

CENTRE DE RECHERCHES ET DOCUMENTATION  
CARTOGRAPHIQUES ET GÉOGRAPHIQUES

# MÉMOIRES ET DOCUMENTS

ANNÉE 1967 - NOUVELLE SÉRIE  
VOLUME 7



## LES PHÉNOMÈNES DE DISCONTINUITÉ EN GÉOGRAPHIE

*Roger BRUNET*

ÉDITIONS DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



CENTRE DE RECHERCHES ET DOCUMENTATION  
CARTOGRAPHIQUES ET GÉOGRAPHIQUES

---

# MÉMOIRES ET DOCUMENTS

publiés sous la direction de Jean DRESCH

ANNÉE 1967 – NOUVELLE SÉRIE

VOLUME 7

LES PHÉNOMÈNES DE DISCONTINUITÉ  
EN GÉOGRAPHIE

par

*Roger BRUNET*

ÉDITIONS DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

15, quai Anatole-France — Paris VII<sup>e</sup>

1968



*Roger BRUNET*

---

LES PHÉNOMÈNES DE DISCONTINUITÉ  
EN GÉOGRAPHIE



« Le travail scientifique demande précisément que le chercheur se crée des difficultés. L'essentiel est de se créer des difficultés *réelles*, d'éliminer les fausses difficultés, les difficultés imaginaires ».

(G. BACHELARD, *Le matérialisme rationnel*, p. 214).

*Je tiens à remercier MM. les Professeurs : F. Taillefer, mon maître, qui a accepté l'inscription de ce sujet, en a encouragé l'étude et a contribué à son évolution; A. Meynier, qui en avait approuvé le projet et a bien voulu accepter d'en être le rapporteur; J. Tricart, pionnier en la matière, dont les substantielles remarques critiques nous ont permis d'améliorer le texte originel; J. Dresch, qui l'a généreusement accueilli dans les Mémoires et Documents du Centre de Recherches et Documentation cartographiques et géographiques.*



PLAYFAIR, cependant, dès 1795, avait insisté sur l'étroitesse de ce lien, comme le rappelle H. BAULIG : « La théorie et l'observation doivent s'assister mutuellement » (4). Si la portée de sa leçon n'a pas été plus grande, cela tient sans doute à ce que certains excès de l'école davisienne, ou de l'anthropogéographie et du déterminisme écologique, ont entraîné une telle méfiance pour la théorie qu'on a souvent fini par oublier cette liaison nécessaire, et parfois par tomber dans le travers qu'avait prévu PLAYFAIR : « L'impartialité de l'observateur... peut être compromise par l'esprit de système, mais c'est là un malheur dont l'absence de théorie ne préserve pas toujours complètement » (5).

Cela tient, sans doute aussi, à l'objet même des recherches du géographe : il lui est déjà donné, sensible, car il est à son échelle. Probablement, la pensée géographique ne connaîtra pas la crise qu'ont traversée les sciences de l'infiniment petit et de l'infiniment grand : car le progrès des techniques d'observation a permis à celles-ci de découvrir des phénomènes insoupçonnables à l'œil nu, inaccessibles au « bon sens ». Dans les sciences géographiques, par contre, on peut prétendre que l'essentiel est immédiatement accessible, et que seuls les enchaînements, les liens de causalité ou d'interdépendance restent à connaître.

Mais alors, précisément, *c'est du côté du raisonnement logique que doivent porter les principaux efforts*. On devrait voir s'y épanouir cette oscillation dialectique constante entre le rationnel et le réel dont G. BACHELARD montre qu'elle est le caractère du « nouvel esprit scientifique ». Les progrès du raisonnement doivent accompagner ceux de la mesure du réel : être nourris par eux, et les guider.

Or il est frappant, à ce sujet, de constater combien le raisonnement des géographes est resté fidèle aux enseignements de la logique communément définie comme aristotélicienne et cartésienne. Les acquisitions de la réflexion dialectique, bien connues des philosophes et qui ont permis à certaines sciences de résoudre leurs contradictions et d'accomplir des progrès décisifs, n'ont que peu influencé les géographes dont beaucoup, semble-t-il, recherchent encore des tendances linéaires, considèrent, implicitement ou explicitement, que les évolutions sont graduelles et continues, décortiquent les complexes pour imaginer quel peut être le rôle de chacun de leurs éléments pris isolément, tiennent insuffisamment compte de l'échelle des phénomènes et ne conçoivent pas qu'un mouvement donné puisse brusquement changer de sens, voire se transformer en son contraire, sans perturbation externe.

Il apparaît, à cet égard, que l'un des sujets les plus critiques, de ceux dont l'étude devrait être parmi les plus fécondes, est le problème de la continuité dans l'évolution spatiale et temporelle des phénomènes.

L'attitude la plus répandue consiste à nier les discontinuités, ou du moins leur possibilité théorique : « D'une manière générale, on a déclaré ne pas comprendre comment une évolution continue pouvait engendrer des formes discontinues » (H. BAULIG) (6).

C'est ce qu'expriment ces pétitions de principe aussi catégoriques qu'aventureuses :

« On ne voit pas ... comment des processus variant d'une manière continue pourraient engendrer un profil d'équilibre brisé » (H. BAULIG) (7).

« De pareilles solutions de continuité ne se conçoivent pas, en structure homogène et au cours d'un cycle normal, sans de graves perturbations d'origine externe » (H. BAULIG) (8).

« Leurs transformations dans le temps (il s'agit des formes banales engendrées dans une structure homogène par un cycle d'érosion) se font ... progressivement et sans créer de discontinuité » (P. BIROT) (9).

« (Es) ist zunächst einzuwenden, dass bei kontinuierlich zunehmender oder abnehmender Hebungs- und Erosions-intensität niemals Gefällsbrüche, also morphologische Diskontinuitäten, sondern nur kontinuierlich konvex oder konkav gekrümmte Hangprofile entstehen können » (MACHATSCHKE) (10).

*Natura non facit saltus...*

(4) H. BAULIG, [10], p. 10.

(5) *Ibid.*

(6) H. BAULIG, [8], p. 236.

(7) H. BAULIG, [10], p. 132.

(8) H. BAULIG, [10], p. 145.

(9) P. BIROT, [15], p. 8.

(10) F. MACHATSCHKE, *Geomorphologie*. Leipzig, Teubner, 1952.

## INTRODUCTION

De toute évidence, les sciences géographiques sont entrées dans une période de mutation. Les techniques de la géomorphologie, et plusieurs de ses concepts de base, ont profondément évolué depuis une vingtaine d'années. L'orientation et les méthodes de la géographie humaine ont subi une transformation peut-être plus décisive encore.

Durant ces années fécondes, et en raison de ce mouvement, on s'est parfois interrogé sur l'avenir des sciences géographiques, et notamment sur l'évolution des rapports entre les recherches dans le domaine naturel et les recherches dans le domaine humain (1). Le nombre de ces travaux est cependant petit : peut-être le géographe, homme du concret, répugne-t-il instinctivement à l'abstraction que suppose la réflexion épistémologique. Encore les questions, si profondes soient-elles, n'ont-elles guère mis en cause que la place de la géographie parmi les sciences de l'homme et de la terre, ou, plus rarement, la légitimité de certaines techniques de recherche. Il est exceptionnel que l'on se soit préoccupé des modalités du raisonnement lui-même — de la *logique* de ces sciences.

Les acquisitions récentes de la connaissance ont été assez aisément absorbées et assimilées, car elles n'ont guère fait que changer la place relative des facteurs d'explication : on a beau jeu, par exemple, de soutenir que DAVIS avait vu le rôle des variations climatiques dans la morphogénèse, mais qu'il ne lui avait pas donné une importance suffisante; d'un coup de pouce on établit un autre équilibre entre les facteurs d'explication; la nouveauté réside en cette substitution de rôles; rien d'étranger aux pensées anciennes n'a véritablement été introduit. D'un autre point de vue, la connaissance s'affine grâce à l'emploi de techniques généralement empruntées aux autres sciences, qui les avaient déjà éprouvées : la critique de ces techniques et de leur degré d'approximation avait été faite par d'autres, et parfois les géographes, qui les appliquent, oublient d'ailleurs la prudence de leurs premiers usagers (2).

On mesure beaucoup, dans les sciences géographiques. Les résultats statistiques s'accumulent. On a même parfois l'impression que la mesure devient un but en soi, comme d'ailleurs la cartographie. Mais, si l'affinement et l'affermissement de la connaissance par la mesure et par la cartographie systématiques sont indispensables pour fonder la science géographique, ils ne sont qu'une préparation au raisonnement et doivent d'ailleurs être orientés par lui. *La technique n'est pas la science* : pourtant, certains chercheurs, surtout dans la jeune génération, semblent agir comme s'ils faisaient cette confusion. Peut-on s'estimer quitte lorsqu'on a employé toutes les techniques connues et triompher lorsqu'on a pu en ajouter une, même si les conclusions n'ont fait aucun progrès qualitatif et si les formes de raisonnement demeurent figées ?

Dans bien des sciences, la crise des techniques a provoqué une mutation de la pensée; mais, en géographie, le lien dialectique (3) entre technique et pensée logique ne s'est pas souvent manifesté. S'il y a crise des techniques, il n'y a pas véritablement crise de la pensée.

---

(1) Cf. A. MEYNIER [73] (les numéros entre crochets renvoient à la Bibliographie).

(2) Cf. les avertissements de M<sup>me</sup> Van CAMPO dans son riche exposé présenté aux Journées Géographiques de février 1963 (Paris), à propos des analyses polliniques.

(3) Nous emploierons souvent ce mot : on sait qu'il recouvre de nombreuses acceptions. Nous le prenons dans le sens qu'il a, habituellement, en sciences : on évoque ainsi un complexe dont les différents constituants réagissent constamment l'un sur l'autre, se conditionnent réciproquement, et dont le rôle ne se conçoit qu'au sein du complexe. Ainsi, dans la phrase ci-dessus, il y a un lien d'action réciproque entre l'évolution des techniques de recherche et l'évolution de la pensée scientifique, l'un et l'autre s'aidant mutuellement, mais de façons fort variées, avec des bonds, des retards, voire des régressions, etc.

Les articles et surtout les traités de géomorphologie sont tissés de postulats de cet ordre. Observe-t-on d'indéniables discontinuités, on tente de les expliquer par l'intervention de facteurs extérieurs : le knick, par exemple, est pour certains géomorphologues le résultat du sapement de la base du versant par un flot latéral; imaginer qu'une telle rupture — même s'il s'agit d'une courte concavité et non d'un angle — puisse être réalisée par des processus d'érosion jouant dans le sens vertical, perpendiculairement à la ligne de knick, leur apparaît choquant. Observe-t-on qu'un alluvionnement suit une incision, on recherche la cause externe de cette succession : oscillation du niveau de base, soulèvement tectonique, à la rigueur changement net du climat; et l'on n'imagine pas qu'au cours d'une évolution *de même sens* alluvionnement et creusement puissent se succéder, comme ils se succèdent constamment dans le lit.

L'expression « on passe progressivement à » est l'une de celles qu'emploient couramment les géographes. Bien entendu, l'observation est souvent exacte. Mais, dans certains cas, l'esprit n'éprouve-t-il pas instinctivement les ruptures, à l'instar des étudiants qui émoussent les ruptures de pente sur les profils du terrain, et qui les considèrent comme des imperfections provisoires alors qu'elles révèlent, au contraire, des discontinuités majeures ? L'étude de ces ruptures irritantes sur les courbes peut être des plus fécondes, leur estompage peut être une lourde erreur. L'expression « à partir d'un certain point » témoigne justement de la conscience qu'on en peut avoir; il est heureusement significatif qu'elle se répande dans la littérature géographique — si du moins l'on ne s'illusionne pas.

Nous voudrions donc montrer que les discontinuités sont dans la nature des choses, et des processus d'évolution — et non seulement dans l'esprit du chercheur —; puis voir quel parti l'on peut tirer de ces observations sur le plan du raisonnement.

Il s'agit ainsi d'une *recherche méthodologique* et, au sens littéral, de la position d'une thèse. La géographie ne peut se nourrir uniquement de monographies : elle exige, parallèlement, un effort de réflexion théorique, d'interrogation sur les méthodes et les perspectives.

L'idée de cette enquête est d'ailleurs ancienne, puisque nos premiers travaux de recherche, en 1951 et en 1952, nous avaient permis de découvrir des discontinuités et d'apprécier l'étendue de leur rôle : c'est à cela que concluait notre première publication (11). Depuis, nous avons rassemblé quelques faits; mais le dossier est encore mince. On n'a donc pour ambition que de classer certaines notions, de définir des lignes de recherche, sans attendre que le fichier ait atteint l'obésité. Si nous parvenions à montrer que ce sujet mérite d'être étudié de près, d'être élargi, au prix d'efforts soutenus de spécialistes divers, le but serait atteint. Loin de prétendre épuiser la question, nous envisageons, en rassemblant des matériaux épars, d'esquisser une ébauche destinée à être immédiatement dépassée.

Le moment paraît propice à une telle démarche. Non seulement, en effet, on ne part pas du néant dans cette entreprise, mais encore on peut estimer que la notion est « dans l'air », comme le prouve l'éclosion récente de plusieurs travaux touchant plus ou moins directement à ce sujet. Toute une série de remarques de H. BAULIG lui-même, ou de P. BIROT, permettent d'exercer avec fruit la réflexion. Bien des appréciations critiques de A. MEYNIER portent loin et guident longtemps. Les considérations de A. CHOLLEY sur la notion de complexe sont au cœur du sujet. Un observateur aussi averti que A. ALLIX avait souligné l'intérêt de la notion de mutation (12). P. GEORGE s'appuie dans ses travaux sur la notion de seuil (13). L'apport de J. TRICART, du moins en géomorphologie et en langue française, est sans doute le plus riche et le plus systématique : divers articles entre 1956 et 1962 surtout, puis ses *Principes et méthodes de la Géomorphologie*, parus au moment où les grandes lignes de ce travail étaient tracées et où son texte était en partie rédigé : nous saluons ici la convergence et nous devons dire que la fécondité des idées exposées par J. TRICART dans ses précédentes publications nous a directement inspirés.

---

(11) R. BRUNET, [21].

(12) A. ALLIX, [1], p. 245.

(13) Notamment dans *Questions de géographie de la population* [40].

On peut pourtant se demander si une réflexion d'ensemble sur ce sujet n'est pas une gageure, dans la mesure où l'on admet que la géographie n'a pas de lois qui lui soient propres; la plupart, sinon la totalité, des « lois » ou plus exactement des corrélations dont font état les traités de géomorphologie ou de géographie humaine viennent de sciences connexes : hydraulique, mécanique des sols, économie politique, sociologie, etc. Cependant, ces relations peuvent s'appliquer au champ des études géographiques, et le géographe en a quotidiennement besoin; d'autre part, les phénomènes de localisation et d'organisation régionale de l'espace, qu'on peut estimer être le domaine propre du géographe, si cette expression a un sens, démontrent eux-mêmes l'intérêt d'une étude des discontinuités.

Il peut également paraître paradoxal de vouloir soulever ces questions pour l'ensemble des sciences géographiques : l'objet et les méthodes de la géographie « physique » — science naturelle — et de la géographie « humaine » — science sociale — n'ont que peu de points communs. Et même, apparemment, certains spécialistes de sciences humaines et de sciences naturelles ont du mal à imaginer que les processus dialectiques puissent être observés dans celle des branches de la connaissance qu'ils ne pratiquent pas — tandis que d'autres sont au contraire prêts à concéder que la pensée dialectique peut être fructueuse dans certaines sciences, sauf dans la leur. Ainsi voit-on G. GURVITCH (14) soutenir avec virulence, mais sans le moindre commencement d'argumentation, que les faits naturels n'ont pas, ne sauraient avoir eux-mêmes un comportement dialectique : dans les sciences de la nature, la dialectique, et encore une dialectique rudimentaire, ne serait qu'un mode de pensée partiellement utile, alors que dans les sciences de l'homme elle serait à la fois un mode de pensée fécond et, de toute évidence, l'expression d'un « mouvement réel » des faits sociologiques. Bien des microphysiciens ne seraient sans doute pas loin de penser le contraire.

Or le géographe, le seul spécialiste qui soit au carrefour des sciences naturelles et des sciences sociales — d'où l'inconfort bien connu de sa position — est à même de constater que les évolutions de la nature comme les évolutions de la société subissent des mouvements dialectiques, et que la recherche des relations dialectiques est aussi fructueuse dans l'un des compartiments de sa science que dans l'autre. On n'a pas à discuter ici de l'unité de la géographie, ni de la possibilité pour la géomorphologie de former une science autonome : observons seulement que, pour le moment, à la suite des circonstances de sa formation, le géographe peut apporter sa contribution à la découverte de processus dialectiques dans une partie des sciences humaines et dans une partie des sciences naturelles et montrer, par là même, *la réalité objective du mouvement dialectique des faits naturels comme des faits sociaux*. Il serait dommage qu'il ne profitât pas de cette possibilité, qu'il n'aura peut-être plus dans quelques lustres (15).

---

(14) Cf. *Dialectique et sociologie* [50], *passim*.

(15) Cet ouvrage est le texte remanié de la thèse complémentaire de Doctorat ès-lettres soutenue à la Faculté des Lettres et Sciences humaines de Toulouse, le 13 décembre 1965.

## Première partie

### LA NOTION DE DISCONTINUITÉ

*Si formel que soit parfois l'exercice, il faut commencer par classer pour mieux définir. Les discontinuités observables dans la nature ou dans la société sont de toutes sortes, et ne correspondent pas toutes au même type de processus, au même ordre d'idées. On doit donc s'efforcer de les trier, et de dégager en quelque sorte les fondements théoriques de la notion — en prenant suffisamment d'exemples pour ne pas perdre l'indispensable contact avec le concret. Nous ne prétendons évidemment pas décrire ici des catégories figées, mais proposer une mise en ordre, susceptible d'être rectifiée et suffisamment compréhensive pour couvrir tout le champ des discontinuités.*

#### I. — LES TYPES DE SEUILS

Les discontinuités au sein d'une évolution se marquent généralement par la présence de *seuils*.

L'existence de points — dans l'espace ou dans le temps — à partir desquels une évolution saute brusquement, en changeant de rythme, voire de sens ou de nature, a été mise en évidence dans de nombreuses sciences.

L'observation courante en fournissait déjà bien des exemples : le plus connu est sans doute le point de congélation de l'eau. De toutes parts, on enregistre des « valeurs critiques » ou l'on s'efforce de les déceler. Cela va de la vitesse critique nécessaire pour vaincre l'attraction terrestre (11,18 km/s) à la masse critique, ou masse minimale de combustible nucléaire nécessaire pour amorcer la réaction en chaîne (1). Les crochets exo- et endothermiques révélés par l'analyse thermique différentielle des argiles, les phénomènes de capillarité, mettent en évidence des seuils : une aiguille de fer flotte sur l'eau — en deçà d'une certaine dimension. Les sciences sociales ont fourni bien des exemples de transformations brusques, à partir de moments critiques. Une révolution peut être considérée comme un de ces bonds, longuement préparés, par quoi une organisation sociale prend soudain d'autres formes. La notion de seuil tend à devenir banale en économie politique : nous aurons à en montrer quelques applications. La théorie des mutations biologiques élaborée par DE VRIES, et dont l'essentiel paraît demeurer malgré les discussions ultérieures, est sans doute, avec la théorie des quanta en microphysique, l'exemple le plus éclatant de la valeur d'une telle notion.

Il n'y a pas lieu de collectionner ici les manifestations de la discontinuité dans les sciences : on a seulement voulu souligner la généralité du phénomène. Il serait inconcevable que les sciences géographiques lui échappent. De fait, elles en offrent des témoignages nombreux et non équivoques : il suffit de les y rechercher.

Ces faits, on doit le dire, correspondent à des manifestations objectives de la réalité. Les reconnaître n'implique par conséquent aucune prise de position philosophique. On en trouve mention aussi bien chez un DE BROGLIE, voire un HEISENBERG, que chez les tenants du « matérialisme dialectique ». Les

---

(1) Cf. P. CHAMBADAL, *Les centrales nucléaires*. Paris, Colin, 1957, p. 10.

expressions les plus virulentes que nous ayons lues à ce sujet se trouvent même chez le père de la cybernétique, N. WIENER, qui définit les « personnes scientifiquement illettrées » d'après « leur incapacité de comprendre ou même d'envisager des processus non linéaires » (2). Il donne l'exemple d'une bille d'acier rebondissant sur un morceau de verre : plus l'impulsion sera forte plus le rebond sera haut — jusqu'à ce que le verre se fêle, à partir de quoi la bille « ne sera plus réfléchi de manière quasi-élastique ». Et de conclure : « La différence entre les causes dans le verre intact et le verre fêlé ne sera toujours qu'une différence de degré (souligné par nous); mais la différence des effets sera celle qui existe entre une simple réflexion et un carreau cassé ». WIENER avait déjà aimablement noté que « la différence entre une dose thérapeutique de strychnine et une dose mortelle n'est, elle aussi, qu'une variation de degré » (3). Des géomorphologues d'horizons et de formations sensiblement différents ont sur ces sujets des attitudes convergentes : « Ces notions (de seuil et de fréquence) sont apparues simultanément dans les travaux de l'Américain A. N. STRAHLER et dans nos propres recherches » écrit J. TRICART (4), qui a pu de son côté utiliser des observations de chercheurs soviétiques; et H. BAULIG, qui appartient sans doute à une autre famille d'esprit, apercevait lui-même l'intérêt de la notion de seuil en géomorphologie, comme on le voit dans une conférence de 1949, reprise dans ses *Essais de géomorphologie* (p. 33).

Il nous a semblé fructueux d'envisager l'étude des seuils sous trois aspects successifs : (a) la façon dont se manifeste un seuil, sa manière d'être à l'égard du mouvement; (b) le mécanisme auquel correspond le franchissement d'un seuil; (c) les conséquences que le franchissement entraîne. A chacun de ces aspects correspondent des types, auxquels l'on s'est efforcé de trouver des qualificatifs simples.

## 1. Nature des seuils

### A. Seuils de manifestation et seuils d'extinction

a. On constate souvent qu'un phénomène ne peut se manifester que lorsque les facteurs du mouvement ont dépassé une valeur minimale, qui n'est pas nulle, ni infinitésimale. C'est ce que l'on admet implicitement lorsqu'on écrit : « à partir d'un certain point... ».

Tel est exactement le cas de la théorie des quanta en microphysique; on a pu mesurer la quantité minimale d'énergie au-dessous de laquelle le mouvement des corpuscules n'est pas discernable — ou, mieux, ne se produit pas : c'est  $h$ , ou constante de Planck, égale à  $6,55 \cdot 10^{-27}$  CGS; « le rayonnement s'effectue par quanta d'énergie, quantités finies, et non par quantités infiniment petites comme l'exige la théorie classique qui exclut toute discontinuité » (5). On sait également que la sensation n'apparaît qu'au-delà d'une certaine quantité d'excitant : l'expérience de la patte de grenouille, qui ne bouge que lorsque le courant électrique atteint une certaine intensité, est sans doute l'une des premières manifestations sensibles de la notion de seuil qu'un écolier puisse vérifier. On sait aussi qu'un message ne peut être transmis dans un câble que si l'intensité des impulsions électriques dépasse le « bruit de fond » provoqué par le mouvement même des électrons (6).

Ce type de seuil s'observe très fréquemment dans les sciences géographiques. Par exemple, il faut une quantité minimale d'eau dans le sol pour qu'apparaisse l'altération chimique (7) — et, par conséquent, comme le fait remarquer P. BIROT (8), une épaisseur minimale de sol préalablement altéré par la désagrégation mécanique : l'altération chimique ne commence pas à la première goutte d'eau. On a constaté qu'au-dessous d'un certain calibre de matériaux, qui semble se situer vers 0,01 mm (9), les

(2) N. WIENER, [105], p. 50-51.

(3) *Ibid.*

(4) J. TRICART, [95], p. 109.

(5) J.-L. DESTOUCHES, *La mécanique ondulatoire*. Paris, P.U.F., 5<sup>e</sup> éd. 1964, p. 27.

