doute J. TRICART qui est allé le plus loin dans ce sens : mais H. BAULIG lui-même, à la fin de sa vie, s'y acheminait.

Le dernier grand article de H. Baulig

H. BAULIG est mort en 1962. Mais c'est en 1957 qu'il écrit cet article d'une profondeur et d'une clarté inégalées, qu'on peut à bien des égards considérer comme son testament scientifique : « Les méthodes de la géomorphologie, d'après M. Pierre Birot » (1).

Dans ce travail, H. BAULIG reproduit, certes, quelques-unes des critiques et des excommunications qu'il émit jadis, notamment contre W. PENCK. Il écrit (p. 221) que la théorie des gradins de piémont est fautive « parce qu'elle prétend expliquer la discontinuité des formes par la continuité des processus ». Et il reprend (p. 107) sa critique contre DAVIS à propos du perchement fréquent des têtes de vallée en climat tempéré : « le débit croissant graduellement vers l'aval, pourquoi une rupture de pente ? » — oubliant ainsi que le débit n'est pas seul en cause. On reconnaît là, à la fois : (a) l'exclusion de principe, ce que H. BAULIG n'hésite pas à appeler une erreur de raisonnement; (b) l'induction à partir d'éléments séparés, dont on peut penser qu'elle en est bien une.

Or, dans la plus grande partie de l'article, H. BAULIG raisonne tout autrement. Non seulement diverses notations impliquent le recours à des discontinuités endogènes (2) mais, surtout, l'interpréta-

(1) H. BAULIG, [12].

(2) Par exemple à propos de la succession des phases de sédimentation sans influence tectonique ni climatique, p. 223.

tion de deux phénomènes au moins requiert explicitement la notion de seuil. Et l'on peut alors constater que H. BAULIG donne, en quelque sorte, à Pierre BIROT lui-même une leçon de dialectique.

D'une part, en effet, contre P. BIROT, H. BAULIG montre que l'amenuisement des matériaux n'est pas simplement proportionnel à la distance parcourue dans le lit de la rivière : car lorsque, pour un calibre donné de matériaux, la vitesse de l'eau dépasse une certaine valeur « telle qu'il y ait choc », l'énergie cinétique intervient soudain « et l'on sait qu'elle croît plus vite que la vitesse ». On est ici en présence d'un seuil de relais : les mécanismes mis en action ne sont plus les mêmes à partir du moment où l'eau atteint cette vitesse critique. H. BAULIG indique d'ailleurs, mais comme timidement, en note infra-paginale, qu'« il y a là une de ces valeurs critiques, un de ces « seuils », tel le passage de l'écoulement laminaire à l'écoulement turbulent, qui compliquent singulièrement l'étude quantitative des processus »; il compare ce seuil à celui qui sépare la simple usure d'un outil sur une meule et l'usure avec arrachement de particules, au-delà d'une certaine intensité de frottement sur la meule.

D'autre part, p. 104, H. BAULIG expose que « le ruissellement pluvial diffus (comme d'ailleurs le creep et les autres mécanismes en jeu) ne produit qu'un mouvement discontinu, ne comportant pas d'accélération, autrement dit de vitesse acquise, tandis qu'une fois concentré et croissant en volume, il prend une accélération et tend à développer le profil concave caractéristique de l'eau courante : encore un seuil en deçà et au-delà duquel un même agent produit des effets nettement différents ».

Ces deux recours explicites, dans le corps d'un même article, aux phénomènes de seuil et donc, en fait, à la discontinuité dans la continuité, contredisent ainsi toute une attitude antérieure — voire simultanée — du même savant. L'idée nouvelle est d'ailleurs reprise dans la conclusion de l'article que H. BAULIG a consacré, peu après, à la morphométrie : « La transition d'un ordre au suivant peut sembler continue : vue de près, elle se fait plutôt par paliers, correspondant à des seuils d'action » (3). Outre l'enviable souplesse d'esprit d'un savant parvenu à la fin de sa vie et qui fait d'autant plus regretter que H. BAULIG n'ait pas eu le loisir de pousser plus avant ses réflexions dans ce domaine, ils montrent les progrès latents d'une notion qui est « dans l'air » et dont l'extension pourrait être féconde. La leçon de H. BAULIG est claire — et il l'a lui-même exprimée en écrivant (p. 230) que « principes et lois doivent être soumis à une révision fréquente ».

La généralité et l'importance du phénomène étudié nous conduisent ainsi à tenter l'ébauche d'une théorie des discontinuités. Mais, proposant une révision, nous avons le devoir de rechercher quelles peuvent être les implications logiques de cette théorie. On ne peut se contenter d'en éprouver la validité sur des exemples choisis : il faut encore imaginer ses conséquences dans divers domaines. Cet essai ne saurait évidemment y suffire, mais doit poser quelques jalons.

Nous regrouperons donc d'abord les déductions positives auxquelles conduisent les observations énumérées dans les deux premières parties : elles n'ont pas toujours un caractère d'évidence. Nous aurons alors, ce qui demandera de plus longs développements, à soumettre à ce nouvel éclairage certaines idées reçues, afin d'en montrer les difficultés. Enfin, la prise en considération systématique des phénomènes de discontinuité implique certaines attitudes au niveau de la recherche : on essaiera de les dégager.

I. — UNE THÉORIE DES DISCONTINUITÉS

1. Généralité et relativité des discontinuités

Nous avons essayé de montrer comment une forme discontinue peut résulter de phénomènes continus; à l'inverse, il est sans doute plus facile de montrer comment une forme continue peut résulter de processus discontinus. Il est apparu, au cours de ces recherches, que non seulement des

(3) H. BAULIG, [13], p. 408.

discontinuités pouvaient se manifester à la suite d'une variation graduelle des facteurs, mais encore que *le mouvement, parce qu'il est changement, est fondamentalement discontinu*. C'est du moins à cette opinion que nous conduit l'observation des phénomènes géographiques, aussi bien physiques que sociaux, à la fois dans l'espace et dans le temps.

« On n'a qu'à examiner de près n'importe laquelle des images de la continuité, on y verra toujours les hachures du discontinu. Ces hachures ne font une ombre continue que par l'intermédiaire des hétérogénéités estompées » (G. BACHELARD, *Dialectique de la durée*, p. 130).

A. Prenons l'exemple des processus d'érosion. La discontinuité de certains d'entre eux est évidente : il en est ainsi de tous les mouvements de masse et de gravité. Le ruissellement diffus n'apparaît que sous certaines conditions, à certains moments et à certains endroits; non seulement sa formation mais encore son travail sont discontinus : une suite de déplacements successifs de particules, tour à tour prises, déposées et reprises, une alternance de creusements et de dépôts. Le ruissellement concentré se manifeste non moins sporadiquement; il s'éteint comme il a commencé, quoique moins soudainement; durant qu'il est actif, les ravineaux se ramifient, se captent, se déforment par discontinuités successives.

Mais des processus apparemment plus continus, si l'on y regarde de près, offrent une évolution non moins saccadée. Un mouvement lent du sol comme le creep est le résultat d'une somme de discontinuités : les particules se déplacent individuellement sous l'effet du gel et du dégel, de la gravité, du travail des animaux, etc. H. BAULIG a insisté sur ce point, comme nous l'avons précédemment rappelé. Il en est ainsi du mouvement des minéraux dans le sol : les eaux d'infiltration les prennent en charge jusqu'à un seuil de saturation à partir duquel elles les redéposent, et ainsi de suite.