(6) Cf. N. WIENER, [105]; cette notion a été utilisée par A. CAILLEUX et J. TRICART dans leur éditorial de la *Revue de Géomorphologie dynamique*, [32].

(7) LEOPOLD, WOLMAN et MILLER, [67], p. 114.

(8) P. BIROT, [15], p. 13.

(9) LEOPOLD, WOLMAN et MILLER, [67], p. 114.

alternances gel-dégel deviennent inefficaces — peut-être en raison de phénomènes de capillarité. Les méandres ou les chenaux anastomosés n'apparaissent, le long d'une vallée, qu'à partir d'un certain point, variable selon la vélocité, la nature des berges, etc., et pouvant donc se mouvoir aussi bien dans l'espace que dans le temps, selon les variations du débit et de la charge (10).

En fait, tous les phénomènes d'érosion correspondent à des seuils de manifestation : pour qu'un glissement se produise, il faut, toutes choses égales d'ailleurs, ou une quantité minimale de précipitations, ou une pente minimale, etc. Pour qu'un ravineau apparaisse sur un versant, il faut aussi une certaine quantité de précipitations, et même, par conséquent, une certaine surface de versant au-dessus du ravineau : l'incision ne se produit donc d'abord qu'à une certaine distance du sommet du versant même si, par la suite, les rigoles se développent vers l'amont par érosion régressive; on peut ainsi déterminer un seuil dans le temps (par rapport au début de l'orage) et un seuil dans l'espace (par rapport au sommet du versant), de même qu'il y a une pente-seuil et une quantité de précipitations-seuil pour l'écoulement en nappe, qui suppose aussi une surface-seuil pour pouvoir se manifester, puisqu'il faut un débit liquide minimal.

Ces seuils peuvent être représentés sur des coordonnées cartésiennes par l'origine des courbes de la famille  $ax^n + b$ .

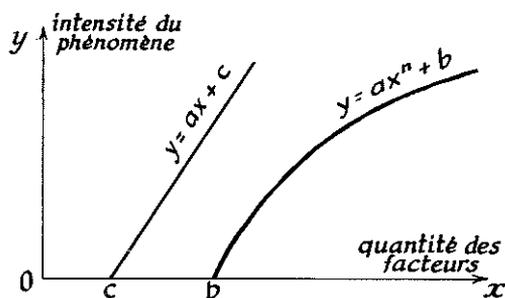


FIGURE 1  
Seuils de manifestation.

Il suffit de réfléchir quelques instants pour trouver en géographie humaine une foule d'exemples de cet ordre. Une ligne d'autobus ne demeure en activité que si elle est assurée d'un nombre minimal de clients; une tournée de ramassage laitier ne fonctionne qu'au-delà d'un certain volume quotidien d'apports par kilomètre parcouru; tels commerces ou services ne peuvent s'installer dans une agglomération qu'à partir d'une population minimale, variable selon la nature du commerce ou du service; et, par conséquent, une vie sociale organisée ne peut apparaître qu'au-delà d'une certaine densité critique ou d'une certaine masse critique de population : Y. LACOSTE (11) fixe à 1 000 logements le seuil à partir duquel un grand ensemble ne saurait se concevoir sans toute une série d'équipements collectifs. Mais, selon le sens du mouvement, on remarquera que certaines valeurs critiques peuvent être aussi des seuils d'extinction.

b. Les seuils d'extinction, en effet, correspondent au moment où une quantité devient si faible — relativement — que le phénomène envisagé cesse brusquement de fonctionner. Mais la quantité en question peut être fort loin de 0.

Tel est le cas, précisément, du seuil critique de densité de population, auquel les démographes font souvent allusion, encore que sa mesure soit des plus aléatoires : la plupart des observateurs semblent

(10) LEOPOLD, WOLMAN et MILLER, [67], p. 295. F. TAILLEFER avait déjà souligné que les méandres n'apparaissent que pour certaines valeurs de la vitesse et de la résistance des roches, ou du moins entre certaines limites ([92], cf. p. 209 sq.).

(11) Y. LACOSTE, [62], p. 40.

s'accorder pour admettre que, au-dessous d'une certaine densité, variable évidemment selon les types de production et d'organisation sociale, l'impression d'isolement et l'impossibilité d'assurer des services collectifs sont telles que les derniers habitants préfèrent désertier à leur tour. Certaines régions de montagne françaises semblent avoir atteint cette densité critique, qui est bien un seuil d'extinction.

De même y a-t-il des seuils dans les distances, au-delà desquels, par exemple, on n'observe plus de migrations alternantes vers la ville, ou au-delà desquels l'influence d'une métropole ne se fait plus sentir, ou encore au-delà desquels une usine doit renoncer à s'approvisionner, en raison des coûts de transport.

La biogéographie connaît de nombreux exemples de seuils d'extinction. Telles sont les limites d'aires végétales. C'est aussi le cas du point de flétrissement : lorsque la teneur d'un sol en eau s'abaisse au-dessous d'une valeur critique, la plante se flétrit et meurt. Une faible oscillation verticale de la nappe phréatique peut aboutir à ce résultat. Sur les cordons littoraux, une période de sécheresse et de forte évaporation peut faire remonter la nappe salée jusqu'à la hauteur des racines, provoquant ainsi la destruction de certains végétaux : il y a pour eux une profondeur critique de la nappe salée. Teneurs et profondeurs sont évidemment variables selon le végétal et selon la texture du sol.

c. L'arrêt du mouvement des matériaux sur un versant peut être rangé dans cette catégorie de seuils. Par exemple, une particule entraînée par le ruissellement ou par le glissement s'arrête lorsque la pente devient suffisamment faible : il y a pour elle une valeur-seuil de la pente, en deçà de laquelle elle n'est plus en mouvement. Par définition, ce seuil d'arrêt a une valeur différente du seuil de mise en mouvement : l'expérience classique du solide glissant sur un plan incliné rend familière aux écoliers l'idée selon laquelle le solide continue à se mouvoir sur une pente beaucoup plus faible que celle qu'il a fallu obtenir pour le mettre en mouvement, puisque l'accélération due à la gravité vient s'ajouter à l'énergie initiale. La pente du versant n'étant qu'un des facteurs du mouvement des particules, on trouve dans le même cas une valeur-seuil de la teneur en eau : non seulement les glissements sur les versants ne se déclenchent qu'au-delà d'une certaine quantité de précipitations, mais encore ils cessent de se manifester lorsque la teneur du sol en eau s'est abaissée, après l'orage par exemple, au-dessous d'une valeur normalement inférieure à celle qui fut nécessaire pour la mise en mouvement.

La dissymétrie entre les valeurs du seuil de manifestation et du seuil d'extinction d'un mouvement peut être extrêmement nette dans certains cas : HJULSTRÖM a montré qu'une énergie relativement très forte est nécessaire pour que les colloïdes en repos au sein d'un lit d'alluvions en soient détachés par la rivière, tandis que, une fois pris en charge, ils continueront à être transportés pour une vitesse extrêmement faible du courant (12). Le fonctionnement du « bouchon vaseux » dans les estuaires s'explique en partie aussi par cette dissymétrie d'action.

## B. *Seuils de divergence*

Il arrive qu'à partir d'un certain point, un mouvement change brusquement de vitesse, qu'il subisse une accélération ou une décélération, bien qu'il ne change pas de sens.

a. Par exemple, on a constaté que la quantité de matières solides transportées par un cours d'eau augmente d'abord lentement avec le débit, puis soudain nettement plus vite, jusqu'à une valeur limite. La courbe de la densité de la neige fraîche suit un rythme croissant quand la température s'élève, jusqu'à un seuil vers  $-12^{\circ}\text{C}$ , à partir duquel le rythme continue bien à croître, mais en suivant une autre fonction (13) (fig. 2).

Dans un tout autre domaine, BORCHERT (14) trouve qu'il existe une corrélation entre la densité des logements d'une ville et celle des carrefours, qui donne une image de la densité des rues, mais sa

(12) F. HJULSTRÖM, [53].

(13) L. LLIBOUTRY, [68], p. 213.

(14) J. R. BORCHERT, *The twin cities urbanized area*. Geographical Review, 1961, p. 47-70.

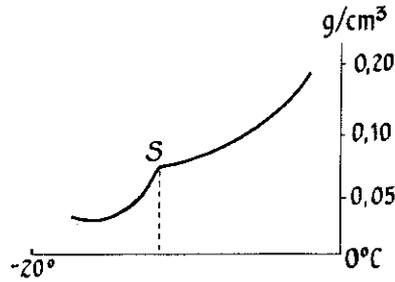


FIGURE 2  
Type de seuil de divergence  
(densité de la neige en fonction de la température).

courbe est du type de la fig. 6 : elle montre un seuil de divergence vers 90 carrefours par mille carré, la densité des logements croissant nettement plus vite au-delà qu'en deçà, sans doute en raison du rôle joué par les immeubles à multiples étages du centre de la ville.

On trouve de nombreuses divergences de cet ordre dans les courbes que dressent les économistes et les démographes. Par exemple, le taux de mortalité semble décroître quand le progrès économique et sanitaire se développe, mais avec des phases d'accélération : l'une qui correspond à la disparition des maladies infectieuses, l'autre, plus tardive, se dessinant au moment où l'équipement sanitaire et social a atteint une densité suffisante (15) (fig. 3). Il peut arriver, comme dans certains pays socialistes récemment, que ces seuils de divergence soient très rapprochés.

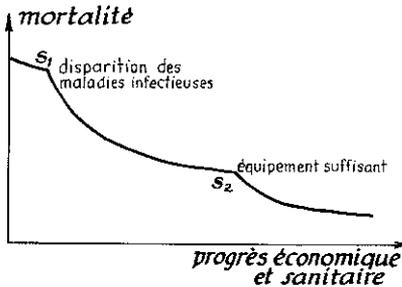


FIGURE 3  
Type de seuil de divergence.  
La baisse du taux de mortalité.

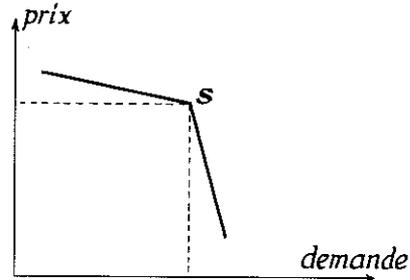


FIGURE 4  
Type de seuil de divergence.  
Prix et demande dans un marché oligopolistique  
(d'après R. BARRE, p. 546-547)

En général, la demande d'un produit est d'autant plus forte qu'il est offert à un prix moins élevé — si du moins la consommation de ce produit est suffisamment « élastique ». Mais, sur un marché « oligopolistique », c'est-à-dire organisé par un petit nombre de firmes, il existe, pour chaque fabricant, un prix-seuil : au-delà, les ventes s'effondreraient en raison de la concurrence; en deçà, les ventes ne progresseraient que peu parce que, rapidement, les firmes concurrentes parviendraient à abaisser aussi leurs prix pour résister à cette attaque. La courbe de la demande croît bien en raison inverse du prix, mais à des rythmes nettement différents de part et d'autre du seuil (fig. 4).

La courbe du coût total de la production dans une usine subit également une divergence. On part d'une valeur-seuil minimale pour la première unité produite, qui correspond au coût fixe total, représentant l'ensemble des frais incompressibles, indépendants du volume de la production; puis le coût

(15) P. GEORGE, [40], p. 65.

augmente, mais de moins en moins vite, puisque chaque unité supplémentaire exige d'abord un coût marginal de moins en moins élevé; jusqu'au moment où joue la loi des rendements décroissants, à partir de quoi chaque unité supplémentaire coûte de plus en plus cher à produire; la courbe connaît donc alors une accélération constante (16) (fig. 5).

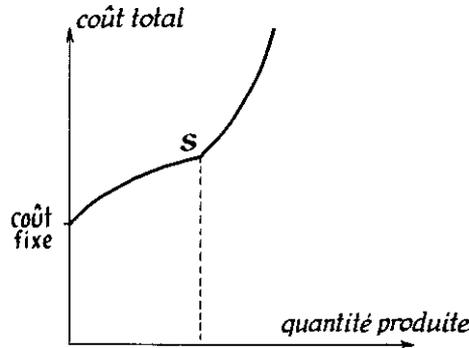


FIGURE 5  
Type de seuil de divergence  
Le coût total de production dans une usine.

D'une façon plus générale, il est fréquent qu'une évolution soit saccadée. On a souvent parlé du « décollage » de certaines économies — le « take-off » du jargon spécialisé — et cherché à préciser sa date, les conditions de son apparition. Il correspond au seuil qui sépare une évolution d'abord lente d'une évolution soudain plus rapide. Bien des historiens envisagent volontiers des changements de ce genre : la mise en culture de nos régions au Néolithique, la révolution industrielle du XIX<sup>e</sup> siècle, semblent s'être traduites dans la courbe d'accroissement de la population européenne par des seuils de divergence (fig. 6).

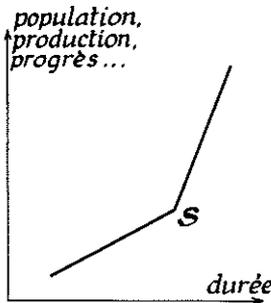


FIGURE 6  
Type de seuil de divergence.  
Décollage d'une économie ou mutation historique.

b. Certaines divergences viennent de l'interférence de plusieurs courbes : on pourrait nommer leur origine *seuil de croisement*. Par exemple, à partir d'un seuil de superficie, la culture mécanique est moins coûteuse que la culture manuelle. C'est le « seuil de rentabilité » de la machine. D'un certain point de vue, pour la mécanisation, il est donc un seuil de manifestation. Mais d'un autre point de vue, si l'on observe la résultante, qui est la courbe des coûts de la culture en fonction de la surface exploitée,

(16) R. BARRE, [6], t. I, p. 487.

on voit qu'à cet endroit elle change de trajectoire (fig. 7). De même, la courbe du coût du tracteur en fonction du nombre d'heures d'utilisation marque-t-elle une divergence, qui correspond au moment à partir duquel il est plus rentable d'employer un tracteur diesel qu'un tracteur à essence (fig. 8).

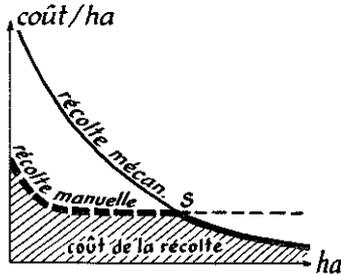


FIGURE 7  
Type de seuil de divergence  
par croisement. Le coût de la culture.

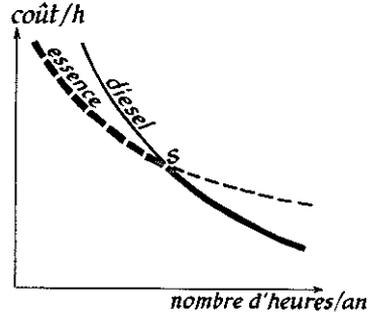


FIGURE 8  
Type de seuil de divergence  
par croisement. Le coût du tracteur.

### C. Seuils de renversement et seuils d'opposition

Certaines valeurs critiques sont, au contraire, comme des points de symétrie. La divergence est si accusée que le sens du mouvement change. De part et d'autre du seuil, ou bien l'évolution se fait en sens contraire — c'est ce que l'on appellera seuil de renversement —, ou bien les phénomènes s'opposent simplement — on parlera de seuil d'opposition.

Le premier cas est celui qu'illustrent un grand nombre de courbes en U ou en V sur les graphiques d'évolution (fig. 9). Soit une variable croissant dans un sens donné, représentée sur l'axe des abscisses; la grandeur qui lui est liée, figurée sur l'axe des ordonnées, croît d'abord pour décroître ensuite plus ou moins brusquement — ou inversement. Il ne s'agit pas nécessairement de courbes à inflexion continue comme on les figure souvent (fig. 9 A) : certaines peuvent avoir une pointe accusée; il peut même arriver que, de part et d'autre du seuil, les taux de croissance ou de décroissance varient de façon opposée (fig. 9 D).

LEOPOLD, WOLMAN et MILLER montrent, par exemple, que si, au-dessous d'une vitesse critique du courant (env. 75 cm/s), les transports de sables (en tonnes par jour et par cm de profondeur du courant) diminuent avec la profondeur, ils augmentent au-delà (17). L'intensité du ruissellement croît souvent avec la pluie jusqu'à une certaine valeur des précipitations au-delà duquel il décroît, les glissements l'emportant, etc.

Ces courbes, et donc ces seuils, se constatent souvent en économie politique. La « loi des rendements décroissants », connue depuis TURGOR au moins, en est un bon exemple : plus on met d'engrais dans un sol, toutes choses égales d'ailleurs, plus le rendement financier de la culture devient intéressant, jusqu'à une dose critique à partir de laquelle il décroît, parce que l'augmentation éventuelle du rendement biologique n'est plus aussi rapide que l'accroissement de la dépense. Partout où la « loi des rendements décroissants » s'applique, on a des seuils de renversement.

Un tel type de seuil peut donc correspondre à un optimum : de part et d'autre, les conditions deviennent de moins en moins intéressantes au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'optimum. Il en est ainsi de la vitalité des plantes en fonction de la température, des précipitations ou d'un indice d'aridité. Le coût des concentrations de population présente une évolution du même ordre : une très faible densité aussi bien qu'une très forte exigent des dépenses en services, par habitant, plus élevées que ne le demande une densité optimale, variable selon les types d'organisation économique et sociale :

(17) LEOPOLD, WOLMAN et MILLER, [67], p. 183.

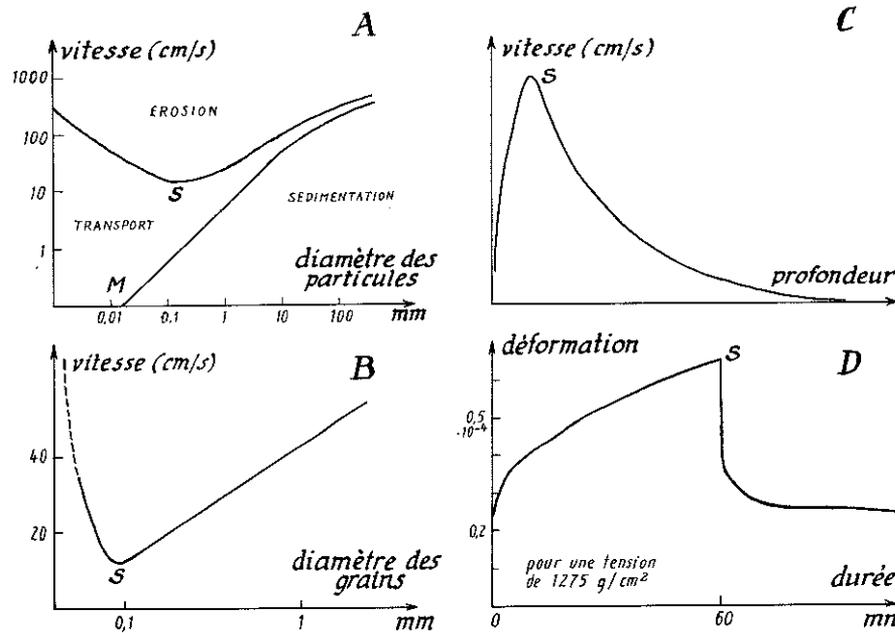


FIGURE 9

Types de seuils de renversement.

s : seuils de renversement; M : seuil de manifestation. — A. *Seuil d'inflexion* : courbe de Hjulström sur la charge solide des cours d'eau. — B et C. *Seuils angulaires* : courbe de Bagnold sur l'entraînement des grains de sable par le vent (B) et vitesse du creep en fonction de la profondeur du sol. — D. *Seuil angulaire accusé* : courbe de Jellinek-Brill sur la déformation de la glace (Exemples tirés de SCHEIDEGGER [86], pp. 45, 80, 135 et 290).

nous aurons à étudier de plus près ce principe. Pour une famille paysanne dans un système de culture donné, il y a également une dimension optimale de l'exploitation agricole : plus on s'en éloigne vers le bas, plus les conditions de vie deviennent difficiles; plus on s'en éloigne vers le haut, plus les conditions de travail deviennent difficiles; bien entendu, au-delà d'un autre seuil, à partir duquel l'embauche de main-d'œuvre salariée est rémunératrice, l'intérêt économique de l'exploitation croît à nouveau : il vaut mieux être un gros exploitant qu'un petit; l'optimum n'a de valeur que relative, à l'intérieur d'un ordre de grandeur plus ou moins restreint.

Dans d'autres cas, bien que la frontière avec les précédents ne soit pas toujours parfaitement sensible, il n'y a pas vraiment progression et régression de part et d'autre d'un seuil, mais seulement production de phénomènes opposés.

C'est ainsi que, dans une rivière, une faible diminution de la vitesse du courant provoque un dépôt homométrique, les particules d'une certaine taille se déposant seules, tandis qu'une diminution plus forte entraîne un dépôt hétérométrique, des particules de dimensions variées se déposant soudain.

Il semble aussi y avoir une quantité de précipitation en fonction du temps, pour une surface donnée, au-delà de laquelle l'érosion aréolaire l'emporte, alors qu'en deçà le ruissellement peut seulement inciser, et par conséquent l'érosion verticale l'emporte.

Les économistes savent que le pessimisme à l'égard des valeurs boursières peut succéder brusquement à l'optimisme, à partir d'un certain volume de transactions et d'informations.

#### D. Les seuils de saturation

A bien des égards, certaines limites peuvent être considérées comme des seuils.

Par exemple, il semble qu'au-delà d'une épaisseur critique du manteau de sol, la désagrégation mécanique ne joue plus : elle correspond précisément au contact du sol et de la roche saine; celui-ci

n'est pas brutal tant qu'on n'a pas atteint l'épaisseur critique, mais dans certains cas le passage est très rapide (18). Cette épaisseur est évidemment variable selon les roches et selon le climat.

Parallèlement, il paraît assuré que, pour un sol donné, existe une capacité limite d'infiltration des eaux; P. BIROT la juge égale au volume des « trous », des espaces entre les particules du sol; mais il est probable que les phénomènes de capillarité introduisent une nouvelle discontinuité et infirment ce postulat. Au-delà de cette limite, se déclenche le ruissellement, même pour des précipitations fines mais continues: ce seuil de saturation pour le sol est un seuil de manifestation pour le ruissellement. Certes, celui-ci peut, sous certaines conditions, apparaître bien avant que le sol soit saturé: mais c'est que la vitesse d'infiltration des eaux oppose une autre limite; le ruissellement se produit si le débit des précipitations excède celui de l'infiltration.

Une étude attentive de ces phénomènes doit donc tenir compte à la fois de la capacité totale d'absorption du sol, de la vitesse d'infiltration, de la quantité de précipitations par unité de surface et, non moins, par unité de temps: tous éléments d'un complexe dont le comportement est réglé à la fois par le jeu des seuils de saturation et par celui des fréquences (de précipitations) comme J. TRICART l'a souligné.

On a pu déceler (19) une limite dans la charge dissoute dans un cours d'eau: celle-ci devient indépendante de la tranche pluviométrique écoulée lorsque la limite — environ 50 à 60 t/km<sup>2</sup> an — est dépassée, alors que jusque-là la charge dissoute augmente avec la tranche pluviométrique. A Hawaï, la teneur d'un sol en illite et en montmorillonite augmente avec la pluviosité annuelle, jusqu'à un maximum situé vers 2 000 mm, à partir de quoi elle devient indépendante des précipitations (20). De même, par exemple, la courbe type du déficit d'écoulement n'augmente plus à partir d'un certain moment avec la quantité de pluie, lorsque la capacité limite d'absorption de vapeur d'eau par l'atmosphère a été atteinte.

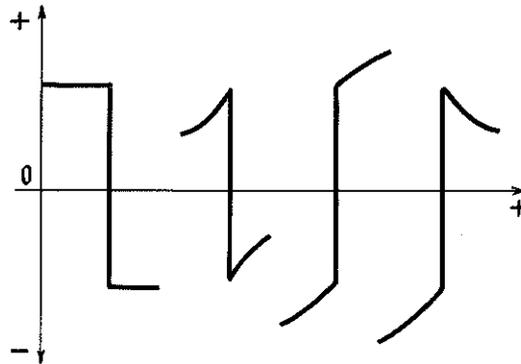


FIGURE 10  
Types de seuils d'opposition.

Il serait aisé de trouver des exemples de limites en géographie humaine. Sans même faire état d'évidences telles que la saturation d'un moyen de transport en voyageurs, d'une ligne de chemins de fer en trains ou d'une ligne téléphonique en appels, on peut évoquer par exemple la limite au-delà de laquelle le taux de natalité régional ne peut s'élever — probablement 50 ‰ — ou la limite en deçà de laquelle le taux de mortalité ne peut être réduit — sans doute 5 ‰ (21). Le rendement d'un champ connaît aussi une limite absolue: nul engrais ne pourra l'élever. L'étendue qu'une famille d'agriculteurs peut mettre en valeur est limitée, d'une façon qui varie évidemment selon le degré de mécanisation:

(18) Cf. R. SOUCHEZ, [86].

(19) LEOPOLD, WOLMAN et MILLER, [67], p. 74.

(20) *Ibid.*, p. 123.

(21) Cf. P. GEORGE, [40], p. 34, 52.

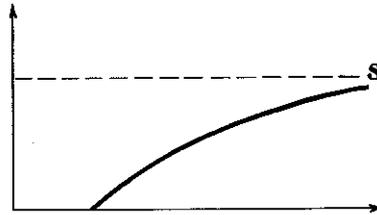


FIGURE 11  
Seuil de saturation.

à partir d'une certaine superficie, il y a saturation des possibilités de travail. Ou l'on se contente de cette dimension, ou l'on embauche un salarié : de quelque manière, c'est bien un seuil. A l'échelle collective, à supposer évidemment que les possibilités d'extension soient suffisamment vastes, comme en certaines régions tropicales, la dimension d'un finage atteint aussi une limite de saturation fixée par les moyens de travail et de déplacement, ou par les besoins alimentaires.

On voit donc que la saturation peut se traduire par deux conséquences différentes. Ou bien, une fois la valeur-limite atteinte, le phénomène n'évolue plus, conservant la forme qu'il a acquise à ce stade : davantage de pluies n'accroît pas la charge dissoute, ou la teneur en illite, etc.; davantage d'engrais n'augmente pas le rendement biologique; davantage de revenus ne fait pas absorber plus de pain, etc. Ou bien se produit, comme en chimie, une précipitation, c'est-à-dire une mutation qualitative : l'eau d'infiltration saturée en minéraux les abandonne brusquement au niveau de l'horizon B; le groupe social saturé d'insatisfactions explose. Nous proposerons de nommer les uns *seuils de plafonnement*, les autres *seuils de précipitation*.

\*  
\*\*

Dans tout ce qui précède, et notamment sur les graphiques, on remarque que certains seuils correspondent à des ruptures nettes, tandis que d'autres admettent une zone plus ou moins étroite d'indécision. Bien que la règle ne soit pas absolue, il est évident que les seconds s'observent surtout dans les phénomènes sociaux, les premiers dans les phénomènes naturels. Nous pouvons les distinguer en baptisant ceux-ci *seuils angulaires*, ceux-là *seuils d'inflexion*, d'après l'image qu'ils offrent sur les courbes.

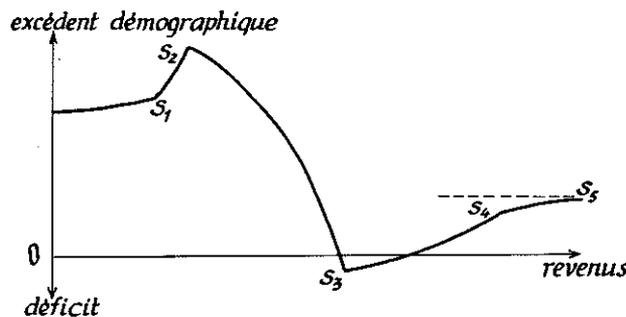


FIGURE 12  
Type de succession de seuils :  
l'évolution de l'excédent démographique naturel  
en fonction d'un accroissement des revenus et de l'état sanitaire.

Bien entendu, au cours d'une évolution, on peut voir se succéder plusieurs seuils de types différents. D'après les observations historiques aussi bien que géographiques, on peut estimer que la courbe de l'excédent démographique naturel en fonction de l'accroissement des revenus individuels et sociaux

est d'abord lentement croissante (disparition progressive des graves famines), puis rapidement croissante (amélioration du taux de natalité + disparition des maladies infectieuses), jusqu'à un point à partir duquel elle devient de plus en plus rapidement décroissante (réduction du taux de natalité à partir d'un certain niveau de revenus + élévation de la proportion de personnes âgées par abaissement de la mortalité); on peut même arriver à un déficit naturel; mais de hauts revenus provoquent souvent une nouvelle recrudescence du taux de natalité, tandis que le taux de mortalité, qui avait atteint un seuil de saturation correspondant à une certaine structure par âges, peut diminuer à nouveau avec le rajeunissement de cette structure; or cette évolution ne peut que se ralentir progressivement, parvenant à une limite de plafonnement, qui tient à ce que le taux de mortalité par âge ne peut plus diminuer, et que la fécondité s'établit à un taux très inférieur à celui d'une population à bas revenus. On voit quelle peut être la richesse d'une évolution et de ses renversements, pour une croissance des revenus *de type graduel*.

## 2. Les seuils et les mécanismes

Si l'on essaie maintenant de préciser à quel type de mécanisme correspond le passage d'un seuil, et non plus seulement quelle est la position d'un seuil par rapport au mouvement, il semble que l'on puisse distinguer trois principales catégories. Mais elles ne s'excluent pas, et une discontinuité dans l'évolution peut être parfois rapportée à deux de ces catégories.

### A. Les seuils de cisaillement

Les seuils de cisaillement (shearing) indiquent la victoire d'une énergie sur une résistance, c'est-à-dire généralement d'une action externe (stress) sur la cohésion interne d'un organisme, d'un matériau, etc. L'exemple le plus banal est donné par la rupture d'un câble sous l'effort de traction. On en trouve donc de fort nombreux en géomorphologie; par nature, ils prennent généralement la forme de seuils de manifestation.

La pente d'équilibre d'un éboulis est une de ces valeurs-seuils. Dépendant d'une énergie fixe — la gravité — et de la cohésion interne de l'éboulis, elle varie évidemment comme celle-ci : c'est-à-dire surtout en fonction de la dimension des matériaux, de leur forme, de leur degré d'hétérogénéité, de la teneur en eau de la masse. L'éboulis est d'autant plus cohérent qu'il est formé de matériaux plus grossiers, ou plus anguleux, ou plus perméables. Il semble que l'hétérogénéité granulométrique des matériaux soit plus favorable que l'homogénéité à leur cohésion; qu'un peu d'argile accroisse celle-ci — mais que beaucoup d'argile la diminue (22). Aussi, la valeur-seuil est-elle variable, parfois difficile à déterminer. On sait que celle des sables libres est de l'ordre de 34°, que celle des éboulis libres (openwork) se situe, en région semi-aride, entre 40° et 50° selon la nature des blocs (23).

Dans la même catégorie de seuils se trouvent des valeurs plus difficiles à connaître à l'avance, comme celle à partir de laquelle se déclenchent des loupes de solifluction, des coulées boueuses, des éboulements. La pente et la teneur en eau en sont les principaux paramètres : dans un sol donné, pour un certain taux d'humidification, le mouvement se manifeste au-delà d'une valeur critique de la pente; dans le même sol, réciproquement, pour une pente donnée, le phénomène se déclenche au-delà d'un taux d'humidification critique. On a donc un seuil clinographique pour un orage donné, un seuil hygrométrique pour un versant donné; dans le premier cas, on peut déceler par exemple, pour une petite région, les lieux où se déclencheront les glissements à partir d'une certaine quantité de pluie; dans le deuxième cas, pour un lieu donné, la quantité de pluie critique.

Une foule de phénomènes naturels ressortissent à des processus du même ordre (24). La mesure de la compétence d'une rivière, par exemple, correspond bien à un seuil de cisaillement : celui à partir

(22) Ce qui dénote un autre cas de seuil d'opposition.

(23) Cf. R. COQUE, [35], p. 237.

(24) En particulier dans le comportement des glaciers, où L. LEBOUTRY ([68], p. 44-55) souligne le rôle des contraintes et des cisaillements.

duquel la puissance du cours d'eau vainc la force d'inertie des galets d'une certaine dimension. Là encore, on peut rechercher, pour une vitesse donnée, quelle dimension des galets correspond au seuil au-delà duquel ils ne sont pas déplacés; ou, pour une dimension de galets donnée, quelle valeur de la vitesse du cours d'eau déclenche leur mise en mouvement.

Parce qu'ils représentent la victoire d'une force sur une résistance, de nombreux événements dans l'évolution des sociétés humaines peuvent être assimilés à des seuils de cisaillement, quoique l'expression puisse ici surprendre : c'est le cas des révolutions ou mutations historiques, aussi bien dans le domaine politique que dans le domaine économique et social.

### B. *Les seuils de changement d'état*

Les seuils de changement d'état correspondent à des phénomènes d'une autre nature. Ils marquent la limite à partir de laquelle un corps ou un phénomène se transforment en un autre corps ou un autre phénomène *qualitativement distincts*.

La température de liquéfaction en est le témoignage le plus connu. Mais on peut en trouver de nombreuses traces en géographie. On sait, par exemple, qu'une certaine variation dans l'épaisseur d'une lame d'eau sépare deux types d'écoulement très différents, l'écoulement laminaire et l'écoulement turbulent. Il existe également des valeurs critiques de la teneur en eau d'un sol, de part et d'autre desquelles le sol se comporte comme un corps « solide élastique », ou « plastique », ou « visqueux ». Les lois qui régissent le comportement de ce corps, sa déformation sous les contraintes, changent avec son état. Les mesures des techniciens en mécanique des sols montrent que ces mutations d'état apparaissent brusquement, de façon discontinue, pour certaines teneurs en eau. Il en serait de même pour le comportement de la glace, qui serait tantôt « plastique », tantôt « visqueux » selon son épaisseur, sa température, la pression à laquelle elle est soumise (25).

De tels seuils, qui ne peuvent évidemment se mesurer avec la même précision, se trouvent dans l'étude des sociétés humaines. On sait que, toutes choses égales d'ailleurs, c'est-à-dire dans une même région et pour un même système de culture, les conditions de vie des familles d'agriculteurs changent profondément. Bien des entreprises agricoles d'abord polyculturelles ont, en progressant, opté pour la monoculture — puis, progressant encore, sont souvent revenues à une certaine polyculture, mais tout autre que la première. Une petite ville et une grande ne sont pas seulement dissemblables par la taille : ce sont deux organismes sociaux de *nature* différente. G. GURVITCH a bâti toute une sociologie de ce qu'il nomme les « paliers en profondeur de la vie sociale » d'après le degré de cohésion des groupes humains et d'après leur dimension, insistant sur ce qu'il n'y a pas passage graduel d'un type à l'autre, mais discontinuités essentielles (26).

### C. *Les seuils de relais*

Enfin, certains phénomènes supposent un changement dans les processus eux-mêmes, un relais entre les agents du mouvement.

On sait, par exemple, qu'en-deçà d'une certaine quantité de précipitations — évaluée parfois à 450 mm par an (27) — l'érosion mécanique se substitue à l'érosion chimique comme agent dominant de l'évolution du relief; bien entendu, l'un n'exclut pas l'autre, et même souvent l'un implique l'autre; mais il y a relais d'un processus fondamental à un autre processus fondamental. Plus généralement, la diminution ou l'augmentation des températures ou des précipitations introduisent des discontinuités dans les phénomènes d'érosion. L'un des seuils les plus importants à cet égard est celui au-delà duquel les alternances gel-dégel deviennent un facteur notable de l'évolution du relief : bien des conditions

---

(25) Cf. LIBOUTRY, [68], t. I.

(26) G. GURVITCH, [49].

(27) J. CORBEL, [36].

en sont changées. De même, à partir du moment où un versant est couvert par un manteau végétal suffisamment continu et épais, le comportement de l'érosion change.

Un autre type de relais pourrait être représenté par le knick au pied de certains versants, l'érosion en nappe relayant la désagrégation mécanique et le ravinement (28). A bien des égards, la ligne d'inflexion des versants, entre la partie convexe et la partie concave, marque un relais entre la lente descente par « creeping » et le ruissellement concentré — c'est du moins ce que soutenait H. BAULIG, et les observations qui lui ont été opposées n'ont pas rendu totalement caduc ce point de vue; de toutes façons, quel que soit le facteur principal de la concavité basale, il y a bien des relais dans les processus dominants. Un hydrogramme de crue montre souvent (29) deux seuils de relais qui sont autant de seuils de divergence pour la courbe, et qui correspondent à l'entrée en action successive de l'écoulement direct, de l'écoulement subsuperficiel et de l'alimentation par les sources. Bien d'autres discontinuités sur les hydrogrammes dénotent des seuils de croisement, à partir desquels une nouvelle onde de crue succède à la précédente.

Dans sa croissance de l'atelier à la petite, moyenne puis grande firme, une entreprise franchit plusieurs seuils, notamment parce que les facteurs de son existence et de sa gestion varient; l'un relaie l'autre; à partir d'un certain point, la notion de profit remplace celle de subsistance; les problèmes de capital l'emportent sur les problèmes de main-d'œuvre; la comptabilité mécanographique, voire électronique, supprime le livre de comptes qui a lui-même rendu caduc le carnet de ménage, etc.

### 3. Conséquences du franchissement des seuils

Enfin, le passage d'un seuil, quels que soient la forme de celui-ci et les mécanismes qui sont en jeu, peut avoir des conséquences diverses, que l'on doit également s'efforcer de classer.

#### A. Les seuils d'oscillation

Dans certains cas, le franchissement d'un seuil se traduit seulement par l'apparition d'un nouveau phénomène ou d'un nouvel état, sans que les facteurs qui ont amené ce franchissement soient les moins du monde affectés; et un franchissement en sens contraire, toujours possible, fait retrouver l'état ancien. Ces valeurs-seuils peuvent être invariables, comme la température de congélation de l'eau, ou variables, si elles résultent d'un rapport complexe, comme celles à partir desquelles apparaît soudain, ou se dissipe rapidement, le brouillard — lesquelles dépendent notamment du degré hygrométrique, de la température et de l'abondance des noyaux de condensation.

Le passage de l'écoulement laminaire à l'écoulement turbulent appartient aussi à cette catégorie: autour d'une certaine épaisseur, variable selon la viscosité du fluide, on passe constamment d'un état à l'autre, les oscillations pouvant se répéter indéfiniment comme pour les alternances gel-dégel. En géographie humaine, on peut évoquer le rôle des distances critiques, au-delà desquelles le mode de locomotion, ou le type de banlieue, ou l'intérêt d'une localisation industrielle en fonction du fret changent brusquement de nature.

#### B. Les seuils d'irréversibilité

Au contraire, le franchissement de certains seuils produit des effets irréversibles, et ne peut donc s'effectuer deux fois dans les mêmes conditions.

(28) « Le knick est en rapport avec une discontinuité granulométrique. Il est net lorsque, sur le versant, sont mobilisés des éléments trop gros qui cessent d'être déplacés dès la diminution de pente basale et qui doivent alors subir une fragmentation importante pour être déplacés plus loin — par exemple pierraille et sable, avec désagrégation granulaire comme nouveau processus. C'est encore une question de compétence du processus de transport » (J. TRICART, lettre personnelle, mars 1966).

(29) M. ROCHFORT, [81], p. 45.

Dans certains cas, l'irréversibilité est absolue. Il en est ainsi, par exemple, lorsqu'une nappe phréatique a dépassé un taux de salinité à partir duquel les végétaux meurent; ou lorsque sa profondeur a dépassé la valeur qui la met hors d'atteinte des racines. Les crues, les tempêtes, au-delà de certains seuils, provoquent aussi des dégâts ou des modifications irréversibles. Les décollements, arrachements, cisaillements dans le sol ou dans la roche, qui se produisent de façon discontinue, appartiennent à la même catégorie: la pente, la teneur en eau peuvent reprendre des valeurs inférieures au seuil de cisaillement, mais la situation antérieure ne sera pas retrouvée. Certaines déprédations, liées à des formes brutales d'exploitation du sol, comme en certains pays coloniaux ou dans le « Dust Bowl » américain, semblent également avoir franchi le « point de non-retour », selon l'expression à la mode qui évoque bien un seuil d'irréversibilité.

Il est des circonstances plus subtiles. On pourrait admettre, par exemple, que des oscillations climatiques de sens opposé se traduisent par des oscillations parallèles du front d'un glacier. Mais un organisme aussi complexe ne réagit pas simplement: par exemple, si l'avancée du front est en grande partie commandée par la zone d'alimentation, ce qui suppose un certain retard de transmission, son recul peut suivre assez rapidement une modification des conditions qui règnent dans la zone d'ablation: en raison de cette dissymétrie on peut se demander si, pour de faibles oscillations autour d'un seuil, susceptibles d'entraîner la dégradation du front au cours des phases positives, la réavancée a toujours le temps de se produire au cours des phases négatives et s'il n'y a donc pas, dans certaines limites, un bilan finalement négatif.

Certaines circonstances, en tous cas, entraînent sûrement l'irréversibilité. Nous avons pu observer (30) que, la régression affectant aussi l'épaisseur du glacier, l'amincissement de celui-ci a parfois dépassé le seuil au-delà duquel la partie aval est tronçonnée par l'affleurement des verrous; alors, les masses coupées de toute alimentation nivale substantielle fondent rapidement sur place; elles ne peuvent se reconstituer directement en cas d'oscillation favorable du climat: leur logement ne pourra être réoccupé par la glace que depuis l'amont, ou grâce à un fort abaissement de la limite des neiges, supposant une oscillation climatique négative beaucoup plus puissante que la pulsation positive génératrice de la fusion. Certes, ces conditions sont un peu particulières (fig. 13), mais elles illustrent du moins la difficulté de certaines prévisions, et la nécessité de distinguer seuil d'oscillation et seuil d'irréversibilité, même relative ou partielle.

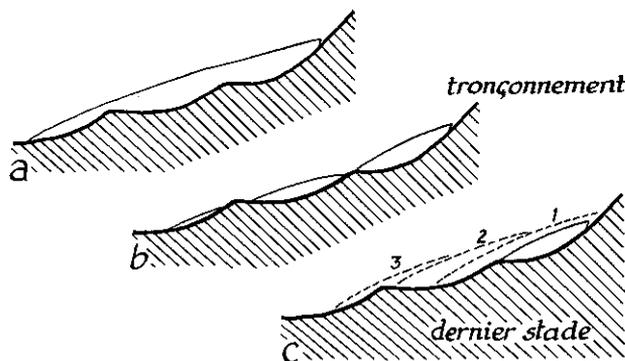


FIGURE 13  
Irréversibilité relative de la régression d'un glacier.

L. LLIBOUTRY a d'ailleurs longuement étudié un exemple particulièrement net, celui des calottes glaciaires, et conclut: « La formation d'un inlandsis s'effectue irréversiblement lorsque la glaciation a atteint une ampleur suffisante et de même la disparition se fait de façon rapide et irréversible lorsque sa taille a décréu en-dessous d'une certaine limite » (31).

(30) R. BRUNET, [23].

(31) L. LLIBOUTRY, [68], p. 918.

On pourrait en dire autant du seuil critique de densité minimale de la population, celui au-dessous duquel l'exode est systématique. Le dommage causé par le dépeuplement peut apparaître irréversible : au bout de peu de temps, il ne suffirait plus de provoquer quelques immigrations pour retrouver l'ancien niveau : il faudrait reconstituer le réseau de services, recoloniser la région, vaincre même de solides préjugés.

La suppression d'une ligne d'autobus, en raison du dépeuplement, a aussi des conséquences partiellement irréversibles; d'une part, elle accélère la dépopulation; d'autre part, il ne suffirait pas, pour la rétablir, que la densité de population s'élève jusqu'au seuil où elle a été supprimée : mais bien au-delà, de toute évidence, en raison même de l'évolution passée. Il y a là une dissymétrie comparable à celle que nous avons observée dans le mouvement des particules sur un versant : la mise en mouvement doit vaincre aussi l'inertie, et le mouvement se poursuit pour des impulsions bien plus faibles que celle qui l'a déclenché.

### C. Les seuils de compensation

Enfin, dans d'autres cas, le franchissement du seuil provoque la modification des facteurs d'évolution eux-mêmes.

C'est ainsi que, lorsqu'à la suite d'une fragmentation progressive de ses éléments, ou d'un accroissement de sa teneur en eau, ou d'un apport nouveau de matériaux, un éboulis franchit sa pente d'équilibre, un mouvement de compensation se déclenche, qui tend à faire retrouver à sa pente la valeur-seuil. Parfois, l'enlèvement de l'excès peut apparaître continu, encore qu'il soit l'œuvre d'une série de petits mouvements discontinus. Mais il y a souvent un élément de retard, la pente d'équilibre est légèrement dépassée, jusqu'à ce que le mouvement de compensation se déclenche et crée une pente qui peut alors être nettement inférieure à la pente d'équilibre : le réajustement se fait par discontinuités successives, qui *viennent avec retard et agissent avec excès*. La valeur-seuil a bien une existence réelle, mais elle admet une zone d'action plus ou moins large autour d'elle.

Des phénomènes du même genre s'observent dans le lit des rivières et leur jeu contribue à la définition du profil d'équilibre mobile. On peut évoquer aussi la compensation isostasique d'une accumulation de sédiments. H. BAULIG (32) remarque que, « si le phénomène est réel, on devrait plutôt prévoir de brusques affaissements séparés par de longues périodes de stabilité ». De fait, le retard de la compensation isostasique sur l'accumulation, et son mouvement saccadé, sont bien connus, suffisamment démontrés et expliqués par la géophysique (33). Voilà pourtant le type même de mouvement discontinu né d'un mouvement continu, dont H. BAULIG se refuse en maintes circonstances à admettre l'éventualité.

Dans la mesure où ces seuils de compensation impliquent généralement un retard de l'un des éléments d'évolution par rapport à l'autre, on peut aussi les observer en géographie humaine. Les exemples d'évolution par réajustements successifs y sont nombreux. R. PASSET (34) signale par exemple l'évolution de la production d'une usine d'après le comportement des carnets de commande : la modification de l'attitude d'un seul client, ou d'un petit nombre de clients, ne suffit pas à orienter la production; mais, au-delà d'une certaine quantité de modifications, l'industriel doit réajuster ses objectifs. Le bon sens dit : « une hirondelle ne fait pas le printemps »; mais il y a un nombre d'hirondelles à partir duquel il faut bien croire que le printemps est arrivé. Des exemples du même ordre se trouvent, en général, partout où une décision doit être prise à la suite d'une certaine *accumulation d'informations* : aussi bien dans le comportement de la Bourse que dans le choix d'un système de culture en économie d'échanges.

(32) H. BAULIG, [10], p. 119.

(33) Il en est de même pour les séismes, comme nous le fait remarquer J. TRICART : la rupture due à un cisaillement suit une mise en tension, et précède des mouvements lents de sens contraire compensant en partie les déformations brutales.

(34) R. PASSET, [76].

La rapidité relative avec laquelle se font ces réajustements est à elle seule un élément d'évolution, dans la mesure où ceux qui réagissent lentement, c'est-à-dire ceux dont le seuil de compensation est plus élevé — sont défavorisés, menacés par l'évolution. Ils risquent même de n'atteindre ce seuil de compensation que lorsque le mouvement a déjà oscillé en sens contraire : tels les petits porteurs d'actions qui vendent ou qui achètent toujours au mauvais moment; tel le paysan maladroît qui est constamment grugé sur le champ de foire; tel le cultivateur qui, faute de moyens, ou d'informations suffisantes, ou d'audace, choisit de développer une culture, à la suite des agriculteurs avisés : mais trop tard, au moment où, par suite d'une compensation excessive, cette production naguère déficitaire et donc rémunératrice est devenue excédentaire et se trouve délaissée par les agriculteurs aisés — qui ont, en quelque sorte, un seuil de compensation d'avance sur les autres.