Tout le travail d'un cours d'eau à écoulement permanent est, en fait, discontinu. La rivière n'est pas animée d'un mouvement uniforme. Le fluide change à chaque instant : son débit subit une succession infinie de variations, allant de l'échelle temporelle des crues exceptionnelles à celle de l'instant, en passant par les variations saisonnières. Et l'on sait que ce sont les crues qui font l'essentiel du travail, la nature et l'intensité de celui-ci variant selon le type, la puissance et la fréquence des crues. On connaît l'observation du philosophe grec, reprise un peu complaisamment par les dialecticiens, montrant que la rivière, en un endroit donné, est toujours elle-même et toujours une autre puisque l'eau se renouvelle; mais il y a beaucoup plus, et beaucoup plus fécond : la rivière n'est jamais le même organisme en raison de ces variations incessantes de débit; par conséquent, son travail n'est jamais exactement semblable; il peut même changer radicalement lorsque le débit passe par certains seuils.

L'écoulement turbulent est en outre source de discontinuités, introduisant des variations locales brusques de la vélocité et de la puissance de l'eau, permettant tour à tour à la rivière de prendre en charge des matériaux d'un certain calibre, qu'elle redépose ensuite; à chaque changement il y a pour la rivière perte de puissance, sans quoi l'accélération de sa vitesse serait uniforme. Pas plus que dans le creep, mais dans de tout autres conditions évidemment, il n'y a accélération continue.

Dans le lit, le déplacement des galets est incontestablement discontinu; transport et érosion alternent; seuils et mouilles sont autant de discontinuités, qui se déplacent (1). On a même montré que le *creusement* du lit est discontinu : à un endroit donné apparaît brusquement une érosion, qui se développe vers l'amont (2). L'abrasion des galets n'est pas seulement usure lente, comme H. BAULIG l'a rappelé (3). Enfin, J. TRICART souligne que le mouvement apparemment le plus continu de tous, le transport des matières dissoutes ou des colloïdes en suspension, est lui-même discontinu : il y a parfois précipitations, immobilisation des substances dans la masse d'alluvions, et une nouvelle prise en charge exige une force de cisaillement relativement considérable (4).

(1) Ces actions ont été étudiées de près dans des travaux fondamentaux de J. TRICART, [97] et [99]; cf. aussi [101], p. 100 et 289.

(2) Théorie du « discontinuous gully » de LEOPOLD et WOLMAN (cf. leur traité cité, [67], p. 448).

(3) LEOPOLD, WOLMAN et MILLER, [67], p. 351, y insistent également.

(4) J. TRICART, [99], p. 236.

Analysé de près, un mouvement aussi continu, en apparence, que le fluage de la glace s'avère être le résultat d'une infinité de micro-discontinuités (5) et il est évident que l'action de la mer sur le rivage est essentiellement discontinue; le travail des courants de marée ne l'est pas moins (6).

B. Ces examens nous prouvent que la discontinuité est *générale*. Ils montrent en outre que la discontinuité est *relative*. Tout dépend de l'échelle de l'observation. Pour une certaine durée, un mouvement peut paraître continu; son analyse pour des durées beaucoup plus courtes ou beaucoup plus longues montre qu'il est fait de discontinuités successives; inversement, l'addition de ces discontinuités peut se traduire par un résultat d'ensemble continu.

L'entassement des sédiments peut donner l'impression de la continuité à l'échelle des temps géologiques. Les discordances stratigraphiques marquent des discontinuités importantes à l'intérieur de cette longue période. Mais la continuité apparente de la sédimentation entre deux discordances est elle-même le produit d'une suite de discontinuités mineures dont la succession des faciès et des feuillets stratigraphiques porte le témoignage. Sur un temps suffisamment long, on peut affirmer qu'une rivière est en phase de creusement continu : mais celui-ci est fait d'une suite d'actions mineures contradictoires, érosion ici et alluvionnement là. Une variation de climat majeure ne se fait pas sans menues oscillations contradictoires à l'intérieur du mouvement d'ensemble. On a également noté des différences de rythme comparables dans les mouvements orogéniques : une période de « repos » admet bien des oscillations aussi, et l'opposition entre orogénèse lente et paroxysmes tectoniques est essentiellement relative; tout dépend de l'échelle de temps et de la dimension de la région.

La longue durée des économistes et des historiens est faite de variations successives et contradictoires à courte durée : il y a, à la fois, de menues variations de la conjoncture à courte période et une tendance générale à plus longue période.

Enfin, les différences de rythme entre les phénomènes peuvent même être causes de discontinuités relatives, à une certaine échelle : même si l'on admet que l'érosion et les mouvements tectoniques sont simultanés, les changements de vitesse de ces derniers, la succession de crises et de périodes de déformations plus lentes, de discontinuités menues, peuvent faire qu'à certaines périodes le résultat apparaît discontinu : « Peu importe que l'érosion soit toujours concomitante avec la déformation si la seule vue d'une surface d'érosion rajeunie impose l'idée qu'en fait, tout se passe comme si les mouvements étaient discontinus » (P. BIROT) (7).

On en arrive donc ainsi à admettre l'emboîtement des discontinuités selon l'échelle spatio-temporelle : les phases d'évolution lente — et apparemment graduelle — entre deux seuils sont elles-mêmes une somme d'actions discontinues.

2. Les discontinuités statiques, traduction matérielle des discontinuités dynamiques

Parmi la foule des discontinuités statiques que le géographe observe et étudie, beaucoup apparaissent comme la traduction matérielle de discontinuités dynamiques endogènes.

C'est par exemple, le cas des abrupts de faille, et en général de toutes les cicatrices de cisaillement : il s'agit bien de formes créées par des ruptures survenues au cours d'une évolution tectonique progressive, ou d'un processus d'érosion relativement lent.

La ligne d'inflexion du versant peut être également rapportée à cette sorte de correspondance, et à plus forte raison le knick. La chaîne des sols sur un versant est discontinue, les types de sols sont différents, en raison de la discontinuité des processus engendrée par la seule variation graduelle de la pente (8).

(5) L. LLIBOUTRY, [68], p. 95.

(6) A. GUILCHER, [47], p. 131.

(7) P. BIROT, [16], p. 129.

(8) On sait l'importance qu'attachent les spécialistes aux notions de séquences de sols.

Le contact roche-manteau de débris est lié, d'autre part, au seuil d'extinction de l'altération. R. SOUCHEZ, par exemple (9), montre que, sur les versants à actions périglaciaires dominantes en roche homogène, il correspond à la limite de pénétration de la désagrégation mécanique par gélifraction, et qu'il est fort net.

La discordance des lentilles dans les couches sédimentaires, la juxtaposition de strates à éléments fins ou grossiers traduisent une discontinuité dans la sédimentation; celle-ci peut évidemment venir de perturbations externes (changement climatique, mouvement tectonique), mais également de l'évolution continue de la sédimentation elle-même, comme le montre l'étude des piémonts (10).

Le front des migmatites, et même la limite anatexites-embréchites, sont bien des discontinuités matérielles dont l'origine se trouve dans la dégradation du métamorphisme en fonction de la distance (11).

Les « couches de saut » observées dans l'atmosphère et dans les océans, telles que le front polaire ou les « convergences » océaniques doivent être rapportées à des mouvements du fluide, eux-mêmes provoqués par des différences progressives dans le rayonnement reçu (12).

On a récemment essayé d'interpréter certains épaulements glaciaires, que l'on ne peut rapporter ni à des influences structurales ni à des formes « cycliques », comme le résultat du creusement différentiel par le glacier. On admet volontiers que le glacier n'a pas la même puissance érosive sur ses bordures, où la glace est mince, qu'en sa partie centrale; mais certains chercheurs voient mal comment une augmentation continue de l'épaisseur de la glace pourrait provoquer une discontinuité dans la forme. Il n'est cependant pas impossible d'imaginer que, à partir d'une valeur critique de l'épaisseur, les conditions de travail de la glace changent brusquement : les marges et la partie centrale se comporteraient comme deux agents d'érosion différents et creuseraient à des rythmes distincts; un accident mineur, s'il est près de cette valeur critique, pourrait contribuer à la séparation des formes et, le creusement progressant, la différence d'épaisseur ne peut que s'accroître, ainsi que la différence de comportement. La discontinuité topographique représentée par le rebord de l'épaulement serait ainsi la traduction directe d'une discontinuité dans les processus (13). On pourrait sans doute expliquer de façon voisine pourquoi le glacier accentue les inégalités du profil en long de son lit, au moins dans certaines circonstances, si l'épaisseur est proche de la valeur critique.