\*  
\*\*

Ces classements, selon des critères différents, ne sauraient faire oublier l'extrême complexité de la notion de seuil, et les intrications que l'on peut observer entre des types que nous avons momentanément isolés. Une typologie des seuils ne serait d'ailleurs que scolastique si elle ne conduisait à mettre en évidence quelques grands principes communs, aussi bien que des différences fondamentales — si elle ne pouvait, en d'autres termes, être dépassée : la notion de discontinuité ne se limite pas à ce classement.

## II. — LA SIGNIFICATION DYNAMIQUE DES SEUILS

Les principes que l'on peut dégager de l'étude des seuils en géographie ne sont évidemment pas différents de ceux que l'on pourrait observer dans d'autres sciences et, plus généralement, des principes même de la logique dialectique. Encore est-il nécessaire, si l'on veut en tirer toutes les conséquences, de les exposer aussi clairement que possible.

Il semble qu'on puisse les rassembler en quatre rubriques, disposées ci-après. On doit admettre, du moins provisoirement, qu'il ne s'agit aucunement de lois absolues. Ces principes ne se vérifient que dans certaines conditions. Cependant, celles-ci sont suffisamment larges et nombreuses pour que la vérification s'opère dans de très nombreux cas. Le développement des recherches permettra de dire s'il s'agit de principes fondamentaux. Il suffit d'ailleurs, pour nos démonstrations ultérieures, d'avoir établi que les choses *peuvent* se passer ainsi.

### 1. La rupture est généralement le résultat d'une longue préparation

#### A. La plupart des seuils, sinon tous, sont des seuils d'aboutissement

Ils sont atteints après une période de lente évolution, où se préparent précisément les conditions de leur franchissement : c'est la continuité qui crée la discontinuité.

L'éboulement d'une partie d'un versant, par exemple, est le résultat du sapement progressif de la rivière et ne se produit que lorsque celle-ci a tellement redressé la pente que le seuil de cisaillement de la roche est atteint. Une cassure par faille se produit après une tension progressivement accentuée de l'écorce, comme une compensation isostasique répond à une accumulation progressive des sédiments. Les matériaux de certains éboulis se fragmentent peu à peu sur place, provoquant périodiquement de brèves descentes de matériaux, qui réajustent la pente d'équilibre. Un autre exemple éloquent est fourni par les fontaines intermittentes : elles ne coulent — brusquement — qu'après que l'eau ait rempli — progressivement — le siphon. De même, le lac qui se forme progressivement derrière une masse glaciaire crée les conditions de sa destruction : le réchauffement provoqué par la masse d'eau

se traduit finalement par l'ouverture brutale d'un passage dans la glace et par la vidange catastrophique du lac lorsque celui-ci a atteint un certain volume (1).

Dans bien des cas où cette phase de préparation ne paraît pas évidente, on peut cependant la déceler. Le gel de l'eau, par exemple, résulte d'une lente transformation de la structure et de l'arrangement des molécules. La fusion de la neige n'est pas continue, mais semble se produire soudain lorsque la quantité d'eau de fonte demeurée dans la neige, et qui a contribué à transformer sa structure, est sensiblement égale à la quantité de neige qui reste à fondre. L. LLIBOUTRY affirme que le système d'interactions dans lequel se place l'évolution d'un inlandsis comporte aussi une alternance de phases lentes de croissance, avec interactions cumulatives, et des phases brutales de décroissance provoquées par les rétroactions négatives : « La neige est continuellement stockée dans ce réservoir que constitue un inlandsis, mais périodiquement elle fond » (2).

Une découverte scientifique est bien le résultat d'une lente accumulation de connaissances; un concept n'apparaît qu'après la répétition d'un certain nombre de sensations identiques; une mutation psychologique, le déclenchement d'une révolution, supposent une « prise de conscience », selon l'expression consacrée : c'est le type même de seuil dont le franchissement implique une longue préparation.

#### B. *La discontinuité se manifeste souvent après l'intervention d'un catalyseur*

C'est la forte pluie imprégnant les particules du sol, et qui met en mouvement des masses en déséquilibre latent; c'est la crue qui provoque l'éboulement du pan de versant déjà sapé; c'est la faible onde de choc ou la secousse tellurique qui déclenche l'avalanche; c'est l'incident politique, inoffensif en d'autres circonstances, qui « met le feu aux poudres » et entraîne la révolution; c'est la ristourne sur les prix du matériel qui précipite la motorisation agricole.

Mais l'on aurait tort de prendre l'occasion pour la cause, et le catalyseur pour l'agent du mouvement. On aurait également tort de conclure que la présence du catalyseur est indispensable et que, par conséquent, la discontinuité ne peut donc apparaître dans la continuité que grâce à cette intervention extérieure. Les conditions de la rupture existaient déjà : le complexe considéré était en déséquilibre potentiel (3). Le catalyseur n'a guère pour effet que de hâter le mouvement, c'est-à-dire de transformer un seuil d'inflexion en seuil angulaire. Sans crue, le versant finirait tout de même par s'ébouler, et c'est souvent a posteriori que l'on découvre une cause mineure servant de catalyseur au déclenchement d'une mutation ou d'une révolution : une infinité de circonstances sont susceptibles d'« expliquer » le déclenchement d'une révolution, du moment que celle-ci était « mûre ».

#### C. *La discontinuité se produit souvent en un lieu de faiblesse*

Il s'agit ici d'une évidence qu'il n'y a pas lieu de développer : c'est la paille dans l'acier, le contact roche-manteau pour le glissement, le Trias plastique pour les plissements de gravité après décollement, etc. Mais il est non moins évident que cette observation a des conséquences cruciales dans la pratique, où la recherche de ces lieux de faiblesse est fondamentale.

#### D. *Une nouvelle période d'évolution lente succède à la rupture*

Il s'agit :

— soit d'une rectification de la catastrophe : le déblaiement d'une coulée boueuse ou d'un éboulement par l'érosion de la rivière et par les processus de versant, comme l'effacement des traces de l'avalanche, ou des excès de la mutation. La nature, ou la société, « panse ses plaies »;

---

(1) L. LLIBOUTRY, [68], p. 665.

(2) L. LLIBOUTRY, [68], p. 913.

(3) Expression employée par J. TRICART et J. AVENARD [2].

— soit de la préparation d'une nouvelle discontinuité, les facteurs d'évolution n'ayant pas changé. La fragmentation des matériaux se poursuit et prépare une nouvelle descente en masse, la rivière continue à ronger, etc.

En fait, ces deux actions peuvent être liées, celle-là n'étant souvent que la première phase de celle-ci : la discontinuité correspond donc souvent à un paroxysme (4).

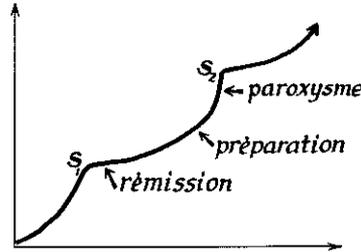


FIGURE 14

Représentation des discontinuités dans une évolution :  
phases de paroxysme, de relâchement et de préparation.

## 2. La rupture marque souvent un changement qualitatif

Les seuils de changement d'état montrent à l'évidence qu'une modification de quantité peut entraîner une mutation qualitative. Mais le phénomène est beaucoup plus général et n'appelle d'ailleurs pas de longs développements, tant la notion apparaît banale.

On sait que la couleur des objets, par exemple, dépend uniquement de la longueur d'onde des rayons lumineux qu'ils réfléchissent; et l'un des plus beaux exemples de mutation qualitative dans les sciences est résumé par la table de Mendéléiev : à des changements de poids atomiques et de valences correspondent des corps simples différents. On a coutume de considérer que le tout est autre chose que la somme des parties, comme une grande entreprise est qualitativement autre chose qu'une petite, comme une grande ville a peu de traits communs avec une bourgade. Même des sociologues classiques ont admis que « tout accroissement quantitatif d'une société entraîne des modifications qualitatives... Les formes des groupes dépendent étroitement du nombre des éléments » (5). M. MAUSS a expliqué que « les différences qualitatives qui séparent ces deux civilisations (la civilisation estivale et la civilisation hivernale des Eskimos) tiennent surtout à des différences quantitatives dans l'intensité très inégale de la vie sociale à ces deux moments de l'année » (6) : la sociologie s'est largement fondée sur ce type d'observation.

Nous avons déjà noté de nombreuses applications de ce principe en géographie. Le ruissellement concentré est tout autre chose que le ruissellement diffus, et pourtant seul un accroissement de la quantité de pluie les sépare. Il en est ainsi de l'opposition entre écoulement laminaire et écoulement turbulent, etc. Soumise à une certaine pression, l'argile devient schiste. Les lois auxquelles obéit le comportement des particules fines dans les rivières sont différentes de celles auxquelles se conforment les galets; un grand fleuve ne se comporte pas comme une petite rivière.

L'effet de masse est un élément important de ces oppositions. A partir d'un seuil, l'accroissement du nombre d'automobiles sur une route provoque un bouchon et l'écoulement de la circulation prend alors des caractères tout différents. De même, comme le soulignent LEOPOLD, WOLMAN et MILLER, des galets isolés sont mis en mouvement pour des valeurs de la compétence bien inférieures à celle qu'exige

(4) Déjà souligné par J. TRICART ([101], p. 112).

(5) G. SIMMEL, in *Année sociologique*, I, 1896, p. 97.

(6) M. MAUSS, in *Annales sociologiques*, A, I, 1934, p. 16.

une masse de galets de même calibre : un banc de galets est tout autre chose qu'une simple addition de galets — comme la foule est autre chose qu'une addition d'individus, ou même de groupes de groupes. Un massif végétal a d'autres exigences, une autre écologie que les arbres qui le composent, pris isolément.

On peut avoir toute une chaîne de transformations qualitatives successives, comme celles que l'on observe dans la nature des argiles produites par l'altération d'une roche, selon le degré de lessivage et le degré d'acidité (7) : dans certains cas les agents d'évolution croissent suffisamment pour que toute la chaîne soit parcourue; dans d'autres cas leur valeur est contenue dans certaines limites et l'évolution qui en résulte ne parvient pas au-delà d'un des maillons.

Même les évolutions historiques montrent des progressions de cet ordre. G. CASTER, par exemple, a montré (8) que, sans révolution culturelle apparente, une augmentation continue de la culture du pastel à la fin du xv<sup>e</sup> siècle a provoqué un véritable bond qualitatif : on est passé d'un système de culture admettant le pastel comme spéculation mineure à une civilisation du pastel. L'accroissement de récoltes de maïs dans les campagnes gersoises a, de nos jours, provoqué un changement de même nature, faisant d'une culture pour l'autoapprovisionnement une culture commerciale, ce qui entraîne toute une série de transformations. On retrouve cette sorte de bond dans le domaine de la motorisation, voire dans la plupart des progrès agricoles récents de la région toulousaine, comme nous avons essayé de le montrer ailleurs. D'imperceptibles modifications finissent, additionnées, par changer un système en un autre.

### 3. La rupture est le résultat d'une interaction

Une évolution met toujours en cause plusieurs facteurs, qui réagissent l'un sur l'autre. Lorsqu'une énergie vient à bout d'une résistance, cette victoire peut modifier le comportement de l'agent actif lui-même : une capture de rivière change les conditions hydrodynamiques dans la partie aval du cours d'eau capteur, et finalement en amont de la capture même, puisque tous les points d'un lit sont solidaires. La prise en charge de matériaux solides par un cours d'eau modifie brusquement la puissance de celui-ci et provoque de nouveaux dépôts. Il y a interaction constante entre le courant et la forme du lit : LEOPOLD, WOLMAN et MILLER ont montré que, dans des matériaux suffisamment fins (9), le lit demeure plat pour une faible vitesse; à partir d'un seuil, un accroissement de la vitesse entraîne la formation de petites dunes dissymétriques, à pente raide vers l'aval; jusqu'à ce que la diminution de profondeur résultant de leur croissance provoque localement une augmentation de vitesse qui permet au courant d'araser la dune; au-delà d'un nouveau seuil dans l'accroissement de vitesse, apparaissent de nouvelles dunes, de forme opposée, à pente raide vers l'amont, dont la longueur d'onde est identique à celle des vagues superficielles qui naissent dans le courant à cette vitesse et qui, comme elles, migrent vers l'amont (fig. 15). On a ici un excellent exemple de rapports dialectiques, comportant interactions, trois seuils successifs dans l'évolution, deux renversements de situation — deux trains de dunes succédant à deux phases à fond plat —, et une mutation qualitative avec seuil de relais — les premières dunes et les secondes ayant des formes différentes et correspondant à des processus distincts.

La croissance d'un banc de galets dans le lit réduit la profondeur de la tranche d'eau, jusqu'à un seuil à partir duquel l'accroissement consécutif de vitesse en ce point, et donc l'augmentation de la compétence, permet à la rivière de déplacer individuellement les galets : le courant empêche le banc de grossir, sans toutefois pouvoir le déplacer. Le profil d'équilibre d'une rivière, comme H. BAULIG l'a abondamment montré, est fait de ces retouches successives, dues à l'interaction constante entre la forme du lit, la largeur et la profondeur du courant, et la puissance de celui-ci.

(7) LEOPOLD, WOLMAN et MILLER, [67], p. 108.

(8) G. CASTER, *Le commerce du pastel et de l'épicerie à Toulouse, 1450-1561*. Toulouse, Privat, 1962, 411 p.

(9) LEOPOLD, WOLMAN et MILLER, [67], p. 223.

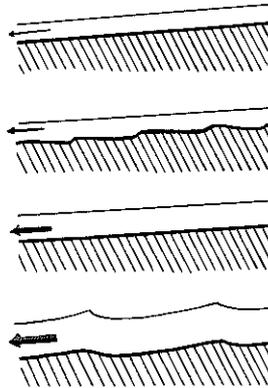


FIGURE 15  
Evolution des formes  
du lit d'une rivière à fond mobile,  
en fonction d'une vitesse croissante.

L'évolution des inlandsis paraît particulièrement riche en interactions (10). Dans une première série de phases, celles-ci sont cumulatives — c'est ce que A. CALLEUX nommait « l'autocatalyse inlandsisienne d'altitude ». En effet, au cours d'une variation favorable du climat, le gonflement de la masse glaciaire aboutit à ce que sa surface franchisse une altitude-seuil, celle qui sépare la zone d'ablation de la zone d'accumulation; la croissance de la calotte est alors précipitée; le climat en subit lui-même les conséquences : la masse glaciaire devient assez puissante pour refroidir localement le climat, « ce qui augmente le coefficient nivométrique et diminue l'ablation ». En même temps, la surface du niveau des mers s'abaisse et l'altitude absolue de la surface de la calotte augmente d'autant. Mais, à partir d'un nouveau seuil dans la croissance, une série d'interactions négatives finissent par bloquer cette croissance : les dimensions de l'inlandsis parviennent à un seuil de plafonnement parce que, d'une part, l'inlandsis s'avance à des latitudes trop basses et que, d'autre part, l'anticyclone stable créé par la masse glacée produit un courant catabatique froid qui se réchauffe adiabatiquement vers la périphérie où il joue le rôle d'un foehn, entretenant une ablation énergique sur les marges.

De même a-t-on souvent souligné l'interaction entre tectonique et érosion (11). L'érosion contemporaine de l'orogénèse peut même influencer la forme des plis. L'ablation et l'entassement corrélatif de sédiments déclenchent les mouvements de compensation isostasique.

Tout un chapitre de la géographie humaine est particulièrement riche en témoignages de ce principe : c'est celui qui traite de l'évolution démographique naturelle. La régression du taux de mortalité brut, par exemple, provoque un vieillissement de la population qui tend à élever le taux de mortalité lui-même, tandis qu'au contraire une diminution du taux de natalité tend à produire des effets cumulatifs et à s'accélérer par *autocatalyse*. Le jeu simultané de ces changements entraîne de nombreuses discontinuités, une évolution fertile en changements, comme on l'a déjà observé.

On voit alors que ces interactions se manifestent de plusieurs façons.

#### A. Certaines interactions sont contradictoires

Deux facteurs peuvent être en interaction négative, c'est-à-dire que l'action de l'une freine l'action de l'autre. Tel est le cas de l'altération chimique qui, en créant un manteau de sol plus ou moins épais, permet aux eaux de pluie de s'infiltrer et éponge donc une partie des eaux, favorisant plutôt la solifluction que le ruissellement. De l'autre, un ruissellement actif, par exemple sur une pente raide,

(10) D'après L. LLIBOUTRY, [68], p. 798.

(11) Notamment P. BIROT, [15] et J. TRICART, [101].

s'oppose à l'imprégnation lente de la roche et donc à son altération. Selon les cas, un facteur l'emporte sur l'autre et cette rivalité est à l'origine de nombreux seuils de relais : c'est le type même de l'opposition dialectique, dont ravinements et glissements nous fournissent un autre exemple. Tel est le cas général. Cependant, le contraire peut également s'observer.

#### B. *Certaines interactions sont cumulatives*

Il arrive, en effet, que deux agents en rapport dialectique s'épaulent mutuellement, l'action de l'un facilitant le travail de l'autre : ainsi, jusqu'à un certain point, de l'altération chimique et de la désagrégation mécanique. Il s'agit parfois de deux processus contradictoires, dont nous avons montré qu'ils peuvent être séparés par un seuil de relais. Mais, en même temps, la désagrégation mécanique facilite la pénétration de l'eau dans la roche, et donc la décomposition chimique, cependant que l'altération de certains cristaux peut faciliter à son tour la pénétration de l'eau — et donc du gel (12).

On voit par là que l'efficacité de l'altération totale ne suit pas une progression simple en fonction du climat. A un bout de l'échelle zonale, la décomposition chimique domine presque exclusivement (zone chaude et humide); à l'autre c'est la désagrégation mécanique (régions désertiques froides et chaudes); dans ces cas extrêmes en effet, le processus « concurrent » ne peut guère se manifester. Mais, entre les deux, les combinaisons sont extrêmement subtiles, les deux processus s'aidant, quoique chacun y ait moins d'agressivité que dans les cas extrêmes.

On a noté que l'abaissement du taux de natalité, agissant sur la répartition par âges, tend à produire des effets cumulatifs. Mais on remarquera que ces interactions positives parviennent assez vite à une limite, le mouvement ne pouvant s'accélérer indéfiniment : autoexcitation, ou autocatalyse, ou interaction cumulative, voire réaction en chaîne, selon que l'on préfère l'un ou l'autre terme, ne se manifestent elles-mêmes qu'entre des seuils.

#### C. *Certaines actions provoquent des rétroactions*

C'est le cas des exemples donnés plus haut à propos du comportement des cours d'eau ou des inlandsis : une action *fait naître une forme* (ou un processus) qui s'oppose partiellement à cette action.

Ces constatations sont à la base des recherches sur les phénomènes d'autorégulation, tels que ceux qui régissent le comportement du corps humain, et qu'étudie spécialement la cybernétique. C'est dire leur importance (13). Il est vrai que le phénomène est général : loin de se limiter aux faits naturels, il concerne aussi les faits sociaux. On en a un exemple dans le rapport entre la production et les prix : une augmentation de la production agricole dans un marché peu élastique entraîne un avilissement des prix qui décourage les cultivateurs de poursuivre cette spéculation et peut aboutir, en peu de temps, à la raréfaction du produit et donc à une amélioration des prix. Les réajustements sont rapides dans le cas de cultures annuelles, mais des dommages irréversibles peuvent se produire dans le cas de cultures arbustives. On trouverait de nombreux processus du même genre dans les rapports entre prix et consommation, entre salaires et demande d'emploi, etc.

#### D. *Les rétroactions se produisent avec un certain retard*

Ces exemples montrent que la rétroaction ne peut suivre immédiatement l'action. Il y a un certain retard, dont l'importance même influence l'évolution : on a vu, en étudiant les seuils de compensation,

---

(12) Il en serait de même du rapport entre fissuration et altération. J. TRICART reproche justement à A. RONDEAU (dans le compte rendu consacré à la thèse de celui-ci dans la *Revue de géomorphologie dynamique*) de les avoir traités comme s'ils étaient incompatibles.

(13) J. TRICART a beaucoup insisté sur ces rétroactions, notamment dans [101].

que la plus ou moins grande rapidité avec laquelle une entreprise réagit à une modification de la conjoncture est, pour elle, riche de conséquences.

Ce décalage s'explique, on l'a vu, par les phénomènes d'*inertie*. Il faut une certaine quantité d'action ou d'information pour que soit atteint le seuil à partir duquel se déclenche le mouvement; celui-ci peut se poursuivre pour une impulsion relativement faible. On se rapproche ici à la fois de la notion de *quantum d'action* et de la notion d'*hystérésis*, si fécondes en physique : nous sommes persuadés qu'elles ne le sont pas moins en géomorphologie et dans les sciences humaines. Elles rendent compte de nombreuses oscillations successives, par évolution purement interne.

#### E. La rétroaction est généralement inférieure à l'action

En raison de ce retard, les mouvements de compensation déclenchés par une action ne parviennent généralement pas à égaler celle-ci. C'est même cette dissymétrie qui crée l'évolution. On ne revient jamais à la situation antérieure. Pour certains, le mouvement pourrait donc être représenté sous la forme d'une spirale au lieu de l'être par un cercle fermé — un « cycle » : on verrait bien mieux une hélicoïde; encore faudrait-il imaginer que ses spires aient des rayons de courbure fort variables.

Ce sont ces conflits, ces conjonctions d'efforts, ces actions et ces rétroactions qui créent les discontinuités. Tour à tour l'un ou l'autre des agents l'emporte, tour à tour la cause devient l'effet et l'effet la cause : rien de surprenant à ce qu'au cours d'un mouvement de même direction générale, les formes ou les processus puissent apparaître parfois opposés.

#### 4. La rupture peut provoquer un renversement de conséquences

C'est ce que le langage populaire admet implicitement lorsqu'il déclare que « le mieux gâte le jeu » ou que « le mieux est l'ennemi du bien », etc. Nous avons déjà, définissant des seuils, trouvé des exemples de ce principe. S'il y a peu d'eau les mouvements de masse ne se produisent pas; s'il y en a beaucoup ils se déclenchent; avec plus encore tout peut être emporté par le ruissellement — du moins à des températures telles que l'altération chimique intervienne relativement peu. Si un climat est très froid, le gel fige le relief, l'érosion mécanique est faible; un peu moins froid, de nombreuses alternances gel-dégel se succèdent et la désagrégation est donc active; un peu moins froid encore, il y a peu d'alternances et la désagrégation s'affaiblit à nouveau.

Le granite s'altère sous climat tropical humide et donne un épais manteau de débris — jusqu'à ce que tout glisse et laisse la roche à nu. Un affaissement tectonique progressif fait d'abord naître un lac, puis entraîne son comblement. Sur une même verticale au piémont, l'érosion d'une montagne entraînera successivement le dépôt de sédiments fins, puis grossiers, puis fins (14). En pays semi-aride l'humidification progressive du climat entraîne d'abord l'incision de la roche, puis la planation latérale — et au-delà d'un nouveau seuil on verrait encore dominer le creusement vertical. Au cours de la progression d'une crue, le relief relatif du lit s'accroît d'abord, puis se réduit (15). Un peu d'argile accroît la cohésion d'un sol, mais beaucoup d'argile l'expose au ruissellement parce qu'un nouveau facteur, l'imperméabilité, a dépassé le seuil à partir duquel il entre en ligne de compte (16). En plaine, un peu de calcaire accidenté le relief, beaucoup de calcaire le calme, comme nous l'avons écrit dans la thèse principale en paraphrasant une formule qui illustre d'ailleurs une discontinuité de même type (17).

Nous avons pu consacrer toute une page de cette thèse principale (18) à énumérer le nombre élevé de retournements dialectiques par lesquels sont passés les cultivateurs du Toulousain au cours de la récente mutation des campagnes — et l'on pourrait trouver une foule d'autres exemples dans l'étude des prix, des revenus, etc.