Même en géographie humaine on trouverait de telles liaisons : les types de paysage autour d'une ville témoignent de la concordance entre des discontinuités dynamiques et des discontinuités statiques. La limite de l'oekoumène et, au moins partiellement, la limite de nombreux finages, bien des discontinuités du paysage agraire, peuvent s'interpréter de cette manière.

On entre évidemment ici dans le domaine de l'hypothèse et nous nous garderons d'étendre inconsidérément la recherche des correspondances entre discontinuités dynamiques et discontinuités statiques. Il y a cependant là une voie ouverte à bien des explications : « Toute différenciation dans l'apparence et dans l'allure est le signe de discontinuités absolues, de telle sorte que le discontinu d'une apparence est immédiatement l'apparence d'une discontinuité » (souligné par nous) (14). Nous appuyant sur des faits, nous avons seulement voulu montrer que ces correspondances étaient possibles, que le recours à ces hypothèses n'était pas absurde *a priori*.

Enfin, on observera que discontinuités statiques et discontinuités dynamiques sont en interaction dialectique. Car les discontinuités statiques sont souvent le lieu de phénomènes originaux et contribuent à introduire des discontinuités dans les mouvements : elles sont, au moins, source de discontinuités exogènes.

Les ruptures de pente modifient les conditions de travail des processus qui les ont fait naître. Les failles sont des zones de faiblesse qui influencent la discontinuité des mouvements tectoniques.

(9) R. SOUCHEZ, [87].

(10) Cf. F. TAILLEFER, [93] et P. BIROT, [15].

(11) Cf. les travaux de M. DERRUAU résumés in [37].

(12) A. GUILCHER, [47] en donne de nombreux exemples dans les océans, les estuaires, les lacs.

(13) Idée soutenue par F. TAILLEFER; cf. *Géographie générale* (Encyclopédie de la Pléiade, 1966), p. 563.

(14) G. BACHELARD, [3], p. 34.

Les fronts entre masses d'air ou masses d'eau sont à l'origine de mouvements ondulatoires et tourbillonnaires qui produisent toute une série de discontinuités. L'organisation des transports, de la construction, des équipements, directement influencée par les phénomènes de seuil, contribue à cristalliser les discontinuités. On trouverait une infinité de rapports de cette nature. Leur étude ne peut être qu'extrêmement féconde. Elle montre qu'il n'y a pas incompatibilité entre discontinuités statiques, dynamiques exogènes et dynamiques endogènes, mais que les unes influent sans cesse sur les autres.

3. Théorie des discontinuités

Nous sommes donc amenés à formuler une théorie des discontinuités en géographie, à laquelle semblent se conformer, du moins dans certaines limites, les phénomènes naturels comme les phénomènes sociaux. Les mécanismes en ont été analysés dans la première partie; la deuxième en a montré la fécondité; nous pouvons l'exprimer ici en quelques points.

1. L'évolution des phénomènes naturels et l'évolution des phénomènes sociaux est produite par l'interaction de divers agents au sein de complexes. Ces interactions peuvent être contradictoires ou cumulatives.
2. La croissance graduelle de l'un des paramètres, de plusieurs d'entre eux ou d'une variable extérieure peut faire apparaître des discontinuités dans l'évolution.
3. Ces discontinuités se marquent généralement par des seuils.
4. Ceux-ci correspondent soit à un cisaillement, soit à un changement d'état, soit à un relais dans les mécanismes fondamentaux, parfois à deux de ces transformations.
5. Ils sont, pour les phénomènes envisagés, soit seuils de manifestation ou d'extinction, soit seuils de divergence, de renversement, d'opposition ou de saturation provoquant plafonnement ou précipitation.
6. Selon la rapidité avec laquelle ils sont franchis, on distingue seuils angulaires et seuils d'inflexion.
7. Le franchissement d'un seuil résulte d'une préparation lente, apparemment continue, mais généralement faite d'une série de discontinuités à petite échelle, durant laquelle s'additionnent les *tensions* ou les *informations*.
8. Il peut être facilité, mais non nécessairement, par l'action d'un catalyseur et par la présence d'une zone de faiblesse.
9. Une nouvelle période d'évolution graduelle tendant à effacer les effets de la discontinuité ou à préparer une nouvelle discontinuité suit généralement le franchissement d'un seuil.
10. Celui-ci marque ordinairement une mutation qualitative, provoquée par ces modifications quantitatives progressives.
11. Le franchissement d'un seuil peut n'être qu'une oscillation réversible, ou bien provoquer des conséquences irréversibles, ou bien déclencher des processus de compensation.
12. Il peut provoquer, avec quelque retard, des rétroactions — généralement inférieures à l'action.
13. Il peut entraîner un renversement dans le sens de l'évolution ou dans la nature des phénomènes.
14. Bien des oscillations sont dues au retard et à l'excès avec lequel agissent les rétroactions.
15. Beaucoup de phénomènes ne se manifestent, beaucoup d'observations ne sont valables, qu'entre deux seuils, au-delà desquels le contraire peut être vrai.

16. Les discontinuités dans l'évolution (discontinuités dynamiques) peuvent faire apparaître des discontinuités matérielles (discontinuités statiques).

17. La notion de discontinuité est relative : elle dépend de l'échelle de l'observation.

Conclusion

« Nous ne nous reconnaissons pas le droit d'imposer le continu quand nous constatons sans cesse et partout le discontinu » écrivait G. BACHELARD (15); mais l'on observe que finalement, continuité et discontinuité sont en rapports dialectiques (16).

C'est la continuité qui crée la discontinuité. Le seuil est atteint par préparation lente, par additions successives. La discontinuité suppose, en définitive, la continuité. Et, dans certains cas, elle ne se produit pas s'il n'y a pas continuité : un confluent ne perturbe le profil d'une rivière qu'à condition que ses apports soient continus.

Et la discontinuité réintroduit la continuité. C'est notamment le cas pour les enchaînements de types : des attitudes, des structures qui apparaissent étrangères l'un à l'autre sont en fait des paliers dans une série croissante : « Il peut y avoir continuité sans continu effectif » (17). Ce n'est pas seulement une question d'échelle : c'est aussi que la complexité des processus peut se solder par la simplicité des formes (18) ou, mieux, la discontinuité des processus par la continuité des formes. La convexité du versant, la planéité des glaciers, la courbure du talweg le montrent. Ceci contribue à expliquer que les discontinuités statiques soient relativement peu nombreuses si l'on considère la multitude des discontinuités dynamiques — constatation sans doute paradoxale si l'on demeure à un niveau d'observation élémentaire, et muni de préjugés « linéaires ».

Or, précisément, « alors que la science d'inspiration cartésienne faisait très logiquement du complexe avec du simple, la pensée scientifique contemporaine essaie de lire le complexe réel sous l'apparence simple fournie par des phénomènes compensés (19) » : cela n'implique-t-il pas quelques changements d'attitude ?

II. — DE QUELQUES MISES EN CAUSE

« La vraie tâche de la méthode dialectique c'est la démolition de tous les concepts acquis et cristallisés, en vue d'empêcher leur momification qui vient de leur incapacité à saisir les totalités réelles en marche, ainsi qu'à tenir compte simultanément des ensembles et des parties. »
(G. GURVITCH, *Dialectique et sociologie*, p. 13).

Nous devons maintenant, pour être fidèle à la dialectique, essayer de dépasser cette notion après l'avoir exprimée, c'est-à-dire en tirer application et supputer ses conséquences sur certains raisonnements en géographie — du moins celles de ses conséquences que nous sommes en état d'imaginer; il s'agit de poser des problèmes plus que d'en résoudre, et d'attirer l'attention sur les voies de recherche que paraît ouvrir la théorie des discontinuités : son édification conduit à de multiples interrogations.

(15) G. BACHELARD, [3], p. 39.

(16) Cf. H. LEFEBVRE : « Tout réel apparaît, tour à tour, sous l'aspect du continu, puis sous celui du discontinu », [65], p. 159.

(17) G. BACHELARD, [3], p. 121.

(18) Cf. H. BAULIG, [8], p. 294.

(19) G. BACHELARD, [4], p. 139.

1. La notion de cycle

A. La notion de « cycle d'érosion normale », malgré les affirmations de J. TRICART, n'est pas encore classée au rayon des vieilles lunes. Les excès mêmes de certains de ses contempteurs ont parfois renforcé la vitalité des conceptions davisienne. Pourtant, bien des géographes ressentent une instinctive méfiance à l'encontre d'une construction mentale aussi schématique et, finalement, de l'idée même d'un cycle où l'on reviendrait exactement au point de départ, après une évolution graduelle (1).

Or, il est remarquable que l'on n'ait guère critiqué la *théorie elle-même*. Ceux qui la rejettent ne condamnent pas sa logique interne, *mais ses hypothèses de départ* : ils objectent que le cycle n'a pas le temps de se dérouler comme l'imagine Davis. Certains estiment que le relief n'est pas assez stable pour cela, les déformations tectoniques étant constantes sinon continues. D'autres, et parfois les mêmes, allèguent que le climat change perpétuellement et que, par conséquent, les processus d'érosion ont toutes chances de se modifier durant que se déroule un cycle. Nous n'avons certes pas à revenir sur ces discussions (2), qui ont empli des pages fructueuses et dont on n'imagine pas qu'elles puissent cesser : à partir d'un certain accord sur la description des faits, leur interprétation devient article de foi...

Or, l'on observera que nier qu'un cycle ait le temps de se dérouler selon le schéma, sans être perturbé *de l'extérieur*, par un mouvement tectonique ou par un changement du climat, *est admettre implicitement la validité du schéma*. Comme l'a écrit A. MEYNIER, « Que les lois de Davis ne puissent être vérifiées que dans des conditions abstraites, irréalisées, ne suffit pas à les ruiner. C'est comme si l'on reprochait aux physiciens les lois de la chute des corps sous prétexte qu'elles ne sont vérifiables que dans le vide » (3). Mais il y a autre chose. On peut, en effet, se demander si la théorie des discontinuités n'amène pas à *mettre en cause la notion de cycle de l'intérieur même*. Cette idée nous tourmente depuis longtemps (4), mais le cadre de ce travail ne permet pas de la creuser à fond. Regroupons cependant quelques éléments de discussion — moins pour affirmer que pour poser des interrogations.

Il ne s'agit pas, bien entendu, de nier que le relief tend à être amenuisé par l'érosion et que, théoriquement, l'action de celle-ci tend à sa propre suppression par la disparition même du relief : ce n'est finalement qu'une conséquence de la loi de la gravité. Il ne s'agit pas davantage de nier des acquisitions essentielles comme la notion d'un niveau de base ou l'érosion régressive. Mais c'est l'enchaînement minutieux des étapes, tel que l'ont imaginé DAVIS et, en France, DE MARTONNE ou BAULIG, avec cette évolution graduelle et uniforme vers la « sénilité », sans tenir compte des notions d'échelle et de dimension des vallées, qui nous paraît négliger des observations fondamentales; et, peut-être plus encore, en présence de discontinuités du profil en long et en travers des vallées, ce recours ordinaire à l'idée de cycles successivement déclenchés à l'aval par les mouvements du niveau de base, qui remontent l'un après l'autre en s'emboîtant jusqu'à la source des vallées, effaçant progressivement des formes qui continuaient à évoluer en fonction de niveaux de base disparus : vision ample et belle sans doute, à la mesure d'une logique cartésienne la plus pure en apparence, mais vision qui a conduit à des constructions laborieuses et à des reconstitutions fort controversées.

B. On a noté que, même dans des conditions idéales d'homogénéité structurale et lithologique, les processus varient selon la dimension des vallées. La pente des versants, notamment, est différente selon qu'il s'agit de vallons, de petites vallées ou de grands organismes; et elle varie d'amont en aval, de façon non linéaire. Or, les processus de dégradation étant directement liés aux systèmes de pentes, les conditions même de l'évolution changent d'une vallée à l'autre. A tout moment d'un « cycle » on doit donc s'attendre à avoir des formes dissemblables selon leur position dans l'ensemble du bassin

(1) Cf. notamment A. ALLIX, [1], p. 156 sq.

(2) Parfaitement résumées dans P. BIROR, [15], p. 30.

(3) A. MEYNIER, [71], p. 61.

(4) Elle est exprimée dans nos travaux, [20] et [21] de 1952.

versant, et dans des vallées de dimensions différentes. On a vu qu'ainsi, lier l'aspect d'une forme à une *stade* de l'évolution était une démarche mal fondée.

D'ailleurs, H. BAULIG lui-même a dû, à plusieurs reprises, mettre en cause la notion de « sénilité » et même de vieillesse, qu'il jugeait inutiles, sinon dangereuses (5). Enfin, la « jeunesse » suppose nécessairement que le soulèvement tectonique est brusque : tous les contradicteurs de Davis ont eu beau jeu de montrer que certaines déformations sont d'abord lentes, et que, par conséquent, le cycle qu'elles déclenchent commence par donner des formes « vieilles », ce qui est, pour le moins, déroutant.

On a également objecté (6) que l'érosion régressive ne se transmet pas jusqu'à la partie supérieure des vallées, ni dans tous les affluents, parce qu'à partir d'un certain point la puissance de l'écoulement devient insuffisante pour assurer le creusement, tant en raison de la diminution du débit que de l'accroissement des apports de versants. On a encore là un seuil purement interne. Une théorie du creusement fluvial doit pouvoir rendre compte de ces seuils, et par conséquent *admettre l'hétérogénéité constante des formes*.

D'autre part, *rien n'autorise à affirmer que l'évolution des formes est graduelle*. Admettre la théorie davisienne dans ses détails est admettre que les processus sont toujours identiques à eux-mêmes, leur effet étant simplement décroissant, et que l'évolution ne peut donc être que linéaire. Or, l'abaissement de la pente des versants ne se fait pas partout au même rythme, et à plus forte raison le profil en travers des vallées n'évolue pas au même rythme que leur profil en long. D'un côté, les versants s'adouçissant, se succèdent des seuils de relais pour les divers processus d'érosion : la fourniture de débris change de rythme, elle aussi, par discontinuités successives. Les moments sont différents selon les tronçons des vallées, et selon les vallées. De l'autre côté, l'évolution de la fréquence des crues particulièrement efficaces, et finalement de la puissance de la rivière, n'est pas forcément graduelle; celle-ci, notamment, est influencée par les modifications de la pente, de la largeur du lit, de la rugosité du fond et par conséquent de la charge solide : on a souvent observé qu'au cours d'une évolution continue l'alluvionnement pouvait soudain succéder au creusement, ou inversement.

C. L'existence de surfaces d'érosion, on le sait, n'est en rien la preuve que l'érosion dont elle est l'aboutissement s'est déroulée selon le schéma davisien (7) : elle indique que le relief a été aplani, rien d'autre; il a, du reste, été souvent montré que certaines surfaces d'érosion sont le résultat de processus tout à fait différents, du type pédiment par exemple. Mais, de surcroît, les discontinuités apparentes du profil en travers et du profil en long ne sont pas forcément le signe d'une succession de « cycles ». Elles dénotent seulement des phases d'érosion, des étapes dans l'évolution des formes d'érosion fluviale : celle-ci est encore mal connue, mais des recherches comme celles qui sont évoquées dans le traité de LEOPOLD, WOLMAN et MILLER [67] paraissent autrement riches et fructueuses que le schéma cyclique, qu'elles ne paraissent finalement pas confirmer.