(14) Cf. P. BIROT, [15], p. 107.

(15) LEOPOLD, WOLMAN et MILLER, [67], p. 231.

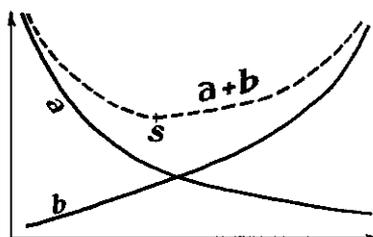


FIGURE 16  
Addition de deux courbes simples.

Enfin, on observera que l'addition de deux évolutions linéaires peut provoquer une évolution discontinue, comme le montre la fig. 16 : nous aurons à développer les implications de ce fait.

Si l'on insiste sur ces aspects, au point d'accumuler les exemples, c'est parce que ceux-ci nous paraissent établir :

1. Qu'au cours d'un mouvement *continu, de même sens*, peuvent apparaître non seulement des ruptures, mais encore *des conséquences contradictoires*.
2. Que la contradiction est donc bien dans les choses, et non dans l'esprit de l'observateur.
3. Qu'en raison de ces faits, beaucoup de phénomènes *ne se manifestent qu'entre deux limites*. Celles-ci sont, pour le phénomène en question, le seuil de manifestation et le seuil d'extinction; pour le mouvement en général, elles marquent des mutations qualitatives. En même temps et pour la même raison, *beaucoup d'observations et même de principes ne sont donc valables qu'entre certaines limites de part et d'autre desquelles le contraire peut être vrai* — ce qui n'est qu'une illustration de la relativité de la vérité.

## CONCLUSION

### La notion de discontinuité dynamique endogène

Les géographes ont depuis longtemps observé toutes sortes de discontinuités. Les surfaces de discordance, les ruptures de pente, le knick, la ligne de rivage en sont autant d'exemples. L'œkoumène, le paysage cultivé sont discontinus. Mais ce sont là des discontinuités matérielles, figées relativement. Elles conditionnent les processus mais ne sont que faiblement influencées par eux. Nous les nommerons *discontinuités statiques*.

Les unes, comme la ligne de rivage, la surface des océans ou de la terre, sont des données immédiatement sensibles, dont l'interprétation ne pose pas de problème particulier. Les surfaces de discontinuité entre les masses d'air ou les masses d'eau sont d'un autre type, sur lequel il y aura lieu de revenir. Enfin, certaines discontinuités statiques sont bien le produit d'une évolution, mais elles impliquent une interruption brusque des processus : c'est le cas des surfaces de discordance, et souvent des plans de stratification dans un sédiment hétérogène.

La réflexion à laquelle nous nous livrons ici porte sur un autre genre de discontinuités : celles qui apparaissent au cours d'une évolution continue. Nous les appellerons *discontinuités dynamiques*. Parmi celles-ci, il faut distinguer deux catégories.

(16) LEOPOLD, WOLMAN et MILLER, [67], p. 39.

(17) J. JAURÈS : « Un peu d'internationalisme éloigne de la patrie, beaucoup d'internationalisme y ramène ».

(18) *Les campagnes toulousaines*, [28], p. 665-667.

Certaines discontinuités proviennent d'une perturbation de l'évolution, mais provoquée de l'extérieur. Tel est le cas, par exemple, des confluent pour une rivière : ils transforment du dehors le débit et la charge, et introduisent des discontinuités dans le profil en long de la rivière principale. Nous qualifierons d'*exogènes* les discontinuités de cet ordre. En général, les mouvements tectoniques brusques, les changements de climat, sont sources de discontinuité dans l'évolution. Tous les géographes admettent des discontinuités de cet ordre.

Mais il en est d'autres, dont nous voudrions montrer, ou seulement rappeler l'existence, en raison de l'intérêt que présente la prise en compte de cette notion pour le raisonnement même. Ce sont les discontinuités qui apparaissent sans perturbation extérieure, au cours d'une évolution continue et de même sens : on les désignera sous le nom de *discontinuités dynamiques endogènes*.

Ce sont ces phénomènes dont beaucoup de géographes nient la possibilité, généralement au nom de la « logique », comme le rappellent les citations que nous avons énumérées dès l'introduction. Pourtant, çà et là, de nombreux chercheurs ont décelé des seuils, dont on vient de montrer qu'ils ne sont pas provoqués par des perturbations *externes*.

Ces discontinuités viennent du jeu complexe des différents agents de l'évolution, dans le temps et dans l'espace. Nous en avons déjà donné maint exemple en définissant la notion de seuil. Les principes étant posés à partir de ces données d'expérience, nous voudrions maintenant démontrer que les discontinuités endogènes peuvent apparaître simplement lorsque varient certaines grandeurs élémentaires qui servent de cadre à l'évolution et ne sont pas fondamentalement influencées par elle, et que l'on baptisera pour la cause des variables indépendantes (19). C'est, au fond, développer certains aspects de la relativité dans les sciences géographiques.

---

(19) Tout en sachant que dans certains cas elles font partie intégrante du complexe et sont donc en rapport dialectique avec le phénomène considéré, du moins à une certaine échelle.

## Deuxième partie

### LES DISCONTINUITÉS DANS LA CROISSANCE

Les sciences géographiques permettent de déceler un grand nombre de complexes dialectiques (1), à l'intérieur desquels les agents sont en interaction. Certains ont la forme de couples : tectonique-érosion, altération-transport (sur un versant), puissance-charge (dans une rivière), voire puissance-forme du lit, végétation-érosion, dépenses-revenus, progrès-réaction, travail-capital, etc. Mais les complexes sont souvent beaucoup plus riches ou, plus exactement, ces couples eux-mêmes recouvrent des mécanismes multiples. La puissance de la rivière, c'est à la fois la vitesse, la turbulence, la turbidité, la compétence, etc., tous éléments d'ailleurs liés et se conditionnant réciproquement.

Les combinaisons entre les éléments du complexe sont théoriquement si nombreuses qu'on ne saurait les imaginer toutes. Et toutes, sans doute, ne sont pas réalisées à la surface du globe. Mieux vaut, probablement, partir de l'expérience, c'est-à-dire de l'observation des faits, rechercher comment un complexe, et non ses éléments séparés, évolue lorsque change la dimension du phénomène — dans l'espace ou dans le temps.

Nous ne pouvons évidemment en donner que quelques exemples. On laisse de nombreuses questions en suspens : il aurait fallu, autrement, de fort longues enquêtes, dépassant le cadre de ce travail. On cherche à poser des questions, à ouvrir des voies, et non à composer une énumération exhaustive.

#### I. — LA CROISSANCE DANS LES PHÉNOMÈNES NATURELS

##### 1. La position

La première idée qui vient à l'esprit est de rechercher ce qui se passe quand varie une grandeur élémentaire aussi simple que la position en latitude ou en altitude — la longitude, par définition, ne pouvant avoir aucune influence sur le mouvement.

Bien entendu, ce n'est pas la valeur de l'altitude ou de la latitude par elles-mêmes qui nous préoccupent, mais la progression qu'elles impliquent dans le rôle de certains facteurs naturels : radiation solaire, températures, précipitations, etc. Il s'agit là de réflexions élémentaires ; elles peuvent

---

(1) Les expressions de binôme ou de polynôme parfois employées à ce sujet nous paraissent malheureuses, et nous estimons qu'elles ne doivent pas être conservées : un polynôme est « une somme algébrique de monômes séparés par des signes + et — » (Dictionnaire Robert). Ces expressions introduisent une fausse élégance d'allure mathématique, particulièrement trompeuse en ce domaine. Cette vaine projection d'une algèbre élémentaire masque la nature même du complexe : les termes d'un binôme n'ont pas des rapports dialectiques.

paraître superficielles; mais alors on ne comprend pas que, les jugeant évidentes, des chercheurs avisés nient encore qu'une évolution *graduelle* puisse se traduire par des discontinuités, voire des renversements dans les conséquences. Ces évidences se rattachent bien à l'ordre de phénomènes que nous étudions, et il a paru utile de résumer les observations fondamentales.

#### A. L'altitude

L'élévation en altitude, toutes choses égales d'ailleurs, c'est d'abord la diminution progressive de la température, qui apparaît comme *une variation continue*. Or l'existence de seuils altitudinaux est, pour certains complexes, d'une grande banalité.

a. Il y a d'abord un étagement biologique, avec des lignes de discontinuité entre les étages. Quels que soient les accidents locaux dus à des microclimats, des phénomènes d'abri, des changements de pentes, etc., on ne peut pas dire qu'on passe par transitions insensibles de la forêt à la pelouse alpine. La limite supérieure de la forêt est une ligne de discontinuité, à la rigueur une marge étroite, dont l'altitude varie évidemment selon l'exposition, la latitude, etc., mais que l'on arrive assez bien à préciser pour un massif donné et une exposition donnée. Ce seuil correspond à la fois à l'influence directe de l'altitude sur l'arbre — température trop basse pour assurer la croissance normale du végétal, etc. — et à son influence indirecte — faiblesse de la production de sol, nature même de ce sol, etc. Chaque plante, bien entendu, a son propre seuil d'extinction en altitude; mais la forêt est un organisme qualitativement différent des individus qui la composent, et cet être vivant a aussi sa limite.

Il en est de même pour les cultures : au-delà d'une certaine altitude, on ne peut plus procéder à certaines récoltes, soit que la plante ne vive pas, soit qu'elle ne mûrisse pas à temps, soit que le rendement passe sous le seuil en deçà duquel la culture n'est plus rentable. Et, en outre, la zone cultivée a une limite supérieure, fonction non seulement des conditions écologiques mais encore des conditions du travail humain (pente, éloignement des centres d'habitat et donc seuil dans la distance à parcourir, etc.). L'observation montre que la marge est étroite, ici aussi, et qu'on ne passe guère progressivement de la zone cultivée à celle des incultes. La limite varie selon les époques, c'est-à-dire selon les conditions socio-économiques : car celles-ci, et notamment la pression sociale, liée à la densité de la population et à l'organisation de la société rurale, éloignent ou rapprochent les seuils de rentabilité de la culture, de la distance à parcourir, etc.

La limite inférieure de la forêt résulte à la fois de l'action de l'homme et des conditions écologiques; en particulier, elle peut être influencée par la hauteur annuelle des précipitations, elle-même conditionnée par l'altitude. Nous sommes ici en présence d'un complexe particulièrement riche, dont le jeu ne s'en traduit pas moins par des discontinuités fondamentales.

b. L'étagement des processus d'érosion a également été mis en évidence. La « limite des neiges éternelles » n'a peut-être pas le caractère absolu qu'on a parfois voulu lui conférer (1), mais il existe toute une série de discontinuités. L'agent essentiel, mais non exclusif, paraît en être le nombre d'alternances gel-dégel : on passe de la zone englacée à la zone à cryoclastie active puis à la zone à ruissellement dominant, ce qui suppose un renversement dans l'intensité de la désagrégation mécanique. L'altitude des seuils de relais varie évidemment selon l'exposition et la latitude : à certaines latitudes, dans l'hémisphère N, les faces S sont plus exposées parce que le nombre d'alternances gel-dégel est supérieur à celui que subissent les faces N moins souvent dégelées; à de plus faibles latitudes la dissymétrie se renverse parce que le nombre d'alternances est supérieur sur les faces N, les faces S étant moins souvent gelées.

c. Des discontinuités semblent bien avoir été décelées aussi en fonction de la bathymétrie, où c'est la pression qui représente la variable indépendante : les températures minimales se situent, selon les océans, entre 3 000 m et 5 000 m et croissent à nouveau au-delà, à partir d'une certaine pression (2).

(1) Cf. G. GALIBERT, [39], p. 32, qui l'exécute d'ailleurs un peu rapidement, sans apporter de précisions.

(2) A. GUILCHER, [47], p. 29.

La structure de l'écorce terrestre semble également comporter des discontinuités, liées à la profondeur — ou à la distance au noyau, ce qui revient au même (3).

## B. La latitude

Le changement de latitude commande la variation graduelle de la quantité de calories reçue par unité de surface. Or cette progression régulière provoque des conséquences contradictoires et entraîne des sauts.

On observe de fort nombreuses lignes de discontinuité, parfois matérielles, dont l'étude est à la base de la géographie zonale. Cela tient notamment à ce que les changements de valeur dans la quantité de radiations reçue sont source de profondes modifications pour la pression, l'évaporation, et finalement les vents et les précipitations. Or ces modifications se manifestent de façon discontinue, les éléments du climat passant par divers seuils de renversement entre l'équateur et le pôle.

La rotation de la Terre, agissant sur les mouvements de l'atmosphère, contribue à renforcer les contrastes en organisant la circulation zonale; cela aboutit même à matérialiser certaines discontinuités (front polaire, front intertropical, etc.).

*Toute la géographie zonale, avec les discontinuités qu'elle implique, tient donc finalement à l'action de deux variations continues : l'incidence des rayons solaires et la rotation de la Terre.*

Les phénomènes sont compliqués par l'inclinaison de l'axe de la Terre, cause du balancement saisonnier : les lignes de discontinuité se déplacent sans cesse et leur mouvement même fait, de la zone qu'elles balaient, une zone climatique originale, créant ainsi d'autres discontinuités.

Celles-ci sont généralement des seuils d'inflexion, c'est-à-dire, dans l'espace, des marges. Mais on observe aussi des seuils angulaires, des passages brusques : dans l'atmosphère (les fronts) et plus encore parmi les conséquences au sol (végétation, systèmes d'érosion). Les seuils de renversement sont particulièrement nombreux, notamment dans l'évolution de la quantité des précipitations en fonction de la latitude, de l'amplitude thermique et même des températures absolues, qui ne décroissent pas uniformément de l'équateur au pôle. Comme pour l'altitude, on observe donc des limites végétales, qui sont suffisamment nettes pour être dessinées sur les cartes et que l'on met parfois en rapport avec des valeurs simples du climat (une isohyète annuelle, etc.) correspondant pour les plantes à des seuils d'extinction. Mais il y a aussi des limites et des seuils de relais dans la pédogénèse ou dans les systèmes d'érosion. Cela ne signifie évidemment pas que le ruissellement en nappe est inconnu dans le Massif central français, mais que sa place dans le complexe morphogénétique est tout autre.

Développer ce chapitre serait traiter toute la géographie zonale : nous avons seulement voulu montrer la généralité des phénomènes de discontinuité entraînés par des modifications continues d'une variable.

## 2. La pente des versants

La pente des versants est une autre de ces valeurs dont la progression graduelle fait naître des discontinuités. L'étude des versants est même, sans doute, le domaine où les géomorphologues constatent le plus volontiers des phénomènes de seuil (4).

A. Une première observation fondamentale est que, dans une région donnée, certains versants sont à l'abri de l'action de tel processus en raison de leur pente, tandis que d'autres sont exposés.

On en a déjà donné des exemples dans la Première partie. Ils nous ont rappelé que, selon la valeur

(3) A. SCHEIDEGGER, *Principles of Geodynamics*. Berlin, Springer, 1963, 362 p., et compte rendu par P. BIRROT, *Annales de Géographie*, 399, sept. 1964, p. 575.

(4) Cf. J. TRICART, [95].

de la pente, les processus — ou du moins la part de chaque processus — changent. Creep, ruissellement diffus ou concentré, glissements, éboulements se relaient, sous un même type de climat, selon la pente. D'autre part, certains de ces processus ne se manifestent pas, quelle que soit la valeur de la pente, en deçà d'un seuil de précipitations. Dans chaque région, on peut mesurer les valeurs-seuils à partir desquelles se déclenche telle ou telle action, pour des sols et pour des facteurs météorologiques donnés. Certains de ces processus sont, au moins partiellement, en interaction positive (désagrégation mécanique et altération chimique), d'autres en interaction négative, comme le ruissellement et le glissement (5).

On peut même voir apparaître des discontinuités dans l'hypothèse où toute l'évolution est lente, continue, sans précipitations violentes : il est bien connu que certains versants en roche cristalline sous climat tropical humide s'altèrent profondément jusqu'au moment où le manteau de débris est si épais qu'il glisse sur la roche saine; il existe une valeur de la pente au-delà de laquelle le manteau ne peut pas tenir. Bien entendu, ces pentes-seuils sont variables selon les roches sous un climat donné — et selon les climats pour une roche donnée, ce qui contribue à expliquer les irrégularités du profil des versants taillés dans des roches différentes.

B. Une deuxième conséquence est que, sa pente s'adoucissant, sous l'action d'un certain processus, ou plus exactement d'un certain complexe d'érosion, le versant parvient à une pente-seuil au-delà de laquelle ce complexe n'est plus actif, ou ne l'est qu'exceptionnellement. Il y a alors *relais dans les processus dominants*, ce qui peut entraîner un changement de forme. Mais, pour un type de climat donné, il n'y a pas une infinité de relais : on peut passer des éboulements dominants aux ravinements dominants puis au ruissellement diffus dominant, mais on n'aura pas forcément des glissements, etc. *Il y a donc pour un type de climat donné une pente-limite* au-dessous de laquelle le versant ne peut plus être abaissé sensiblement : un seuil de plafonnement. A partir de là, le versant recule parallèlement à lui-même en conservant cette pente-limite, ou bien continue à se dégrader mais par des processus extrêmement lents qui rendent l'évolution presque insensible.

J. TRICART écrit : « Le façonnement des versants par les divers processus mécaniques ne peut s'exercer, pour chaque processus, que lorsque le versant dépasse un certain seuil, une certaine pente-limite. Cette pente-limite varie suivant les zones morpho-climatiques et les roches. Lorsqu'elle n'est pas atteinte, le versant est stable vis-à-vis du processus considéré » (6). Cela ne signifie pas qu'il n'évolue plus du tout : il est seulement exposé à des processus moins actifs, jusqu'à un point à partir duquel il apparaît figé.

Un élément fondamental dans l'étude de l'évolution morphologique est donc la détermination des pentes particulièrement exposées sous tel type de climat, ou relativement immunisées à son égard. C'est là une idée sur laquelle J. TRICART a fortement insisté, et que nous croyons très féconde. Les supputations sur l'avenir lointain d'un versant donné, les discussions sur le point de savoir s'il doit s'abaisser progressivement ou reculer parallèlement à lui-même sont vaines tant que l'on ne précise pas la pente initiale et le système d'érosion envisagé.

Un changement de climat peut donc avoir des conséquences très diverses selon que les pentes sont au-dessus ou au-dessous du seuil à partir duquel les processus dominant sous ce nouveau climat sont véritablement agressifs : une grande partie des versants façonnés sous climat froid et soumis de nos jours au système d'érosion de la zone tempérée sont relativement immunisés; au contraire, des versants façonnés sous climat semi-aride seraient très exposés si le climat devenait humide.

C. Il paraît d'autre part évident qu'un versant est, à tout moment, exposé à tel ou tel processus vis-à-vis duquel sa pente n'a pas dépassé le seuil d'extinction, *quelle que soit l'action de la rivière*.

Il est alors difficile de comprendre qu'on ait pu écrire que, si un nouveau « cycle » se déclenche et amène la rivière à creuser, « la pente supérieure du versant ne se modifie plus » (7). Si ce nouveau

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

(6) J. TRICART, [95], p. 115.

(7) P. BIROT, [15], p. 15.

cycle est amorcé uniquement par un mouvement tectonique sans changement de climat (ce qui est l'hypothèse considérée par P. BIROT), on ne voit pas en quoi la pente supérieure du versant s'arrêterait soudain d'évoluer. Au contraire, le fait que la rivière creuse tendrait plutôt à raidir la pente inférieure du versant et, par conséquent, à accentuer l'évolution de la partie supérieure en faisant intervenir des processus (éboulements, glissements, etc.) à l'égard desquelles elle était relativement immunisée. S'il s'agit d'un remblaiement, de toute évidence la pente supérieure n'est pas directement affectée par l'action de la rivière et continue à évoluer en fonction des processus d'altération; à la longue, les difficultés qu'éprouve la rivière à évacuer les débris réagissent sur la pente, progressivement encombrée. D'une manière comme de l'autre, l'altération du versant se poursuit, la pente « évolue »: il semble que, dans certains développements, on ait tendance à oublier que le façonnement d'un versant est le résultat d'une interaction entre le creusement fluvial et les processus d'altération, et non seulement du creusement fluvial.

D. Enfin, on observe des discontinuités le long du versant lui-même. On a remarqué, par exemple, que la partie supérieure de nombreux versants est immunisée vis-à-vis du ravinement. C'est ce que les géomorphologues américains nomment la zone de « no-erosion », expression d'ailleurs regrettable puisque l'altération chimique et le creep au moins y interviennent. En effet, comme on l'a déjà noté, le ravinement ne peut se manifester qu'au-delà d'un certain débit liquide et, par conséquent, d'une certaine hauteur de versant. Dans certains types de roches et de climat, on observe non seulement un relais dans les processus, mais encore une véritable *discontinuité dans le profil*, qui présente une rupture et non une inflexion (fig. 17). Ce hiatus a notamment été mis en évidence par HORTON dans les cendres du Paricutin (8) où, sans doute, la perméabilité et la faible dureté de la roche rendent la forme plus caractéristique.

On ne peut manquer de rapprocher cette discontinuité de la ligne qui sépare la partie convexe et la partie concave d'un versant. L'origine de celle-ci est toujours discutée mais, même dans l'hypothèse de H. BAULIG où l'une et l'autre sont façonnées par des processus différents, on est contraint de rendre compte d'une discontinuité par une progression continue (9).

L'interprétation de la convexité ne pose pas de problème majeur bien que l'on se soit parfois livré à de curieuses contorsions à base mathématique pour en rendre compte (10). Que, pour expliquer la concavité, on fasse appel au ruissellement, à la dissymétrie évidente entre le seuil d'entraînement et le seuil de repos des particules, ou à tout autre mécanisme, il faut bien admettre qu'à un certain endroit de la pente, sans intervention extérieure, la courbe se renverse alors que les apports solides et les apports liquides sont continus. Il est parfaitement compréhensible que, selon les roches et selon la pente initiale, la ligne d'inflexion soit plus ou moins haute, puisque sa position dépend de la production de débris, de leur perméabilité, de leur mobilité, etc. Nous ne voyons dans ces explications internes aucune difficulté logique, mais au contraire une confirmation de l'intérêt qu'offre la notion de discontinuité dynamique endogène, alors que les explications qui reposent sur la vitesse d'abord croissante puis décroissante des mouvements tectoniques (11) paraissent singulièrement artificielles — et n'ont guère été confirmées par les faits.

(8) LEOPOLD, WOLMAN et MILLER, [67], p. 358.

(9) H. BAULIG objectait à P. BIROT, qui estimait que la discontinuité résultait de l'interaction entre l'imperméabilité croissante et la mobilité croissante du sol vers le bas: « on ne voit pas comment les facteurs en jeu, variant tous graduellement et dans le même sens, produiraient des effets opposés dans la partie haute et dans la partie basse du profil » ([10], p. 143).

Mais sa propre interprétation implique que le ruissellement n'est actif qu'à partir d'un certain point, ce qui est d'ailleurs conforme à l'observation, *alors que l'accroissement du débit liquide vers le bas est continu*. Tout ne peut être ramené au jaillissement de sources comme H. BAULIG lui-même l'a senti, et d'ailleurs, en roche homogène, la localisation de celles-ci devrait être expliquée en fonction de mécanismes internes.

On ne voit pas ce qui empêcherait d'admettre que le ruissellement ne se manifeste, non seulement qu'au-delà d'un certain débit liquide, mais encore qu'au-delà d'une certaine valeur de l'imperméabilité du sol: celle-ci croît peut-être progressivement vers le bas comme l'écrit P. BIROT, mais elle atteint en un certain endroit une valeur telle que le ruissellement naît.

(10) Cf. P. BIROT, [14] ou R. SOUCHEZ, [87].

(11) Cf. W. PENCK, partiellement repris par P. BIROT, [15], p. 20-22.

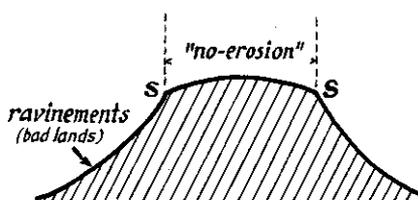


FIGURE 17  
Discontinuités du profil des versants et zone de « no-erosion ».