On a souvent dit (8) que le schéma davisien représentait un cas particulier, supposant à la fois un mouvement tectonique rapide et une longue stabilité postérieure, plus la stabilité du climat. Or, même dans ce cas particulier, il n'est pas sûr que la morphogénèse obéisse au schéma davisien : ce que l'on observe, ce sont des formes différentes qui évoluent à des rythmes variés selon les vallées et les tronçons de chaque vallée; des systèmes de pentes relativement immunisés à partir du moment où les processus actifs n'ont guère de prise sur eux, la valeur-seuil étant dépassée; des processus qui se relaient, même des renversements qui s'opèrent; et, par conséquent, des formes emboîtées qui s'avèrent parfois correspondre à des successions de phases sans rapport avec les mouvements tectoniques, sans rapport avec le déclenchement de nouveaux « cycles ». A tout moment il y a un certain état d'équilibre, certaines actions et certaines rétroactions. Y voir autre chose est introduire le finalisme — nous aurons à revenir sur ce point.

(5) Notamment dans [10], p. 20.

(6) Cf. M. DERRUAU, [37], p. 115.

(7) M. DERRUAU, [37], p. 112.

(8) Même H. BAULIG ([10], p. 26), qui d'ailleurs ne le pense pas.

D. Ces réflexions pourraient être encore étendues. Prenons le cas du « cycle d'érosion littorale ». H. BAULIG, après DAVIS, affirme qu'il n'y a aucune raison pour imaginer que la plate-forme d'abrasion littorale cesse de se développer, dans l'hypothèse d'une stabilité du niveau des mers. C'est, là encore, oublier que la diminution progressive de la profondeur de l'eau, liée à la très faible inclinaison de la plate-forme — impliquée par le schéma — provoque à partir d'un certain point un changement brusque des conditions de travail de la mer : ce n'est plus le même agent qui œuvre. Il y a une limite, un seuil d'extinction, au-delà duquel l'abrasion marine est inefficace — ou, au moins, prend un rythme infiniment plus lent.

L'expression de « cycle » dans le domaine économique et social est heureusement moins fréquente, encore qu'on l'emploie, pour faire image, sans justification. Elle relève alors d'une conception non moins mécaniste. Distinguer des phases A et B successives semble souvent fructueux, encore que cette recherche puisse parfois apparaître comme un jeu. Mais admettre que l'évolution passe par des phases d'accélération et de dégradation, ce qui revient à accepter l'idée de discontinuité dans l'évolution historique, n'est pas accepter un schéma « cyclique ». Le déroulement d'une phase lui-même influence la suite de l'évolution. Il y a constamment interaction. On ne revient pas au point de départ.

2. Les extrapolations de tendance

Les exemples analysés dans les deux premières parties ont montré qu'un changement d'échelle peut entraîner des changements successifs dans les processus aussi bien que dans les formes, parce que divers seuils sont franchis. Et il ne s'agit pas seulement de formes et de processus. Dans certaines sciences, on a observé que les lois, les théories elles-mêmes sont essentiellement *relatives* et que leur validité dépend de l'échelle du phénomène; le système d'Einstein ne contredit pas celui de Newton, pas plus que la géométrie de Lobatchevsky et de Riemann ne contredit celle d'Euclide : les principes « classiques » apparaissent ici comme un cas particulier d'application des principes plus modernes qui les enveloppent; ils sont dépourvus de valeur dans le domaine de l'infiniment grand; ils ont été conçus à l'échelle de l'homme pour des phénomènes « moyens ».

A. Ces constatations amènent à être sceptique sur la valeur de certains *modèles réduits*. Il peut, certes, se faire que la réduction de dimension ne fasse pas franchir de seuil et que le comportement du modèle réduit soit conforme à ce que l'on observerait en vraie grandeur. Il peut, en outre, se faire que la durée de l'expérimentation sur modèle réduit ne soit pas fondamentalement différente de la durée du phénomène réel (par exemple dans les modèles de jetées, de conduites hydrauliques, etc.). Mais on ne peut pas tout réduire : par quoi remplacera-t-on le grain de sable, ou la molécule, ou la micro-fissure dans un modèle (9) ?

Dans certains cas, l'ordre de grandeur de la durée est visiblement changé, comme lorsqu'il s'agit de reproduire en laboratoire des phénomènes qui ont besoin du temps géologique pour se faire : l'étude en laboratoire des plissements, du t₂ ou de l'influence des variations de température sur les roches peut avoir une valeur pédagogique; on se demande si elle en aura jamais une autre, et si les moyens coûteux qu'elle exige seront un jour justifiés.

C'est que le rôle des périodes d'évolution lente et des phénomènes de cumul est mal connu. J. TRICART écrit (10) que les « temps morts » de la nature peuvent être supprimés dans une expérience; cela semble en effet souvent confirmé par les faits; mais il n'est pas certain que cette accélération soit toujours sans danger : dans quelques cas, il est sûr que ces périodes de calme apparent sont des périodes de réajustement lent, indispensables pour la préparation d'une nouvelle discontinuité; leur

(9) Si un fleuve, représenté à l'échelle du 1/1 000, a des alluvions sableuses d'un diamètre moyen de 1 mm, on ne peut les remplacer par des particules de 1 micron pour respecter l'échelle : on aurait des argiles, dont le comportement est complètement différent (J. TRICART, [101], p. 287). Et la réduction de profondeur ferait franchir le seuil de l'écoulement laminaire.

(10) J. TRICART, [101], p. 298.

suppression change profondément les conditions même de l'apparition des modifications visibles; il faut en tous cas avoir conscience de ce problème.

Sait-on d'autre part, quand on expérimente sur la fragmentation des roches, si les effets cumulés de variations de température même assez faibles, à la longue, ne produisent pas, à partir d'un seuil *dans la durée*, des effets que des alternances violentes mais peu nombreuses relativement ne peuvent en aucune manière obtenir (11) ? Quelques secondes d'exposition à un soleil torride ne changent pas le teint, des journées d'exposition à un soleil beaucoup moins ardent le bronzent; on ne cuit pas une poterie sur un feu violent et bref.

Il ne s'agit pas de décrier les expériences de laboratoire : certaines, comme celles qui visent à mieux connaître *la nature* des matériaux (analyse des sols, des sables, des argiles, radiations, etc.) sont irremplaçables. On ne vise strictement ici que les expériences qui tendent à reproduire à une autre échelle spatiale ou temporelle *les processus* en action dans la nature. Toutes, sans doute, ne sont pas vaines; mais on souhaiterait qu'elles soient accompagnées par un effort de réflexion théorique sur leur validité, en raison des changements de matériaux, etc., qu'implique le changement d'échelle.

Des erreurs, du reste, ont déjà été dénoncées par des chercheurs infiniment plus qualifiés que nous (12), qui ont mis en garde contre ses dangers. Et ni les sociologues ni les économistes n'imagineraient d'extrapoler à toute une société le comportement d'un microcosme.

B. Il faut aussi prendre des précautions lorsqu'on se livre à des *interpolations*. La méthode classique qui consiste à tracer, entre deux points où l'on a enregistré respectivement 570 et 660 mm de précipitations, l'isohyète 600 mm au tiers de l'intervalle le plus proche du premier point, suppose par définition que la gradation des précipitations entre les deux points est proportionnelle à la distance. On est souvent contraint à ce choix faute d'autre élément de jugement; mais la méthode est d'autant plus dangereuse qu'on dispose de moins d'observations et, surtout, elle n'autorise pas à déduire d'une carte en courbes la valeur qui correspondrait à un point situé entre ces courbes; même un point situé sur une courbe n'a d'ailleurs que très exceptionnellement la valeur qu'elle représente. La densité de population d'une circonscription placée, sur une carte en isoplèthes, à mi-distance des courbes 10 et 60 habitants/km² n'est pas forcément 35 habitants/km² : on ignore s'il n'y a pas, non seulement croissance exponentielle, mais encore discontinuité. L'observation montre assez souvent des discontinuités dans ce domaine, et des croissances non proportionnelles à la distance, pour que l'on ne s'engage pas à la légère dans ces interpolations. Travaillant sur des cartes en courbes et par plages, on peut certes obtenir des approximations, mais parfois aussi de lourds mécomptes.

C. Une deuxième conséquence a trait à l'extrapolation des mesures effectuées *dans la nature*, sur un temps réduit. Deux possibilités peuvent se présenter.

Dans un premier cas, la durée sur laquelle portent les mesures s'avère être *découpée dans une phase de crise*, c'est-à-dire en coïncidence avec une discontinuité. Il est bien évident qu'alors on n'a absolument pas le droit d'extrapoler les résultats de ces mesures à une longue période. Or, on le fait couramment, ce qui entraîne à des conclusions fâcheuses quand elles ne sont pas ridicules. J. TRICART, à ce sujet, a parfaitement bien montré quelle erreur grève les conclusions de F. FOURNIER sur la valeur de l'érosion au Quaternaire — une tranche de 400 m d'épaisseur sur l'ensemble des terres émergées... — pour avoir extrapolé des mesures opérées à une époque où la mise en culture a considérablement accru la charge des cours d'eau, et peut-être aussi pour avoir utilisé des chiffres obtenus dans des régions et à des moments où les problèmes de l'érosion des sols sont particulièrement graves.

L'erreur est également fréquente lorsqu'il s'agit de déduire d'observations contemporaines l'ampleur de mouvements tectoniques sur une longue période. On a mesuré des soulèvements de 10 mm

(11) LEOPOLD, WOLMAN et MILLER ([67], p. 114) avouent à cet égard leur ignorance et ne sont pas sûrs qu'on ait le droit de conclure, à partir d'expériences de laboratoire, à l'inocuité des variations de température sur les roches dans la nature.

(12) LEOPOLD, WOLMAN et MILLER eux-mêmes, mais surtout H. BAULIG (cf. [10], p. 36) et, d'un autre point de vue, J. TRICART, qui a poussé particulièrement loin cette étude, ([101], p. 279 sq.).

par an en Ukraine : cela donnerait des hauteurs vertigineuses à l'échelle géologique. Comme l'écrit J. TRICART, « peut-être sommes-nous ici encore en présence d'une de ces discontinuités, que n'aiment guère les extrapoleurs à l'esprit mathématique, et qui jouent cependant un grand rôle dans les phénomènes naturels » (13). Prendre en considération ces discontinuités permet de résoudre la contradiction entre les mobilistes impénitents « pour lesquels le moindre rapide est un argument en faveur d'un soulèvement » (14) et les « immobilistes imperturbables » (15).

Il en est de même quand on prétend prolonger des tendances démographiques ou économiques. Les historiens ont souvent observé que les mouvements de courte durée peuvent avoir des rythmes très différents des mouvements de longue durée à l'intérieur desquels ils sont emboîtés; voire des rythmes opposés. Supputer la diminution du nombre d'exploitations agricoles ou de la population d'une petite région à partir de mesures faites sur les dix dernières années aboutirait à l'absurde dans de nombreux cas; comme dans ces pays où les métairies à familles nombreuses ont été remplacées par de grands domaines à salariés célibataires : certaines communes ont subi des baisses de population de 30 ou 40 % en un ou deux ans... C'est exactement comme si l'on déduisait la mesure de l'érosion terrestre d'observations faites uniquement sur quelques jours de crue, sans tenir compte de la fréquence de celles-ci. Or, le remplacement d'un type de société rurale par un autre au cours d'une mutation comme celle que connaissent les campagnes toulousaines s'accompagne évidemment de taux d'évolution particuliers, parfois opposés au mouvement général, qui interdisent toute extrapolation.

Dans d'autres cas, au contraire, les mesures sont faites uniquement *en période de rémission* et ne tiennent pas compte d'événements puissants mais sporadiques — c'est-à-dire des crises. Mesurer la charge solide d'une rivière pendant 7 ou 8 ans et extrapoler au Quaternaire les résultats obtenus, c'est négliger le rôle fondamental des crues de type séculaire ou même simplement décennal. Calculer des moyennes pluviométriques ou des coefficients de crue sur quelques années aboutit aux mêmes erreurs, et peut conduire à minimiser les risques de dégâts. De même, si l'on avait prolongé les tendances de la phase de léthargie des campagnes toulousaines pendant la première moitié du *xx*^e siècle, on aurait abouti à de graves mécomptes vers 1965...

On n'a pas le droit d'extrapoler linéairement, de prolonger des droites, ou même des courbes à accélération constante : soit qu'on exagère l'évolution, en amplifiant les discontinuités, soit qu'on la sous-estime en les négligeant (fig. 29). J. TRICART a montré les très grands dangers, voire l'impossibilité qu'il y a à extrapoler des mesures du débit solide des cours d'eau (16). P. BIROT a également souligné que la mesure directe des processus actuels peut n'aboutir à aucune explication valable pour une durée géologique (17).

Une solution consiste à *intégrer la durée* par des mesures indirectes : l'étude des carrières et des sédiments est souvent plus fructueuse que l'extrapolation de mesures actuelles, car la continuité et les discontinuités y sont résumées. La thèse de P. GABERT (18) en a fourni une belle démonstration. Si ce biais n'est pas praticable, il faut, au moins, avoir *caractérisé le moment de l'évolution* durant lequel sont prises les mesures, en avoir défini les éléments durables et les éléments circonstanciels, et s'entourer par conséquent d'un très grand nombre de précautions avant de se hasarder à des extrapolations. Autant dire qu'en général cet exercice est des plus hasardeux. Il pose le problème de la prévision dans les sciences géographiques, sur lequel il y aura lieu de revenir.

D. Aussi peut-on rester sceptique devant de nombreuses affirmations touchant à des *relations de proportionnalité* apparentes. Une certaine attitude, une certaine façon d'appliquer les mathématiques à la géographie sont ici directement en cause : elles consistent à rechercher des fonctions simples, qu'elles soient linéaires (au sens étroit du mot) ou exponentielles.

(13) J. TRICART, in *Revue de Géomorphologie dynamique*, 1965, p. 86.

(14) Id.

(15) Id.

(16) J. TRICART, [99].

(17) P. BIROT, [15], p. 3-4.

(18) P. GABERT, *Les plaines occidentales du Pô et leurs piedmonts*. Paris, 1962, 531 p.

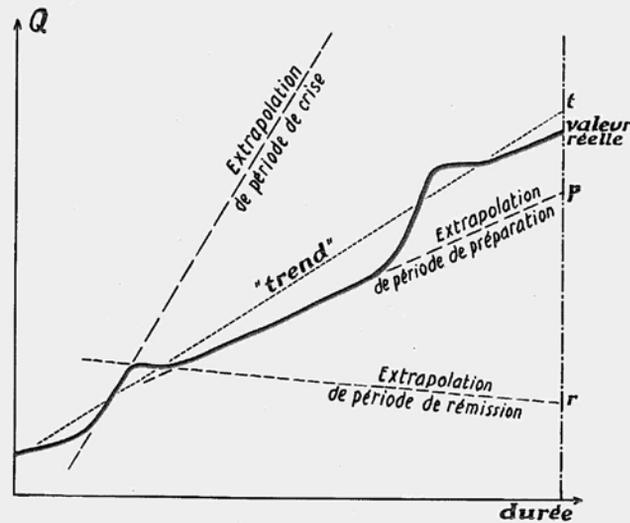


FIGURE 29
Types d'erreurs commises dans les prolongations de tendance.