### 3. La distance par rapport à la source

Lorsqu'on s'éloigne de la source, en supposant les conditions lithologiques homogènes, plusieurs facteurs de la morphogénèse varient : le débit liquide, la pente du talweg, la hauteur relative, la surface et la pente des versants, etc. On admet généralement que ces valeurs changent graduellement (12).

A. Les confluent introduisent des discontinuités, dont tous les observateurs ont souligné l'importance. La brusque modification de débit et de charge provoquée par la confluence influe sur la pente du lit, qui s'accuse ou se réduit soudain selon que l'affluent est plus ou moins chargé que la rivière principale.

Ce seul fait, on l'a souvent souligné (13), interdit de donner une expression mathématique de la courbe réelle du profil en long. On a quelquefois tenté d'assimiler la confluence à un accroissement de la longueur du tronç principal, et d'imaginer qu'en aval tout se passe comme si la rivière avait parcouru une distance égale à la somme des deux branches. Apparemment admissible pour le débit liquide, l'opération ne l'est pas pour la charge solide : il a été facile d'objecter que les galets n'ont pas parcouru cette distance, et que leur degré d'usure, de triage, etc., est lié au trajet réellement effectué (14).

La remarque est fondée, mais insuffisante. En fait, l'idée même de la transposition est absurde. Du moment où l'on admet que les précipitations et la charge fournie par les versants varient d'amont en aval, en même temps que la surface et la pente des versants — pour ne pas parler d'autres facteurs comme l'altitude absolue — le débit et la charge en aval du confluent de deux cours d'eau de 100 km ne peuvent en aucune façon être égaux au débit et à la charge d'une rivière comparable mesurés à 200 km de sa source : les apports liquides et solides *des versants* au cours des 100 premiers kilomètres ne sont pas égaux, de toute évidence, à ceux des 100 km suivants; deux tronçons supérieurs ajoutés n'équivalent pas à la somme d'un tronçon supérieur et d'un tronçon moyen ou inférieur.

B. Voilà donc une première difficulté de certains schémas linéaires. Encore s'agit-il là de discontinuités bien connues, et introduites en quelque sorte de l'extérieur. D'autres peuvent venir de l'évolution interne du cours d'eau. Il n'est pas évident que les facteurs du complexe morphogénétique qu'est la vallée fluviale évoluent, vers l'aval, aussi graduellement qu'on veut bien le supposer.

Le débit liquide est lui-même une fonction complexe. Il dépend, d'un côté, de la hauteur des précipitations. Celle-ci est, pour une région donnée, liée à l'altitude et à l'éloignement par rapport à la mer. Or les précipitations ne varient pas avec l'altitude de façon simple; et même si par extraordinaire elles étaient rigoureusement proportionnelles à l'altitude, le minimum de précipitations ne serait pas à l'embouchure *mais quelque part en amont*, en raison de la recrudescence de la pluviométrie provoquée par la proximité relative de la mer; si ce renversement n'est pas une loi, il représente néanmoins un cas fréquent : la carte pluviométrique de la France le montre assez, par exemple pour les bassins

(12) Cf. H. BAULIG et P. BIROT dans leurs grands ouvrages.

(13) H. BAULIG à plusieurs reprises, A. ALLEX in *Propos d'un géographe*, [1], p. 150, etc.

(14) P. BIROT, [15], p. 12.

de la Seine, de la Loire ou de la Garonne. Une liaison simple des précipitations avec l'altitude, et par conséquent avec la distance à la source, ne peut se concevoir qu'entre certaines limites, pour des cours d'eau d'une certaine dimension — point trop grande — dans un bassin ni trop près de la mer ni d'altitude trop élevée... On ne construit pas une démonstration générale sur un cas aussi particulier.

Le débit liquide dépend aussi de l'évaporation; celle-ci ne varie pas davantage de façon simple d'amont en aval d'une rivière, puisqu'elle est une fonction complexe de l'altitude, de la continentalité, de la couverture végétale, etc. On doit encore tenir compte de la vitesse d'infiltration des eaux de pluie dans le sol et de la capacité de rétention de celui-ci : par conséquent de sa texture et de son épaisseur, donc de la pente des versants.

Il est aisé d'alléguer que la complexité de tous ces facteurs se résout en des actions simples (15) : mais c'est un postulat, qui n'est pas toujours confirmé par l'observation. Les potamologues savent bien qu'en raison de toutes ces variations et de toutes ces interactions, le comportement hydrodynamique d'un cours d'eau en un point de son cours n'est pas le même qu'à un point éloigné en amont ou en aval, et qu'il peut même être de type essentiellement différent. Coefficient d'écoulement, déficit d'écoulement, débit spécifique, régime peuvent varier dans de larges proportions. Certaines de ces valeurs se groupent en familles, en types, séparés par des discontinuités; on ne saurait comparer le travail de la partie montagnarde d'une rivière à celui de sa partie inférieure, en plaine : ces parties se comportent souvent comme des organismes de type différent. Même un cours d'eau qui ne recevrait aucun affluent serait fait de tronçons où les conditions hydrodynamiques sont dissemblables. Mais, certes, on passe de l'un à l'autre, probablement, par des seuils d'inflexion et non par des seuils angulaires; et les tronçons sont largement interdépendants. Il reste que l'on a toujours intérêt à préciser de quel secteur de la vallée on parle, comme les hydrologues précisent toujours le lieu de leur jaugeage.

La charge solide des cours d'eau varie pareillement, et les différences d'amont en aval sont sans doute plus sensibles encore. En effet, la fourniture des matières fines par les versants dépend au moins de la nature et de l'intensité des précipitations, de la végétation, de la pente des versants et même de la largeur de la vallée : à partir d'une certaine valeur de celle-ci, les apports de versants ne parviennent pas en totalité à la rivière. On manque cruellement de mesures sur l'ablation des versants, et à plus forte raison sur les quantités de matières qui parviennent à la rivière. Si l'on a fait des mesures de charge dissoute ou en suspension dans certaines rivières, on ne dispose guère de résultats échelonnés sur toute la longueur d'un cours d'eau, sauf pour quelques très grands organismes. Déclarer que la charge est proportionnelle à la surface des versants (16) est, dans ces conditions, pour le moins aventureux et semble peu compatible avec ce que l'on sait des facteurs qui conditionnent la charge : c'est en particulier oublier la pente des versants.

Or, sauf exceptions, ni la pente des versants ni même leur surface ne varient linéairement d'amont en aval. Dans la plupart des cas, la hauteur relative des versants s'élève d'abord vers l'aval puis s'abaisse. Nul besoin pour cela de supposer un gauchissement convexe (17) : la théorie davisienne suffirait à rendre compte du fait, puisque, de toute évidence, le profil en long d'un cours d'eau qui s'encaisse dans une pénéplaine basculée ne peut avoir la même courbure que la pénéplaine (fig. 18). La courbe du lit est nécessairement moins tendue que le profil en long des interfluves. Et, de surcroît, elle est loin d'être aussi régulière que le montre la fig. 18, ne serait-ce qu'en raison des confluences.

On a, d'autre part, observé que la charge de fond ne se modifie pas de façon continue d'amont en aval. Par exemple, en certains points, le spectre pétrographique change brusquement : certaines catégories de galets disparaissent très vite. Il suffit, en effet, d'un faible élargissement du lit pour que le changement de vélocité qui en résulte dépasse le seuil à partir duquel le transport de certaines catégories de matériaux n'est plus possible. Les cas d'« abandon fractionné » des matériaux sont fréquents (18).

(15) Idée chère à P. BIROR (cf. [15]).

(16) P. BIROR ([5], p. 10) : « dans la réalité ... la charge solide fournie par les versants et le débit liquide sont proportionnels à la surface des versants ».

(17) P. BIROR, [15], p. 11.

(18) J. TRICART, [101], p. 42. L'indice d'éroussé ne grandit pas progressivement vers l'aval. A partir d'un certain point il lui arrive parfois de s'abaisser, comme le note J. TRICART (*Ibid.*, p. 329). C'est qu'il est partiellement fonction de la dimension même des galets, dont l'amenuisement ne varie pas simplement.

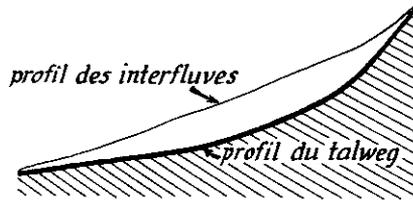


FIGURE 18

Variation de la hauteur des versants d'amont en aval  
après une nouvelle phase de creusement vertical

LEOPOLD, WOLMAN et MILLER ont insisté à juste titre sur l'importance fondamentale de la *largeur* et de la *profondeur* du lit dans l'évolution du complexe morphogénétique. Il paraît gratuit d'imaginer que celles-ci varient graduellement vers l'aval. Le feraient-elles, enfin, qu'il n'y a aucune raison logique pour affirmer que l'interaction de toutes ces variations produira un résultat progressif.

C. Et, de fait, on a souvent observé que différentes parties d'une vallée paraissent évoluer de façons diverses, et se raccorder parfois de manière relativement brusque sans que l'on puisse rapporter ces discontinuités à des confluences ou à la lithologie. Pour les expliquer en restant fidèle aux schémas davisien, on fait alors intervenir des modifications *d'origine externe* : H. BAULIG ne peut imaginer qu'on observe une rupture de pente dans le profil en long sans qu'il y ait intervention d'un nouveau cycle déclenché à l'aval (19). On a donc pris l'habitude de rapporter ces discontinuités matérielles à des épisodes cycliques. Tous les accidents du profil en long, notamment, seraient ainsi la trace de discontinuités exogènes : outre les confluent, on aurait des ruptures de pente provoquées par un mouvement tectonique, eustatique, voire climatique.

Nul n'ignore que ces interprétations ont soulevé maintes difficultés, et que les discussions ont fréquemment laissé les antagonistes sur leurs positions respectives : à un certain niveau, les faits ne suffisent plus pour conclure, et admettent plusieurs interprétations théoriques. Le caractère artificiel du raccordement des ruptures de pente « cycliques » d'une vallée à l'autre, même à propos d'un travail aussi minutieux que celui de H. BAULIG sur le Plateau central de la France, a souvent été souligné. Des chercheurs ont été conduits logiquement à défendre des positions difficiles : cycliques, les ruptures de pente devaient nécessairement se retrouver dans toutes les vallées d'une région tant soit peu étendue — on sait à quels errements a parfois conduit le désir de raccorder à tout prix. Il a même fallu soutenir qu'un tronçon de vallée perché, non encore atteint par les cycles nouveaux, continuait à évoluer en fonction du niveau de base disparu (20) : mais il faut alors négliger totalement l'effet du changement d'altitude absolue et relative, non moins que le principe de l'interdépendance des points d'un talweg — pourtant un des rares principes bien assurés. Il est vrai que H. BAULIG a été à peu près seul à soutenir cette position extrême, mais elle était dans la logique du schéma davisien.

On est donc conduit à se demander si certaines argumentations n'ont pas négligé quelques observations essentielles.

a. Précisément, on a souvent remarqué la fréquence avec laquelle une petite partie des vallées, tout à l'amont, est comme perchée au-dessus du secteur aval. DAVIS lui-même avait dû en donner une explication qui faisait brèche dans son système, en admettant que les eaux n'avaient pas encore, à cet endroit, assez de puissance pour creuser suffisamment. H. BAULIG n'a jamais admis une telle discontinuité *endogène* et s'est ici affirmé plus davisien que DAVIS. Si cette rupture de pente marquait la fin provisoire d'une vague d'érosion régressive, un emboîtement cyclique, il fallait pourtant admettre que toutes ces vagues seraient curieusement et simultanément parvenues, avec un bel ensemble, à quelques kilomètres de l'extrémité de toutes les vallées, dans des situations pourtant fort différentes. Or, *on ne voit aucune difficulté de principe* à supposer que le complexe débit-apports de versants passe par un

(19) H. BAULIG, [8], p. 286.

seuil à partir duquel le rythme de creusement change : de même que le ruissellement ne se manifeste qu'au bas d'une surface minimale de versant, on peut admettre que la rivière ne creuse activement qu'au-delà d'une certaine surface d'impluvium. L'empâtement du tronçon amont par les dépôts de solifluction, souvent observé (21), n'est pas en soi une explication différente : il implique qu'à partir d'un certain point la rivière ne soit plus étouffée, sans qu'intervienne aucune cause externe. Il n'est pas interdit de penser que cette discontinuité dans le profil des vallées fluviales est de même nature que certaines de celles qu'on trouve dans les vallées glaciaires : le bout d'auge (Trogschluss) pourrait bien être une discontinuité endogène de ce type.

b. On observe bien d'autres discontinuités. LEOPOLD, WOLMAN et MILLER ont noté qu'une plaine alluviale, avec l'élargissement de la vallée et l'entassement d'alluvions qu'elle suppose, n'apparaît qu'à une certaine distance de l'origine, assez brusquement, du moins sous climat humide; ils pensent que cette manifestation correspond au seuil qui sépare écoulement sporadique et écoulement permanent (22). R. COQUE a mis en évidence deux seuils séparant trois tronçons dans les oueds du Sud tunisien : un secteur à érosion active, passant brusquement à un secteur où se fait seulement le transport, sur un pavage assez continu, puis brusquement encore à un secteur de dépôt; or il ne semble pas que, au moins dans le deuxième cas, un changement de pente d'origine externe puisse toujours expliquer ces discontinuités dans les processus. La simultanéité de l'érosion et de l'alluvionnement dans des tronçons différents d'une même vallée a d'ailleurs été souvent observée (23).

c. On sait aussi que l'apparition de méandres libres ou de chenaux anastomosés ne peut pas toujours être rapportée à des discontinuités exogènes, provoquées par un changement dans la nature des roches, par un confluent, etc. Un grand nombre de ces manifestations, ou de ces extinctions, est directement lié au comportement hydrodynamique de la rivière, à un certain rapport entre puissance, charge et résistance des berges, qui peut être atteint sous une influence externe mais aussi par simple évolution interne. Ce rapport est variable dans le temps, mais on sait que la localisation des méandres ou des secteurs à chenaux anastomosés est également variable dans le temps, et même au cours d'une crue. Enfin, dans de nombreuses vallées, ces formes caractérisent un certain secteur de la vallée, et ne se trouvent pas en amont ou en aval : elles sont comprises entre deux valeurs-limites du rapport puissance-charge. Dès 1941, S. MORAWETZ demandait que l'on recherchât ces valeurs-seuils (24).

La réaction habituelle du géomorphologue est de chercher des causes *externes* de la variation du rapport puissance-charge, susceptibles d'expliquer l'apparition ou la disparition des méandres : c'est ce que fait par exemple H. VOGT pour la vallée de la Bruche (25) en essayant, non sans difficulté, de mettre en rapport ces formes avec des variations locales prédéterminées de la pente. Mais, de toute évidence, le rapport puissance-charge varie tout au long d'un cours d'eau : même s'il varie graduellement, ce qui n'est pas démontré, il peut lui arriver de passer par des valeurs-seuils à partir desquelles tel phénomène peut se déclencher; des variations locales de la pente peuvent ainsi apparaître. Tout ceci ne semble pas se heurter à la moindre difficulté logique.

Il est sans doute de bonne méthode de rechercher *d'abord* les discontinuités exogènes. L'expérience montre qu'on n'y parvient pas toujours. Au lieu d'imaginer alors des perturbations externes invérifiables, *il faudrait peut-être se demander si l'on n'est pas en présence de discontinuités endogènes*. Il ne s'agit nullement d'une spéculation gratuite. En effet, l'étude sur modèles réduits a prouvé que, dans des conditions rigoureusement homogènes, sans perturbation externe, on peut faire apparaître des méandres, par exemple, à une certaine distance de la source. KRIGSTRÖM (26) a également mis en évidence la succession, dans le temps, des méandres aux chenaux anastomosés lors de la décrue sur les sandur. De patientes mesures permettront à la longue de déterminer avec précision ces valeurs-seuils

---

(20) H. BAULIG, [10], p. 22.

(21) Cf. DERRUAU, [37], p. 115.

(22) LEOPOLD, WOLMAN et MILLER, [67], p. 458.

(23) J. B. WERTZ, [104].

(24) S. MORAWETZ, [75], p. 263.

(25) H. VOGT, [103].

(26) A. KRIGSTRÖM, [59].

pour une roche donnée ou un type d'alluvions donné. Nul doute que ces valeurs puissent être acquises grâce à une intervention extérieure (confluent, changement de pente, de roche, etc.), mais il est probable qu'elles sont souvent atteintes par évolution interne dans l'espace (distance par rapport à la source) et dans le temps (variations saisonnières ou momentanées du débit).

Nous verrions là, notamment, un moyen d'expliquer des phénomènes qui intriguent les chercheurs, comme la succession rapide, dans le temps et dans l'espace, de secteurs à chenaux et de secteurs à méandres dans la vallée de l'Adour moyen : tous les 5 km environ, ces formes se relaient, et il suffit de peu de chose pour qu'elles changent de place. « Dans les cas-limites comme l'Adour entre Aire et Mugron, on assiste à un passage continu de l'un à l'autre, à l'échelle du cours d'eau, dans le temps et dans l'espace » (27). En présence d'un tel cas, nous émettrons volontiers l'hypothèse qu'on est constamment proche de la valeur-seuil : de faibles variations du rapport puissance-charge entraînent des oscillations autour du seuil de relais; le plus petit catalyseur peut aider au changement, mais il n'en est sans doute même pas besoin. Le franchissement du seuil, provoquant un changement de la forme, donc des conditions d'écoulement, agit en retour sur le rapport puissance-charge lui-même qui, quelques kilomètres plus loin, repasse le seuil en sens inverse et fait renaître l'autre type de forme. Tant que l'on est autour du seuil, ce *relais par rétroactions successives* peut se produire plusieurs fois, jusqu'à ce que l'on soit suffisamment éloigné du seuil pour qu'il ne puisse plus être atteint à nouveau par rétroaction : à partir de quoi l'une des deux formes domine. Dans des conditions lithologiques voisines et pour des types de charge de même nature, il serait intéressant de comparer systématiquement les valeurs du rapport puissance-charge là où l'on passe d'une forme à l'autre. Mais cette mesure est évidemment très difficile, et l'on ne sait pas exactement quels sont les facteurs de la puissance ou de la charge qui jouent le principal rôle.

d. Une autre forme au moins varie d'un bout à l'autre de certaines vallées, et parfois très rapidement : l'indice de dissymétrie des versants. On a souvent observé qu'il croît d'abord quand on s'éloigne de l'origine de la vallée, pour passer par un maximum et décroître ensuite, en conditions lithologiques homogènes (28). Un bref secteur tout en amont a des versants symétriques; la partie aval a aussi des versants symétriques, mais d'une tout autre forme : le profil en travers est en auge et non en berceau. Cependant, nous avons pu mettre en évidence le fait que, pour les vallées du Terrefort toulousain et lauragais, la décroissance de l'indice de dissymétrie vers l'aval se manifeste *brusquement*. La courbe de l'indice de dissymétrie ne présente pas une douce inflexion, mais une rupture, bien que les conditions soient rigoureusement homogènes — ni changement de roches, ni influences structurales, ni confluences. Et, pour des vallées du même ordre de grandeur, la rupture se produit à une distance de l'origine remarquablement constante (29). La variation de l'indice vient à la fois d'un adoucissement du versant raide et d'un redressement du versant long.

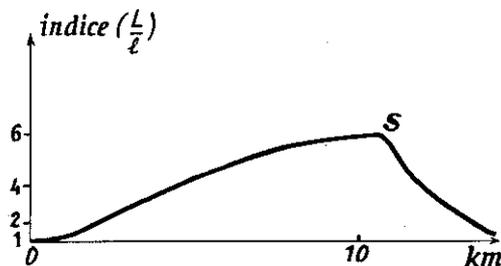


FIGURE 19  
Variation de l'indice de dissymétrie  
dans les vallées du Terrefort lauragais et toulousain.

(27) H. VOGT, [103], p. 53.

(28) Cf. A. GLORIOD et J. TRICART, [46].

(29) R. BRUNET, [20].

On en conclut tout d'abord que cette dissymétrie n'a pas pu être acquise après l'enfoncement de la vallée par adoucissement progressif d'un seul versant. Par contre, il est aisé d'admettre que, la dissymétrie apparaissant au cours du creusement, pour des raisons qui tiennent à l'inégal comportement des versants (30), les variations de sa valeur soient liées à celles du rapport entre l'altération des versants, l'enlèvement des apports latéraux par la rivière et l'enfoncement vertical de celle-ci. On peut penser, par exemple, que la dissymétrie croît d'abord comme la hauteur relative des versants, c'est-à-dire vers l'aval, les apports latéraux étant d'autant plus abondants que le versant est plus haut, et freinent l'action de la rivière; puis qu'à partir d'un certain point l'abaissement de hauteur du versant vers l'aval, et l'accroissement du débit liquide, renversent ces conditions en facilitant l'évacuation des débris par la rivière, et le travail de celle-ci. Quel que soit le processus imaginé, il reste qu'on est en présence d'un seuil, d'une distance par rapport à l'origine, à partir de laquelle la dissymétrie décroît brusquement, et qu'il est difficile de ne pas y voir un lien avec le comportement de la rivière.

Nous ne pouvons pas multiplier les exemples et, d'ailleurs, on ne dispose encore que d'un éventail assez réduit, puisqu'il n'est pas habituel de rechercher des discontinuités endogènes le long d'une vallée. Il nous paraît cependant assuré :

1. Que l'apparition de certaines formes à l'intérieur d'une vallée est liée au franchissement d'un seuil dans l'intensité des processus en jeu, et notamment du rapport puissance-charge. L'accord paraît assez large sur ce point.

2. Que, si le franchissement de ce seuil est généralement attribué à des influences externes (confluent, rupture de pente, etc.), aucune raison logique ne s'oppose à ce qu'il puisse être franchi par évolution interne, même de type graduel.

3. Que des discontinuités *dans les formes*, par conséquent, peuvent être liées à ces passages de seuils et provenir donc de discontinuités endogènes.

4. Que les secteurs d'une même vallée peuvent être considérés *comme des complexes morphogénétiques différents, pouvant évoluer selon des processus distincts* et pouvant à tout instant donner au relief des *formes variées*. Dans certaines circonstances, on passe assez brusquement d'un secteur à l'autre. Mais, bien entendu, une vallée est aussi un organisme, dont toutes les parties sont solidaires. Il y a interaction entre chaque secteur et, par conséquent, le passage de l'un à l'autre est inflexion plus souvent que rupture : les tronçons évoluent *différemment mais non indépendamment*, ce qui peut masquer certaines discontinuités.

Nous nous réservons de tirer plus loin certaines conséquences de ces interprétations. Ajoutons seulement qu'elles n'excluent en aucune façon la possibilité de trouver des discontinuités dues à des reprises d'érosion, ou à toute autre influence externe; elles l'englobent au contraire et ne font ainsi qu'ajouter une nouvelle possibilité d'explication, trop souvent exclue au nom d'une « logique » un peu simple qui ne correspond pas toujours à la richesse des faits.

#### 4. La dimension des vallées

L'idée selon laquelle le changement de dimension peut entraîner un changement de formes et de processus est sans doute plus facile à mettre en évidence lorsqu'on change de vallée que lorsqu'on descend une même vallée, parce qu'ici l'interaction des divers éléments est bien moins rapide et bien moins profonde.

Le bon sens admet volontiers qu'il y a une différence de nature entre le Mississipi et le Petit Morin, comme entre la Garonne et l'Hers mort. Les géomorphologues ont d'ailleurs déjà fait un effort pour classer les vallées selon leur dimension (31). On est cependant frappé par le caractère quelque peu simpliste de la classification de HORTON, qui ne tient compte que de la hiérarchie des confluences.

---

(30) Nous renvoyons aux discussions par F. TAILLEFER et H. ENJALBERT.

(31) R. HORTON, [54].