De nombreux cas se trouvent dans la littérature géomorphologique, notamment dans les travaux de P. BIROT. On lit par exemple, dans les *Méthodes de la morphologie* de P. BIROT, p. 10 : « En admettant que la diminution du diamètre (des galets) est proportionnelle à la distance parcourue et au poids de la particule » : cette relation apparaît hasardeuse; il y a des discontinuités dans le rythme de l'usure des galets, comme l'a montré H. BAULIG; et si un galet se casse d'abord en deux morceaux tous les 20 km, il n'en sera pas infiniment ainsi : quand il sera devenu assez petit, la probabilité pour qu'il se casse sera extrêmement faible, pour ne pas dire nulle. Or, P. BIROT écrit (p. 10) qu'« il y a pour chaque particule une probabilité égale de se briser lorsqu'elle parcourt une certaine distance », sans tenir compte de la dimension de la particule, ni de sa micro-fissuration qui peut guider les ruptures, ni de la variation de la vitesse ou de la turbulence de l'eau sur le trajet parcouru.

Nous ne sommes pas plus convaincus quand nous lisons : « 360 mm sont écoulés en 360 jours sur un bassin versant nourrissant un ruisseau de 50 cm de large. Si 100 mm tombent en un jour avec une évaporation instantanée négligeable, l'eau courante peut occuper un lit de 50 m de large » (p. 17) ou : « Il est légitime de supposer que la décomposition de la roche saine progresse comme les variations de température, c'est-à-dire suivant une fonction exponentielle négative de la distance à la surface » (p. 14). Voilà une déclaration propre à impressionner le jeune géographe « littéraire ». Pourtant, elle semble oublier qu'à partir d'une certaine distance la décomposition est rigoureusement nulle... ce qui ne saurait être le cas d'une fonction exponentielle. En outre, il n'est pas démontré que cette profondeur soit la même que celle pour laquelle les variations de température sont également nulles ! Mais il est vrai que « ces propositions reposent surtout sur une argumentation théorique, et (qu') on est assez embarrassé lorsqu'on cherche à citer un exemple » (p. 113).

Des erreurs de cet ordre sont parfois commises quand on prétend reconstituer des conditions climatiques anciennes à partir de mesures actuelles. Sous le prétexte qu'il y a un rapport entre le débit d'une rivière et l'amplitude ou la longueur de ses méandres, et que l'on a trouvé, dans les conditions présentes, telle valeur à ce rapport, on traduit linéairement : un méandre 5 fois plus grand aura exigé un débit 5 fois plus grand, etc. L'exemple est grossier; mais même des calculs apparemment plus subtils n'échappent pas à des extrapolations hasardeuses : en admettant un rapport de type exponentiel, aussi compliqué que l'on voudra, cette relation de proportionnalité ignorante des discontinuités aboutit souvent à des erreurs évidentes. J. TRICART a justement dénoncé celle de DURY et BERRY qui ont besoin, pour le Pléistocène, de débits moyens dix fois plus importants qu'aujourd'hui pour expliquer certaines formes de la vallée du Nil; même en tenant compte de divers facteurs de correction, cela suppose des

précipitations au moins 3 à 5 fois plus fortes que de nos jours (19). En fait, il aurait fallu envisager la fréquence de certains types de débits, de certains types de répartition des pluies et, de surcroît, admettre que le rapport entre les débits et la dimension des méandres, la profondeur et la largeur du lit, etc., peut prendre brusquement des valeurs différentes.

LEOPOLD, WOLMAN et MILLER (20) ont étudié aussi cette question. Ils observent que les méandres quaternaires des rivières européennes sont souvent dix fois plus longs que les méandres actuels (du moins pour des bassins versants de 10 à 1 000 miles carrés). Cela devrait donner des débits à pleins bords 80 à 100 fois supérieurs aux débits actuels, d'après les relations théoriques que l'on croit avoir établies entre la longueur des méandres et le débit. Les auteurs notent qu'on ne peut évidemment supposer des précipitations 80 à 100 fois plus élevées... On observera, en outre, que leur déduction à l'égard du débit est manifestement fautive; il y a au moins deux raisons à cela : d'une part la résistance des berges et les processus de leur destruction étaient tout autres à l'époque froide; d'autre part les méandres actuels et ceux à l'intérieur desquels ils s'emboîtent ne sont pas taillés dans le même matériau...

E. Ces exemples montrent quelle prudence devrait présider à la recherche de *courbes tendancielles* sur les graphiques. Une technique, qui se répand en géographie, consiste à mettre en rapports deux séries de mesures sur des échelles logarithmiques. Les enseignements que l'on en tire sont souvent précieux. Mais on est quelquefois surpris de la légèreté avec laquelle on fait passer une droite « au mieux » parmi quelques points très dispersés. L'idée que ces points devraient être parfois reliés par une ligne brisée ou, sur des échelles arithmétiques, par des éléments de courbes juxtaposés, comme dans les exemples que nous avons déjà donnés, semble instinctivement irriter certains chercheurs. Aussi relie-t-on sans peur des phénomènes de dimensions extrêmement différentes. Nous avouons au contraire éprouver une instinctive défiance envers des droites tracées sur toute la surface d'un papier logarithmique à 5, 6 ou même 7 modules, et qui rassemblent donc sans discontinuité apparente des valeurs 10 000, 100 000, voire 1 000 000 de fois plus grandes que d'autres (21)...

La « science régionale » que des mathématiciens, des économistes et quelques géographes anglo-saxons ont mise à la mode est très largement fondée sur des extrapolations linéaires de cet ordre (22). De nombreuses formules empiriques sont élaborées pour calculer l'affaiblissement de l'attraction urbaine en fonction de l'éloignement, dans le dédain le plus complet de la notion de seuil, bien que l'on y salue respectueusement dès l'introduction les auréoles de von Thünen. Or, ces formules conduisent évidemment, entre autres aberrations, à ce que l'influence d'une ville ne soit jamais nulle, quelle que soit la distance à laquelle on se trouve, car la courbe qui représente la fonction décroît graduellement, comme une asymptote, sans jamais aboutir à zéro.

En fait, dans de nombreux cas, on aperçoit sur les graphiques des tronçons de droites séparés. On a des éléments de courbes juxtaposés. Par exemple, LEOPOLD, WOLMAN et MILLER montrent qu'il y a une relation entre le poids de la végétation par unité de surface et la pluviométrie, mais qu'il faut tracer deux courbes, l'une pour la forêt, l'autre pour les autres types de végétation, qui sont des faits d'ordre différent, irréductibles l'un à l'autre. M. ROCHEFORT a obtenu, dans l'étude des relations entre la population des villes et l'importance de leur secteur tertiaire, des nuages au sein desquels on peut tirer des courbes, qui ne se raccordent pas d'un nuage à l'autre (23) : il y a discontinuité dans la dimension des villes à cet égard.

Beaucoup de graphiques arithmétiques ou semi-logarithmiques présentent des dispositions de ce genre (cf. consommation de tel produit en fonction des revenus, etc.). Les diagrammes triangulaires montrent souvent *des nuages distincts*, et il est courant d'observer que les groupements se font en fonction de la dimension des phénomènes considérés, les séparations entre les nuages correspondant

(19) J. TRICART, [101], p. 286.

(20) LEOPOLD, WOLMAN et MILLER, [67], p. 310-315.

(21) LEOPOLD, WOLMAN et MILLER, [67], p. 140-141, pourtant sensibles aux phénomènes de discontinuité, en offrent des exemples éloquents.

(22) Cf. P. HAGGETT, [51].

(23) M. ROCHEFORT, [80], p. 139.

à des discontinuités (24). Il faudrait également considérer que bien des corrélations ne sont valables qu'entre deux limites : la droite ne part pas toujours de l'origine des coordonnées, et ne se prolonge pas jusqu'à l'infini. C'est justement ce qu'expriment les graphiques du type de la fig. 30 (b). P. HAGGETT donne un exemple où l'on observe une relation linéaire inverse entre le nombre des agglomérations et leur population, mais cette relation ne s'observe qu'entre deux seuils, au-delà desquels elle se renverse même (25).