Peut-être cette simplicité, et la difficulté de choisir une base de départ pour cette hiérarchie — la vallée élémentaire sans affluent, est-elle un vallon sans écoulement permanent ? une vallée à écoulement permanent actuel ? etc. — expliquent-elles que ce classement ait été peu utilisé. Il faut bien dire en outre que les résultats de certaines de ses applications sont peu convaincants; de longs calculs, par exemple, permettent de trouver une corrélation entre le nombre de confluences et la longueur des vallées : on se demande s'il n'y a pas seulement là un simple effet de la loi des grands nombres, une probabilité statistique sans intérêt. Peut-être une valeur plus simple à définir et moins arbitraire que le nombre de confluences, comme la longueur même des vallées, conduirait-elle à des corrélations plus fructueuses : on ne peut pas dire qu'elle ait été souvent prise en compte de façon systématique.

A. Il est pourtant évident que des rivières de longueur différente n'ont, toutes choses égales d'ailleurs, ni le même débit, ni la même puissance, ni la même charge, etc. Là encore, rien ne permet d'affirmer qu'il y a évolution linéaire. Au contraire, il semble bien y avoir des hiatus, par exemple, dans le classement des déficits et coefficients d'écoulement, entre les débits spécifiques, les débits de crue, la fréquence et le type des crues, etc. Les potamologues sont amenés à tenir compte de la dimension des bassins versants, constatant ainsi l'existence de types dont la continuité est loin d'être établie.

B. L'une des discontinuités fondamentales tient à la permanence de l'écoulement : le comportement des rivières pérennes et des rivières à écoulement sporadique n'est pas le même. Or la permanence de l'écoulement, toutes choses égales d'ailleurs, est évidemment liée à la dimension du bassin versant. Dans cet ordre d'idées, R. COQUE a montré la différence majeure qui existe dans le Sud tunisien selon la dimension de l'impluvium : on a des vallées où l'eau coule, et des vallées sans écoulement; l'ensemble du complexe que représente chaque vallée se comporte de façon différente.

Il est des distinctions moins tranchées mais néanmoins fondamentales : la *part relative* des processus compte aussi, et non seulement leur présence ou leur absence. Dans certaines vallées, sous certaines conditions, les apports de versant, notamment par glissements, sont l'agent morphologique essentiel et ils étouffent l'écoulement; pour des vallées beaucoup plus grandes, l'accroissement de débit liquide est hors de proportion avec celui des apports de versants : les processus, et donc les formes, sont autres. Dans le détail, on a pu montrer que le rôle des crues exceptionnelles dans la fourniture de la charge est bien plus élevé pour les petites vallées que pour les grandes, etc. (32).

C. En raison de ces différences d'échelle, et de proportions entre les mécanismes, l'évolution des vallées et leurs formes varient selon leurs dimensions. On en a de nombreuses preuves. J. TRICART (33) rapporte que, d'après L. SCHAEFFER, des différences remarquables de creusement existent entre les vallées du piémont bavarois. S. LABOUREUR (34) a observé que les grandes rivières du Piémont ont des chenaux anastomosés alors que les petites, moins chargées, méandrent. Et LEOPOLD, WOLMAN et MILLER constatent que le creusement dans un affluent peut être contemporain du dépôt dans un collecteur (35). A l'extrême, on sait que le schéma du torrent montagnard n'est en rien applicable à un grand fleuve et que, du point de vue pédagogique, on ne peut passer aisément de l'un à l'autre.

F. TAILLEFER a montré que l'évolution des petites vallées du piémont pyrénéen avait été constamment différente de celle des grandes vallées, plus chargées, au profil plus tendu, et donc nettement moins encaissées (36). De surcroît, nous avons nous-même écrit (37) que les petites vallées autochtones du piémont pouvaient se diviser en trois types, dont l'évolution et les formes ont été dissemblables depuis leur incision au-dessous des hautes surfaces du Quaternaire ancien. Les plus grandes (30 à 60 km) ont un ample fond plat, de nets niveaux de terrasses; les moyennes (de l'ordre de 10-20 km) ont un profil en V, pas de terrasses mais de simples ruptures de pente sur les versants, sont fortement dissymé-

(32) LEOPOLD, WOLMAN et MILLER, [67], p. 74.

(33) J. TRICART, *L'Europe centrale*, Paris, P.U.F. (coll. Orbis), t. I, p. 133.

(34) S. LABOUREUR, [61], 1951.

(35) LEOPOLD, WOLMAN et MILLER, [67], p. 436.

(36) F. TAILLEFER, [93].

(37) R. BRUNET, [21].

triques et n'ont guère de trace de remblaiement alluvial récent; les petites (moins de 5 ou 6 km) ont un profil transversal en berceau symétrique, bourré de dépôts de pente.

On observe des différences de même type le long des plus grandes vallées en s'éloignant de la source. Mais, parce que les parties de ces vallées sont interdépendantes, la transposition n'est pas exactement possible : le fond plat remonte à une distance de la source où les vallées plus petites ont un profil en V; la dissymétrie, réalisée à 1 ou 2 km de la tête des vallées moyennes, est absente sur les 3 ou 4 km du cours des petites, etc.

L'étude attentive de ces formes nous permettrait de conclure que, durant toute cette évolution, des divergences de comportement et de formes avaient séparé les trois types de vallées et, en outre, que leur évolution et celle de la vallée de la Garonne n'avaient pas été synchrones. Il s'agit donc de divergences prolongées, et non d'épisodes provisoires, simples oscillations autour d'un équilibre idéal.

D. Plusieurs conséquences peuvent être dégagées de ces observations.

1. On ironise parfois sur les notions de jeunesse ou de maturité en opposant par exemple la « jeunesse » apparente des vallées pyrénéennes à la « vieillesse » apparente des vallées du piémont, pourtant incomparablement plus jeunes en réalité; c'est un peu facile, car les roches sont différentes. Il y a mieux à faire : l'expérience montre qu'en roche homogène des formes du même âge peuvent être fort différentes selon la dimension de l'organisme, tandis que le comportement des cours d'eau diffère en fonction du même critère : ici alluvionnement et là érosion, ici érosion latérale et là incision, etc. L'idée selon laquelle on pourrait, en roche homogène, reconnaître des stades d'évolution d'après les formes du relief et d'après l'état du lit des rivières laisse donc insatisfait.

2. Le raccord des systèmes de terrasses ou de rupture de pente « cycliques » des versants d'une vallée à l'autre suppose que l'on ne change pas de dimension de vallée. Sinon, ce raccord est fallacieux — à moins de continuité topographique — puisque le comportement des vallées de tailles différentes est variable et que leur plancher, en particulier, se trouve constamment à des altitudes différentes.

3. Des phénomènes simultanés pouvant produire des effets dissemblables selon la dimension de l'organisme, il est possible que des formes différentes appartiennent à une même période d'évolution. Aucune « logique » n'empêche d'admettre qu'une phase de creusement ici soit contemporaine d'une phase d'alluvionnement là — on l'observe de nos jours — et que, pour prendre un exemple très controversé, les épais cônes alluviaux au débouché des vallées pyrénéennes moyennes soient contemporains des longs épandages en hauts niveaux des vallées pyrénéennes grandes, ni à ce que leur degré d'altération soit différent, les conditions de dépôt n'ayant pas été identiques.

Au contraire, on peut observer de gênants phénomènes de convergence qui compliquent l'étude de certains problèmes : des formes identiques peuvent venir de processus très différents. J. TRICART, notamment, a insisté sur ce point (38). L'une des difficultés que l'on éprouve à interpréter la dissymétrie des vallées du piémont pyrénéen vient de ce que la dissymétrie des grandes vallées a peut-être une origine toute différente de celle des petites vallées : le Tarn a un versant raide qui regarde le SE en amont du confluent avec l'Agout, ce que l'on n'observe jamais dans le cas des petites vallées, sauf pour celles qui, près des cuestas, sont en position orthoclinale.

On remarquera enfin que le rôle de la dimension des organismes a été beaucoup moins négligé dans l'étude des vallées glaciaires que dans celle des vallées fluviales : E. DE MARTONNE y avait fait allusion. Les différences d'épaisseur de la glace entraînent au moins des différences dans le degré de plasticité de celle-ci, et dans la pénétration des actions subaériennes jusqu'à la roche encaissante. Peut-être moins influencés par les schémas davisiens, les géomorphologues ont plus volontiers admis que, dans ce domaine, puissent s'observer des discontinuités, et que les actions du plus petit au plus grand glacier ne forment pas une progression continue, n'entraînent pas seulement une variation d'intensité.

---

(38) Spécialement dans [101], *passim*.

## Conclusion

On est loin d'avoir épuisé ici la liste des variables le long desquelles l'évolution interne peut provoquer des discontinuités. Nous n'avons donné que de brefs exemples : il faudrait autrement traiter toute la géomorphologie.

En particulier, la *surface* même des ensembles géomorphologiques considérés introduit des hiatus, au moins au niveau des rapports entre tectonique et érosion : le fait a été suffisamment commenté par J. TRICART et par P. BIROT pour que nous n'ayons pas à nous y attarder. On sait que le rythme des mouvements tectoniques n'est pas le même pour de petites unités et pour de vastes ensembles. Tel mouvement localisé est insensible à grande échelle et, momentanément, l'évolution d'une petite unité peut être en contradiction avec celle du grand ensemble auquel elle appartient.

D'un autre point de vue, on pourrait aussi rechercher ce qui se passe lorsque croissent les précipitations, ou le froid, ou la fluidité des laves, ou l'acidité de l'eau, ou l'amplitude des marées, etc. Bien que peu d'enquêtes aient été faites en ce sens, on y a déjà observé des discontinuités, dont nous avons fait partiellement état dans la Première partie.

## II. — LA CROISSANCE DANS LES PHÉNOMÈNES SOCIAUX

La géographie humaine n'est pas moins riche en exemples de discontinuités. Mais les seuils y sont sans doute plus difficiles à mesurer que dans les sciences naturelles. Ils se manifestent pourtant, comme nous espérons le montrer en suivant la même méthode, c'est-à-dire en observant ce qui se passe lorsque croissent des grandeurs indépendantes : il s'agit surtout, mais non seulement, d'*effets de masse* et d'*effets d'éloignement*.

### 1. La densité de la population

Les mutations qualitatives provoquées par une variation de la densité des êtres vivants ont plus d'une fois été mises en évidence dans les sciences biologiques. Les conditions d'existence d'une plante sont différentes suivant que celle-ci est isolée ou appartient à un massif. Une observation capitale du biologiste WIESER a été abondamment commentée dans des ouvrages à tendance philosophique (1) : le champignon *Dictyostelium* donne des spores d'où naissent des organismes unicellulaires indépendants; lorsque ceux-ci ont atteint une certaine densité, brusquement leurs déplacements s'ordonnent; ces cellules sont affectées d'un tropisme qui les fait converger, s'associer, perdre leur pouvoir de se diviser et de s'alimenter par elles-mêmes, en le transférant à l'organisme nouveau qu'elles forment et qui est un autre champignon. Il semble, de même, que les migrations de sauterelles, qui ont lieu par périodes, soient des formes de mutation provoquées par la prolifération; celle-ci entraîne non seulement cette « explosion », à partir d'une certaine densité, mais encore une mutation dans la livrée des insectes : les deux espèces solitaire et grégaire, morphologiquement différentes, ne seraient, comme l'a montré expérimentalement R. CHAUVIN, que deux aspects du même animal; on passerait alternativement de l'un à l'autre; à partir d'une certaine densité, l'intensité des stimuli d'un insecte à l'autre développerait chez les larves de solitaires le comportement et la forme des insectes grégaires.

Nous n'avons fait état de ces deux exemples extérieurs à nos sciences que pour montrer à quel point une simple modification quantitative dans la densité des êtres vivants peut agir sur la forme

---

(1) P. BERTAUX, *La mutation humaine*. Paris, Payot, 1965.

des sociétés, et finalement sur les individus mêmes. Il est évident que les variations de la densité démographique ne vont pas jusqu'à ces extrémités. Mais enfin, on observe dans les sociétés humaines elles-mêmes des mutations de caractères liées à la densité de population. Le comportement d'une société rurale dont la densité atteint celle du delta du Tonkin ne peut être le même que celui d'une société de paysans gascons où se trouvent 10 personnes par kilomètre carré, toutes choses égales d'ailleurs. Il nous serait difficile d'approfondir des contrastes de cette nature, qui ressortissent à des recherches d'ordre psychologique, voire philosophique. On peut, cependant, relever au moins quatre types de phénomènes du point de vue du géographe.

#### A. *La variation dans l'intensité des rapports sociaux*

Ce thème est capital, et pas seulement pour les sociologues. Il arrive qu'au-dessous d'une certaine densité de population, l'agriculteur ne trouve plus autour de lui les présences humaines suffisantes non seulement pour assurer le minimum de relations sans quoi l'impression d'isolement peut devenir insupportable, mais encore, plus simplement, l'entraide technique que peut exiger l'économie de l'exploitation agricole. Nous avons signalé dans *Les campagnes toulousaines* que, dans certains pays et notamment dans le Terrefort de Pamiers et le Moyen Arrats, ce seuil semble dépassé : des entreprises assez grandes, qui ailleurs seraient économiquement saines, sont abandonnées par des agriculteurs même jeunes qui ne peuvent supporter un tel degré d'isolement. A partir de ce seuil, le processus est cumulatif, le mouvement se précipite par autocatalyse : le dépeuplement entraîne le dépeuplement. Mais le phénomène peut apparaître, dans d'autres conditions, pour des densités plus élevées : bien d'autres pays du Toulousain, pourtant loin de l'abandon, sont relativement figés parce que les exploitants aisés et avisés sont trop éloignés les uns des autres pour s'épauler efficacement dans des coopératives ou des groupes de travail en commun.

#### B. *La variation dans le coût des services et des équipements*

Parallèlement, une trop faible densité de population peut rendre excessifs les « coûts sociaux ». Les frais d'équipements d'une collectivité rurale sont liés à sa densité : il revient beaucoup plus cher, par habitant, d'assurer l'adduction d'eau à des agriculteurs peu nombreux et dispersés qu'à des agriculteurs nombreux et groupés. A partir d'un certain point, la perte qu'entraînerait éventuellement pour la communauté nationale l'abandon total d'une région peut sans doute être inférieure à la charge que représenterait son équipement normal en routes, en eau, en électricité, en téléphones, etc. A partir d'une certaine densité, il faut organiser le ramassage scolaire, subventionner les lignes d'autocars, etc. Et, au-dessous d'une certaine densité, dans une région donnée, toute une série de services privés tels que les commerces de fréquentation quotidienne, aussi bien que les médecins, pharmaciens, etc. ne peuvent plus se maintenir. E. JULLARD a déjà évoqué le « seuil au-dessous duquel un réseau dense de services cesse d'être rentable » (2).

On aurait tort de penser que, de l'autre côté du seuil, la croissance est linéaire, et que le coût des services et des équipements par tête est d'autant moins élevé que la population est plus dense. Il semble bien qu'au-delà d'un autre seuil, situé évidemment à un niveau élevé, les coûts croissent à nouveau et que des densités excessives posent également des problèmes difficiles de rentabilité. Il faut en effet envisager de nouveaux équipements, par exemple pour évacuer les déchets de consommation et de fabrication. S'agissant d'une communauté rurale, le morcellement des terres peut atteindre un niveau tel que les déplacements deviennent extrêmement fréquents et que l'entretien du réseau de chemins revient très cher; le renchérissement du prix de la terre est tel que tout nouvel équipement nécessitant quelque espace (écoles, réseau de chemins plus serré, etc.) est également fort coûteux. S'agissant d'une région aux activités complexes, d'autres problèmes s'ajoutent, comme la nécessité de faciliter les déplacements quotidiens de travailleurs, voire d'organiser un réseau de transports collectifs.

---

(2) E. JULLARD, [56], p. 31.

On voit qu'il ne s'agit pas seulement de problèmes ruraux, ni même de densités purement démographiques; l'abondance des discussions au sujet de la décentralisation des activités économiques en France a eu au moins le mérite de montrer que, si une décentralisation très poussée des usines sur tout le territoire est exclue en raison du coût excessif que ce « saupoudrage » entraînerait, l'extrême concentration autour d'une métropole a également de graves inconvénients : les problèmes de circulation des hommes et des fournitures, des communications à distance, du logement, de l'approvisionnement en eau, de l'implantation des services indispensables deviennent fort difficiles et toutes les solutions sont onéreuses.

Des questions de cet ordre se posent dans la Ruhr, dans la Black Country anglaise, dans la Mégapolis américaine : on est ici en présence d'un type de densité d'hommes et d'installations *qualitativement différent* de ce que l'on trouverait en Lorraine ou dans la région lyonnaise; de même qu'il y a une *différence de nature* entre les campagnes gersoises et les campagnes alsaciennes ou comtadines, sous ce rapport. On ne passe pas progressivement à des problèmes plus simples ou plus compliqués, à des coûts plus ou moins élevés : *on change de problème*. On a ici encore des types, ou, si l'on veut, des paliers, séparés par des discontinuités, de part et d'autre desquelles la croissance peut provoquer des effets opposés.

### C. Le dynamisme des groupes

Le comportement démographique d'une population est, partiellement au moins, lié à sa densité même.

Nous avons pu observer que l'évolution récente de la population des communes rurales de la région toulousaine obéissait à ce rapport. On constate que, au-dessous de 40 hab./km<sup>2</sup>, la population décroît, alors qu'au-delà elle croît (fig. 20) : il y a là un seuil critique caractérisé. De part et d'autre de ce

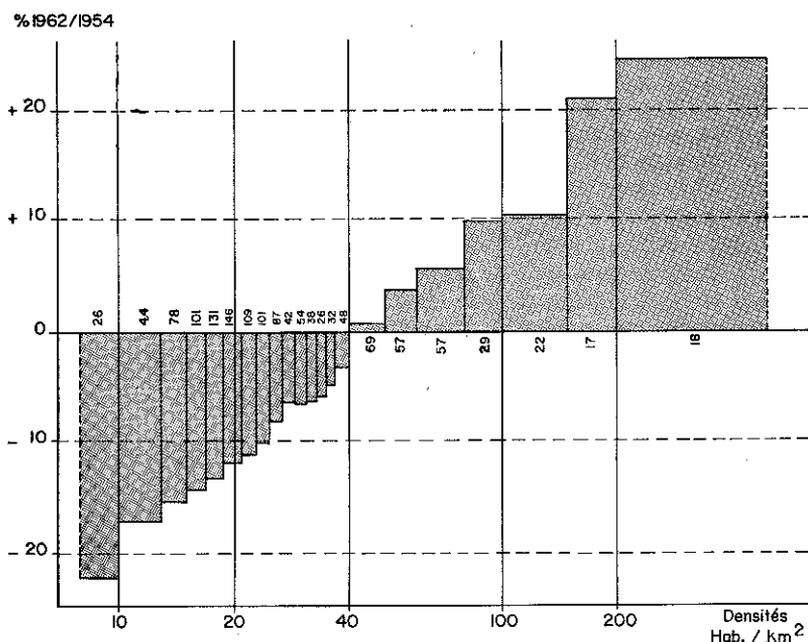


FIGURE 20

Corrélation entre les variations de la population des communes entre 1954 et 1962 et les densités de population (région toulousaine).

Les chiffres disposés dans le sens vertical donnent le nombre de communes recensées dans chaque tranche de densités. L'extrémité des rectangles indique la variation de la population des communes dont la densité est comprise entre les chiffres que désigne la base des rectangles; ex. : -3,1% pour la tranche 37 à 40 hab./km<sup>2</sup>, qui compte 48 communes. L'échelle des densités est logarithmique.

seuil, l'évolution paraît linéaire : c'est sans doute que l'on n'a pas atteint de nouveaux seuils, encore que l'allure irrégulière de la courbe au-delà de 100 hab./km<sup>2</sup> laisse la question pendante; on a trop peu de communes dans ces valeurs pour pouvoir trancher (3).

En effet, il est facile d'imaginer qu'au-delà d'une certaine densité le rythme d'accroissement ne peut plus continuer à s'élever. Dans les communes rurales de la région toulousaine, cette limite n'est pas atteinte; la population décroît dans certaines régions bretonnes pour des densités qui, en Aquitaine sud-orientale, sont dans la zone d'accroissement : c'est que l'intensité de l'émigration est sans doute bien supérieure en Bretagne (4). A l'opposé, certaines communes très peu peuplées du Toulousain pourraient bientôt recevoir suffisamment d'immigrants pour qu'une nouvelle discontinuité apparaisse au bas de la courbe. Ces relations nous amènent à mentionner des mécanismes bien connus, touchant aux rapports entre la population et l'économie.

#### D. *La variation du rapport entre les ressources et les besoins*

L'évolution du rapport entre les ressources disponibles et les besoins de la collectivité humaine a été abondamment étudiée, depuis Malthus au moins : elle est loin d'être simple.

On peut sans doute parvenir à la notion de seuil de surpeuplement absolu : pour un certain degré de mobilisation des ressources naturelles, il y a une densité maximale de population que P. GEORGE (5) a définie comme celle au-delà de laquelle les disettes de soudure sont constantes, les famines répétées, où le nombre de paysans sans terre est très élevé et le chômage permanent. La valeur de ce seuil est très variable selon les conditions géographiques : il semble que le Nord-Est du Brésil l'ait dépassé, non moins que certaines régions de l'Indonésie, pourtant beaucoup plus peuplées.

Mais il faudrait envisager aussi toute une série d'autres facteurs, susceptibles de modifier la valeur du seuil. C'est, par exemple, l'état des rapports sociaux : le seuil est plus bas pour une société de cultivateurs qui doivent verser une rente foncière sous quelque forme que ce soit, que pour des cultivateurs qui conservent le produit intégral de leur travail. Il y a également des seuils différents selon les ressources en question; même des sociétés très évoluées peuvent dépasser le seuil de surpeuplement à l'égard de certaines ressources, telles que l'eau : elles ne se maintiennent alors sans accident qu'en ayant recours à l'extérieur, parfois fort loin. Cet exemple nous montre que le seuil varie aussi selon la nature des besoins.

On pourrait penser que, plus la densité est faible, plus on s'éloigne du seuil critique, et plus le taux des ressources par tête s'élève. Mais il arrive un moment où la densité est trop faible pour que les ressources naturelles puissent être mises en valeur efficacement : on parvient à un seuil de sous-peuplement où seuls des besoins élémentaires peuvent être satisfaits, et très médiocrement. La disette affecte aussi bien des régions trop peu peuplées que des régions surpeuplées.

Entre ces seuils, évolue un seuil d'inflexion que l'on a nommé l'optimum de population. On sait quelles difficultés a soulevées l'interprétation de cette notion (6) et à quelle suite de débats, voire de combats elle a donné lieu chez les démographes et les économistes. Nous ne saurions entrer ici dans la discussion. L'optimum est extrêmement variable selon le point de vue auquel on se place, selon le type de société, selon la nature des besoins et des ressources. Son étude a eu du moins le mérite de mettre en évidence un certain nombre d'interactions et de poser aussi la question du rapport entre le nombre de travailleurs et la masse même des ressources. Nous avons envisagé les hommes comme consommateurs : mais des discontinuités apparaissent aussi dans les densités de population si on les considère comme producteurs.

---

(3) R. BRUNET, [27], p. 189.

(4) G. LE GUEN, [66].

(5) P. GEORGE, [40], p. 134.

(6) Cf. L. BUQUET, [30].

E. *La variation du rapport entre la main-d'œuvre et les moyens de production*

C'est seulement pour la commodité de l'exposé que nous isolons ici la notion de densité technique : elle n'est évidemment pas indépendante des observations précédentes.

La valeur qui mesure ce rapport est le rendement, ou mieux la productivité du travail. Elle ne varie pas linéairement quand la densité de population augmente ou diminue. Au-dessous d'un seuil minimal, l'excès d'isolement et l'insuffisance de la main d'œuvre font que la productivité est basse : il faut un minimum d'échanges, de contacts, voire de concurrence pour qu'elle s'améliore. Pour une certaine densité, la division du travail devient possible, ce qui provoque un bond dans la productivité : des économistes et des sociologues (7) expliquent la révolution technique du XIX<sup>e</sup> siècle par l'introduction de la division du travail, elle-même produite par la densification de la population; mais il faut se garder d'excès en ce domaine, car le principe ne s'applique pas à d'autres populations pourtant plus denses.