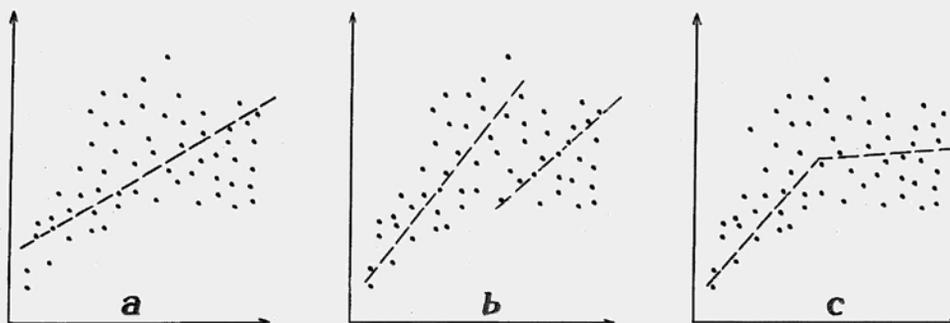


FIGURE 30

Trois types d'interprétation d'un nuage de points.

Des interprétations aussi ouvertes nous paraissent autrement fécondes que celle qui consiste à nier l'existence de relations entre deux faits sous le prétexte qu'on ne peut pas tracer une droite continue parmi les points (26) ou au contraire celle qui consiste à tirer une droite parmi cinq points, qui en sont du reste fort écartés, et qui correspondent à des ordres de grandeur différents (27).

Le moins que l'on puisse dire est que l'on devrait inciter les jeunes chercheurs à la plus grande circonspection en ce domaine, surtout si l'on considère la médiocrité de la formation des géographes en matière de statistiques. Comment se lancer dans des mesures difficiles et dans le maniement de logarithmes, quand on ignore qu'une diminution de 10 % en cinq ans n'est pas la même chose qu'une diminution de 2 % par an, ainsi que le prouvent de trop nombreuses publications géographiques ?

La présence de discontinuités dans la croissance impose donc de prendre toujours en considération la notion d'échelle. J. TRICART a souligné cette nécessité avec une particulière vigueur pour ce qui concerne la géomorphologie (28) : nous n'avons pas à paraphraser ses développements. De même que certaines lois ne sont valables que pour certaines dimensions, les méthodes d'étude sont souvent différentes selon l'échelle du phénomène, et il ne faudrait pas être surpris que le comportement d'un ensemble, et les corrélations qui l'expliquent, soient différents de ceux de ses parties : « La nature des phénomènes que nous étudions et, partant, les méthodes auxquelles nous devons recourir pour les analyser, changent donc en fonction de leur ordre de grandeur taxonomique » (29).

Cela signifie aussi que, si l'on change nettement d'ordre de grandeur, on doit être prêt à opérer la *reconversion d'esprit* nécessaire. Tant que le géographe étudie des phénomènes à l'échelle macroscopique, il ne se heurte pas à de grands obstacles. Mais s'il lui faut, pour mieux comprendre ce qu'il étudie, se livrer à la recherche microphysique, il ne devra sans doute pas y transporter telles quelles ses habitudes mentales. Il n'est pas exclu que le même problème se pose quand on passe de l'échelle de temps géologique à l'échelle de temps humaine dans l'observation des phénomènes.

De cette discussion se dégage une idée fondamentale qui apparaissait aussi dans la critique de la notion de « cycle » : à tout moment l'évolution est le produit du rapport entre un système de forces

(24) Cf. R. BRUNET, [25].

(25) P. HAGGETT, [51], p. 105.

(26) Cf. LEOPOLD, WOLMAN et MILLER, [67], p. 303, à propos de la relation entre la longueur des méandres et leur amplitude.

(27) Cf. J. TRICART et A. HIRSCH ([96], p. 451).

et un système de résistances. Forces et résistances sont essentiellement mobiles et sont en rapports dialectiques. Leur conflit se traduit par des conséquences discontinues, parfois contradictoires. La tendance apparaît à bien des égards comme une vue de l'esprit, car on ne peut réellement la dégager qu'*a posteriori*...

3. Discontinuités et catastrophisme

La mise en évidence des discontinuités, et la généralité attribuée à une théorie des discontinuités, n'impliquent pas la vision d'une évolution par brusques saccades, c'est-à-dire la réintroduction en géographie d'une forme du catastrophisme. Tout au contraire, cette théorie amène à se demander s'il n'y a pas lieu de réduire l'ampleur que l'on attribue à bien des variations dans le temps géologique — et même à certaines évolutions historiques.

On avait accusé la théorie des mutations biologiques de restaurer le catastrophisme dans la science naturelle : ses tenants ont eu beau jeu de démontrer qu'au contraire cette explication rendait beaucoup mieux compte de nombreux phénomènes tout en rétablissant la continuité, les enchaînements. Or, en géographie, le catastrophisme sévit toujours, en réalité. Quelles que soient les objections soulevées par la notion de crise climatique de Passarge, on imagine trop souvent encore des successions vertigineuses d'amples changements climatiques pour expliquer les phases apparentes de la morphogénèse, de même qu'on a recours à des mouvements tectoniques brusques pour expliquer une foule de discontinuités.

A. Discontinuités et changements climatiques

a. L'une des implications les plus évidentes de la notion de discontinuité est qu'il suffit, dans certaines circonstances, d'une très faible variation quantitative pour que le comportement d'un complexe change de nature, pour que se produisent des effets différents, parfois opposés. Si l'on se trouve autour d'un seuil, de faibles oscillations de part et d'autre de celui-ci peuvent avoir des conséquences infiniment plus profondes que ne le laisserait penser la médiocre ampleur du mouvement; alors qu'au contraire, entre deux seuils, on peut avoir de fortes variations quantitatives sans que les effets changent de nature, et même parfois d'intensité.

On l'a vu, notamment, en ce qui concerne la fréquence des alternances gel-dégel ou l'apparition successive de méandres et de chenaux anastomosés dans certaines plaines alluviales. Plusieurs chercheurs ont déjà insisté sur cette discordance apparente entre l'amplitude quantitative d'un changement et l'ampleur de ses conséquences qualitatives. P. BIROT note qu'« il suffit d'un léger refroidissement pour amorcer la construction des calottes (30), d'un léger réchauffement également pour déclencher l'évolution inverse qui aboutira à leur destruction ». BROOKS (31) a montré qu'une faible oscillation climatique peut expliquer « la discontinuité qui marque la fin du Tertiaire » (32), si l'on franchit « le seuil critique qui a permis la formation de neiges et de glaces éternelles, ou tout au moins un enneigement de 8 à 9 mois ». P. BIROT et J. DRESCH (33) observent qu'ayant subi des variations climatiques atténuées par rapport aux montagnes plus septentrionales, la Sierra Blanca du Nouveau Mexique porte la trace d'effets morphologiques plus accusés : « Si les oscillations climatiques ont été comme atténuées, les conséquences de ces changements peuvent avoir été néanmoins plus efficaces qu'au Nord. Chacun sait qu'une variation de 50 mm de précipitations, une variation dans l'intensité, dans la répartition saisonnière, fait franchir par l'érosion des seuils d'agressivité ». P. BIROT note

(28) A. CAILLEUX et J. TRICART, [31]; J. TRICART, [101].

(29) J. TRICART, [101], p. 97.

(30) A partir de glaciers de piedmont coalescents. P. BIROT fait allusion aux phénomènes d'autocatalyse. Cf. [15], p. 158.

(31) C.E.P. BROOKS, *Climate through the ages*. Londres, 1950.

(32) P. BIROT, [15], p. 53.

(33) P. BIROT et J. DRESCH, [18], p. 550.