Par contre, au-delà d'un nouveau seuil, l'accroissement de productivité ne peut être que lent : à ce moment-là, on a dépassé l'optimum technique de population; celle-ci augmente plus vite que les moyens de production, le chômage apparaît, la production par tête diminue.

Tels sont du moins quelques principes très généraux; il serait aisé de montrer que les choses sont plus complexes encore : cette étude est l'un des principaux chapitres de l'économie et de la démographie, et le nombre de « lois » que l'on a cru pouvoir y déceler est en rapport direct avec leur fragilité et leur contingence. C'est que, en effet, les phénomènes dont il s'agit sont produits par l'évolution de complexes, et que les discontinuités y sont multipliées par l'interaction entre tous les éléments du complexe : on ne peut, en vérité, imaginer dans l'abstrait ce que deviennent les revenus, ou les rendements, si la population croît : car leur évolution même réagit sur la densité de population.

L'observation de ces seuils appelle donc quelques remarques.

a. On a vu qu'ils sont souvent des seuils de renversement : les résultats de l'évolution changent de sens quand on franchit le seuil. Nous avons ainsi pu montrer que la dépopulation avait eu, dans les campagnes toulousaines, des effets contradictoires dans le temps : après une période de *décompression* qui s'est traduite par divers progrès, on a franchi un seuil après lequel, la dépopulation se poursuivant, la *désertion* a succédé à la décongestion, l'économie commençant à se dégrader. De même, la dépopulation a d'abord morcelé les structures de l'exploitation — fait apparemment paradoxal — avant de provoquer, au-delà d'un certain niveau, leur concentration.

b. Il est évidemment difficile de donner à ces seuils une valeur numérique. P. GEORGE a même montré qu'en certains cas ce doit être impossible, non seulement en raison de la complexité des facteurs, mais encore de la nature même de ceux-ci (8).

c. En effet, la notion de seuil est ici essentiellement *relative*. On ne peut parler de surpeuplement ou de sous-peuplement en dehors d'un système d'organisation sociale et économique donné. Tout change selon l'état de la technique et des rapports sociaux : une densité de 300 hab./km<sup>2</sup> aux Pays-Bas n'est pas comparable à la même densité en Indonésie; une population rurale sera ou ne sera pas au-delà du seuil de surpeuplement selon qu'elle doit verser une rente foncière élevée ou que, à l'abri des prélèvements, elle bénéficie de toutes ses récoltes. Une foule d'autres facteurs peuvent jouer comme, par exemple, le type d'habitation même, qui fait que la notion de surpeuplement a des sens différents selon qu'il s'agit de petits immeubles de moins de trois étages ou de tours de 25 étages.

d. En outre, il y a évidemment interaction entre la densité de population et les autres facteurs. L'accroissement démographique, même en supposant que les techniques stagnent, oblige à intensifier la mise en valeur, à tirer le plus grand parti possible des éléments dont on dispose, favorise l'acharnement au travail et l'ingéniosité individuelle : le seuil de surpeuplement, et l'optimum, sont sans cesse

(7) Cf. M. HALBWACHS, [52].

(8) P. GEORGE, [40], p. 131-133.

repoussés. Mais il peut alors arriver que cet acharnement soit déprédateur et compromette à long terme la fertilité du sol, et par conséquent le niveau des ressources : peut-être ce seuil avait-il été dépassé dans les campagnes toulousaines au début du XIX<sup>e</sup> siècle. L'amélioration des équipements collectifs attire — ou du moins retient — la population, tandis que leur dégradation accroît encore la dépopulation : nous sommes ici en présence d'interactions cumulatives, là d'interactions négatives.

Les densités représentées par les seuils de sous-peuplement, de surpeuplement et par l'optimum sont donc mobiles. L'optimum, en particulier, balaie une zone assez étendue, quelque définition qu'on lui donne, et notamment pour des raisons *internes* comme celles que nous avons envisagées — ce qui n'exclut évidemment pas des impulsions externes, comme l'introduction de nouvelles techniques.

e. Les prévisions sont compliquées par les phénomènes d'hystérésis : la modification de densité provoquée par rétroaction peut être quasi immédiate s'il y a migration — encore que, même là, il y ait quelque retard — mais peut être très lente s'il y a mouvement naturel, par exemple par changement du taux de fécondité : au bout d'une génération, on peut se trouver en présence de *désadaptations* graves, la cause des changements ayant pu changer de sens entre temps.

f. Enfin, il faut toujours préciser de quelle densité l'on parle. Dans de nombreux cas, il faut disposer de la densité des consommateurs par hectare cultivé; on peut avoir besoin, au moins pour les études urbaines, de densité par hectare bâti. Mais la notion de densité par rapport à la surface totale, que l'on critique souvent, n'est pas dénuée de valeur : les paragraphes (A) et (B) montrent qu'elle est loin d'apparaître toujours fallacieuse. Il serait fâcheux que la mode récente, qui tend à mépriser les cartes de densité globale de la population, et à les écarter des Atlas, finisse par devenir une règle.

## 2. La dimension des agglomérations

On ne passe pas par transitions insensibles du hameau à la métropole. Dans une aussi longue série s'observent des ruptures, séparant des types ou, comme l'on écrit parfois, des paliers. La dimension des groupes est, avec leur densité, une notion fondamentale en sociologie : la morphologie sociale telle que DURKHEIM et HALBWACHS notamment l'ont définie, repose précisément sur le volume et la densité des groupes sociaux; les différences de nature, c'est-à-dire les bonds qualitatifs d'un groupe à l'autre en fonction de leur dimension ont été reconnus même par les sociologues « classiques ».

### A. La dimension des groupes humains isolés

On a parfois souligné l'importance de la notion d'isolat : il y a une dimension minimale en deçà de laquelle un groupe humain isolé ne peut survivre, notamment pour des raisons de dégénérescence biologique; le phénomène s'observe aussi bien dans des régions très peu peuplées des zones intertropicale ou froide que dans des îles, ou dans certaines vallées montagnardes plus proches de nous.

### B. La dimension des groupes d'agriculteurs

Le degré de concentration de l'habitat introduit des différences qualitatives dans le comportement des sociétés rurales. Un groupe de 500 villageois ne se conduit pas comme 100 familles totalement dispersées, ou comme 10 hameaux de 10 familles.

On estime souvent que le groupe villageois est plus dynamique, notamment parce que l'information y pénètre mieux, et l'on a souvent opposé la routine et la sclérose des pays d'habitat dispersé à la vitalité des pays d'habitat groupé. Mais c'est aussi une question de degré et de moment. Un habitat très lâche comme celui de la Gascogne centrale et un habitat également dispersé mais dense comme celui d'une partie de la Flandre ou du Comtat ne sont pas de même nature, les relations sociales n'ont

pas la même intensité, comme nous l'avons précédemment noté. En outre, la différence entre habitat groupé et habitat dispersé peut changer de sens; car la pression sociale plus élevée dans l'habitat groupé peut s'exercer dans deux directions opposées : ou bien favoriser le progrès par entraînement, *ou bien le freiner*. L'esprit original s'épanouit mieux hors du village qu'au sein d'une communauté villageoise. De fait, certaines régions d'habitat groupé évoluent moins vite depuis quelques années que certaines régions d'habitat dispersé. La raison indiquée n'est certes pas la seule; l'état des structures est un autre élément décisif : les villages groupés abritent surtout de petits cultivateurs aux terres morcelées où la transformation économique s'avère difficile; *mais c'est finalement là une autre différence de nature introduite par la dimension même du groupe*.

### C. La dimension des agglomérations urbaines

Les ruptures dans la série croissante formée par la population des villes sont sans doute plus évidentes encore. Le seul fait que l'on étudie la hiérarchie et les réseaux urbains présuppose que l'on peut pratiquer des coupures dans cette série continue. Il implique que l'on admet des changements de nature, essentiellement introduits par la dimension de l'agglomération.

Certes, celle-ci n'est pas le seul élément en jeu, et le choix des coupures, comme celui des catégories de centres, c'est-à-dire des paliers, sont souvent délicats. Cela tient notamment à ce que la répartition des activités secondaires est partiellement indépendante de la dimension de l'agglomération, tout en influant sur elle. Ne tenir compte que du secteur tertiaire facilite la tâche, mais incomplètement puisqu'une partie du secteur tertiaire est fonction de la présence des activités secondaires elles-mêmes. D'autre part, pour les petits centres, l'imperfection des statistiques vient ajouter un élément de secteur primaire agricole qui, dans certains cas, est totalement étranger à la ville mais qui, dans d'autres (banlieue maraîchère) en est indissociable.

Si difficile que soit le classement, il correspond pourtant à une hiérarchie réelle. L'expérience montre que la dimension de l'agglomération (population groupée) demeure le principal facteur de la différenciation. Quels que soient les artifices employés pour déceler la hiérarchie urbaine, quels que soient les indices et les indicateurs auxquels on se réfère, on aboutit à des coupures presque identiques, à de faibles exceptions près.

En suivant la série croissante des tailles d'agglomérations, on observe donc toute une succession de mutations qualitatives :

a. D'une part, *les fonctions* changent de nature. Certains *services ou commerces* ne peuvent exister qu'au-delà d'une population minimale à desservir : tel est le cas de la pharmacie, du guichet de banque, du lycée, de l'hôpital, des transports urbains en commun, etc. Au-delà d'une certaine population, les médecins peuvent se spécialiser, des commerces de fréquentation exceptionnelle apparaître. La *fonction de redistribution* (marché de gros) implique un volume important de population dans le centre et dans sa région. Il en est de même pour certaines *fonctions administratives* non élémentaires. Il y a donc des bonds successifs dans la masse et dans la structure du secteur tertiaire, dont l'étude est évidemment rendue difficile par les contingences externes (volume absolu du secteur secondaire, population de la région dominée par la ville, nature des activités de cette région, etc.), mais qui s'aperçoivent sur des graphiques simples, comme ceux qui mettent en rapport le secteur tertiaire et la population globale de la ville : on n'a pas une courbe continue, mais des éléments de courbes plus ou moins nettement séparés par des seuils de divergence (9).

Mais le secteur secondaire enregistre partiellement ces influences. On sait, par exemple, qu'il est vain de figurer sur une carte la nature des industries des grandes villes : au-delà d'une certaine dimension, toutes les branches sont représentées. La ville poly-industrielle correspond à un palier de la hiérarchie. A ce niveau, on peut seulement indiquer la ou les branches qui paraissent mieux représentées que dans d'autres villes de même catégorie. La seule présence d'un fort rassemblement d'hommes attire d'ailleurs les industries, tant par la demande potentielle d'emploi que par le marché

(9) Cf. M. ROCHEFORT, [80].

offert; et l'industrie, à partir d'un certain point, est source d'interactions cumulatives: elle « appelle l'industrie », comme le montre l'étude des pôles de croissance.

b. Toutes choses égales d'ailleurs, le dynamisme des agglomérations est en partie fonction de leur dimension. Le tableau que nous avons publié dans *Les campagnes toulousaines* (p. 248-251) montre qu'au-dessous d'un certain volume de population les villes de l'Aquitaine orientale déclinent; au-delà, on peut observer plusieurs taux, qui ne sont pas sans rapport avec la dimension. Nous avons également publié un graphique (10) qui figure une courbe croissante: avec plus d'éléments, et en tenant compte des villes de moins de 5 000 habitants, nous aurions été amenés à dessiner une courbe discontinue, avec des seuils de divergence (fig. 21).

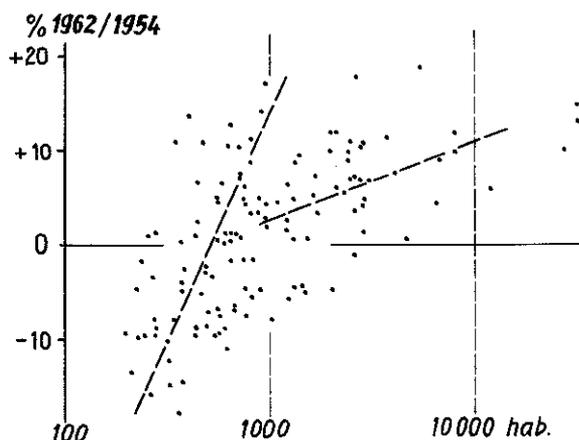


FIGURE 21

Dimension des agglomérations et dynamisme démographique. Région toulousaine.

c. La nature des villes, leur taille et leur hiérarchie sont évidemment liées à la nature de la région qu'elles dominent. De nouvelles discontinuités sont introduites dans cette hiérarchie par des facteurs tels que la densité de population régionale ou le niveau de sa production. Nous avons montré dans *Les campagnes toulousaines* que les parties très dépeuplées de l'Aquitaine orientale avaient perdu la plupart des centres élémentaires et n'avaient presque rien au-dessous des bourgs — très vivants par contre — de l'ordre de 3 000 habitants; que les régions moyennement peuplées mais attardées avaient encore des commerces dispersés en rase campagne et beaucoup de bourgades de l'ordre du millier d'habitants, mais peu de bourgs; que les régions peuplées et actives des plaines alluviales avaient une hiérarchie très complète de centres, où se retrouve cependant la prépondérance des bourgs de 3 000 à 5 000 habitants, qui sont donc vivants aux deux bouts de la chaîne.

### 3. La distance à la ville

Lorsqu'on s'éloigne progressivement d'une ville, son influence ne se dissout pas graduellement. Non seulement on observe des changements plus ou moins brusques de rapports et même de paysages, mais encore les conséquences de l'éloignement peuvent être contradictoires.

Ces phénomènes ne sont évidemment sensibles qu'à partir d'un certain niveau d'agglomération (11). Mais ils ont été constatés par de nombreux chercheurs, qui ont dégagé la notion de ceintures, de

(10) R. BRUNET, [27], p. 197.

(11) Toutefois, on peut rapprocher de ce phénomène le zonage de nombreux finages, par exemple les auréoles de cultures qui se dessinent autour de maint village d'Afrique noire, ainsi que l'observe G. SAUTTER, [84].

couronnes ou d'auréoles péri-urbaines, la terminologie n'étant pas fixée. Ils appartiennent parfois au domaine de l'observation banale.

A. Les formes même de l'emprise humaine sur le sol sont différentes selon la distance. Il y a un zonage inter-urbain comme il y a un zonage péri-urbain. Certains types de banlieue s'organisent peu ou prou en auréoles concentriques dont les activités, les paysages et les problèmes peuvent être nettement distincts.

On trouve, par exemple, dans certains types de régions : (a) une ceinture résidentielle dont la plupart des travailleurs vont vers le centre de la ville, quelques-uns se dirigeant cependant vers la zone b; (b) une ceinture d'usines; (c) une ceinture résidentielle en proie à la fois aux migrations alternantes *radiales*, c'est-à-dire entre la couronne et le centre de la ville, et *tangentes*, à plus courte distance, vers les usines périphériques; (d) une ceinture partiellement rurale à habitat non-agricole dispersé, dont les alternants travaillent plus souvent dans les établissements de la zone b que dans le centre de la ville, en raison de la distance; (e) une auréole peu urbanisée, où cependant grossissent des noyaux partiellement autonomes qui sont les villes *satellites* de la métropole; par leurs possibilités d'emploi elles attirent une partie de la main-d'œuvre de la ceinture d, dont les migrations sont donc opposées au sens général (fig. 22); et, normalement bien reliés à la grande ville par des moyens de transport en commun rapides (trains de grande banlieue, etc.), ces satellites envoient de nombreux alternants au centre de la métropole; ce sont plus souvent des employés, par conséquent, que des ouvriers, au contraire de la zone d; celle-ci est plus proche en apparence, mais elle ne bénéficie pas de liaisons de même qualité : la plupart de ses points peuvent se trouver au-delà de l'isochrone qui englobe le satellite; en même temps, la relative proximité de la couronne b par rapport à cette zone d encourage ses alternants à se déplacer individuellement; ils sont donc relativement nombreux, alors que, dans la rase campagne entre les satellites de la zone e, les alternants sont très peu nombreux; (f) une auréole encore plus éloignée qui ne comprend de petits foyers d'alternants que dans les agglomérations bien desservies; ces travailleurs se déplacent à la fois vers le centre de la grande ville et vers le satellite le plus proche.

Au Sud de Toulouse, par exemple, la zone a correspondrait à Saint-Cyprien - Croix-de-Pierre; la zone b à l'ONIA-Cartoucherie-Sud-Aviation; la zone c à Saint-Simon-Portet-Colomiers; la zone d à

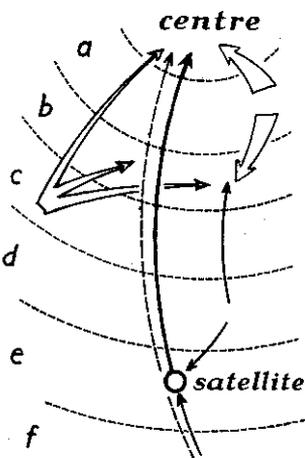


FIGURE 22  
Les couronnes de migrations alternantes.

Seysses-Frouzins-Roques; la zone e à Muret et même Auterive; la zone f à la plaine de Carbonne et Cazères. Le schéma (fig. 22) montre le détail de ces discontinuités et de ces renversements de situation dans le sens ou dans la nature des migrations alternantes.

B. *Le comportement démographique* de ces auroles est lui-même variable. On n'observe pas — ou pas toujours — un accroissement de plus en plus marqué de la population quand on se rapproche de la ville. Il n'y a pas évolution linéaire, mais zonage, et renversements de situation.

Le surpeuplement du centre se renverse, à partir d'un certain moment, en dépeuplement (phénomène de « cité »). La ceinture de logements misérables reçoit de plus en plus d'habitants jusqu'à ce qu'on soit amené à effacer les taudis. Des zones naguère périphériques comportant surtout des entrepôts, donc peu peuplées, se transforment brusquement en zones d'habitat très dense, à grands immeubles, comme on l'observe à Toulouse pour les quartiers Arnaud-Bernard ou Bayard, le Boulevard des Minimes, etc.

Le zonage péri-urbain n'est pas moins net. Une couronne, qu'on peut nommer la proche banlieue, se fait remarquer par son taux d'accroissement très élevé, par la jeunesse de sa population, souvent le déséquilibre des sexes — dans les deux sens d'ailleurs : près de Toulouse, le taux de féminité est exceptionnellement fort. Au-delà, l'évolution est plus délicate à analyser. Nous avons pu remarquer (12) qu'une couronne avait vu sa population augmenter entre 1946 et 1954, puis diminuer entre 1954 et 1962,

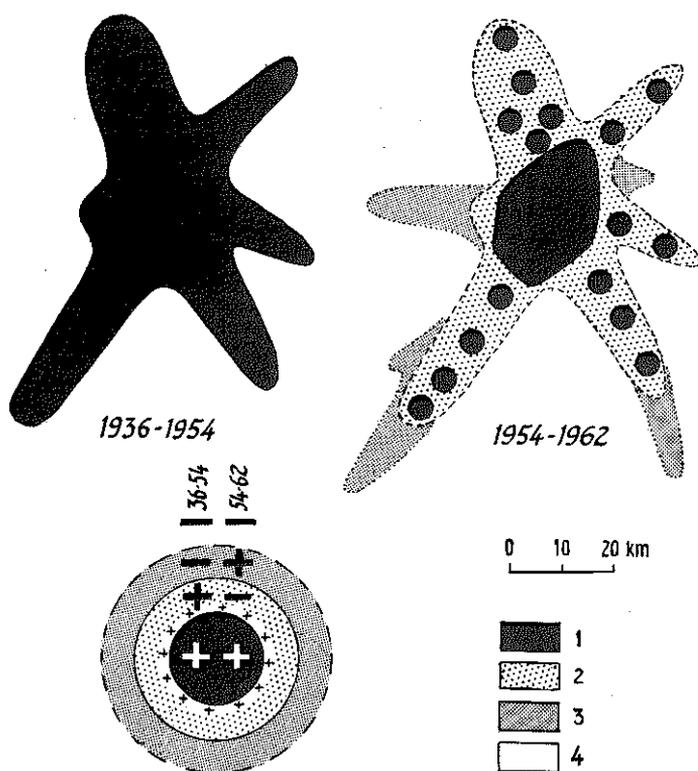


FIGURE 23

Les changements de sens des variations de la population autour de Toulouse. Schéma.  
1. Accroissement. — 2. Déclin 1954-1962 après augmentation 1936-1954. — 3. Augmentation 1954-1962, après déclin 1936-1954. — 4. Diminution continue 1936-1962.

*En haut à gauche*, représentation schématique de la vaste zone des communes en augmentation 1936-54.  
*En haut à droite*, désagrégation de cette zone entre 1954 et 1962, en un ensemble correspondant à l'agglomération toulousaine et sa proche banlieue, et quelques noyaux isolés qui sont les bourgs des vallées; apparition de nouveaux tentacules dans la zone jusque là en déclin (grisé serré).

*En bas*, représentation symbolique des auroles péri-urbaines avec le signe de la variation 1936-54 et 1954-62. Autour de la première zone, les petites croix symbolisent les communes de la zone 2 qui vont à nouveau changer de sens.

(12) R. BRUNET, [27], p. 194.

probablement parce que les progrès de la construction dans la zone de proche banlieue et en ville ont permis aux alternants de cette couronne de se loger dans l'agglomération ou dans la proche banlieue. Au contraire, au-delà, la population qui régressait entre 1946 et 1954 en raison de l'émigration rurale et de la dénatalité, se renforce depuis 1954. Enfin, plus loin encore, se trouve une zone purement rurale où la dépopulation est continue. En s'éloignant de la ville, on a donc plusieurs retournements successifs dans le comportement démographique (fig. 23).

Il semble assez fréquent que, autour de petites villes, on puisse observer plusieurs couronnes selon l'intensité de l'émigration rurale : celle-ci apparaît faible à proximité immédiate de la ville, grâce à la possibilité de migrations quotidiennes du travail; très intense un peu plus loin, car l'attraction de la ville est forte et les déplacements quotidiens plus difficiles; plus faible au-delà, l'attraction de la ville étant moins ressentie; et à nouveau forte aux limites de la zone d'influence, dans ces secteurs si isolés qu'ils jouent comme des pôles de répulsion. Cette zonation a même été observée autour de Foix et de Lavelanet (13). Elle montre que la décroissance *linéaire* de l'attraction urbaine avec la distance ne s'observe qu'entre certaines limites, d'autres facteurs l'emportent aux deux extrémités, en deçà et au-delà de seuils de relais.

C. Dans de nombreux cas, on observe également une modification discontinue de l'économie agricole sous l'influence de la proximité de la ville. La banlieue maraîchère, nécessaire à l'approvisionnement de ses habitants, ne peut s'étendre indéfiniment. Outre que le volume de sa production est limité par celui du marché urbain, à moins que la ville ne réussisse à expédier à l'extérieur une partie des récoltes de sa banlieue, il y a une distance au-delà de laquelle le maraîcher ne peut plus se déplacer lui-même sur le carreau, et doit confier sa production à un ramasseur spécialisé. Cette limite évolue évidemment avec les techniques de transport, mais n'en existe pas moins. Au-delà, la banlieue maraîchère est relayée par une zone de cultures légumières de plein champ, pratiquées par des exploitants qui ne sont que partiellement spécialisés; les produits, qui sont différents, sont apportés à la ville par des intermédiaires; mais il existe une nouvelle limite au-delà de laquelle le coût de transport devient prohibitif, et où les déplacements de ramasseurs ne peuvent plus être quotidiens, ou ne sont plus rentables; la diminution du nombre des semi-spécialistes réagit sur l'organisation de ces tournées, dont l'extinction même interdit le choix de ce système de production : on est en présence d'un cas type de *limite par interactions successives*. Il en est de même, à certains égards, pour le « bassin laitier » de la ville : le rayon des tournées de ramassage est normalement limité par le coût du transport; celui-ci dépend à la fois de l'éloignement matériel de la ville, et de la raréfaction progressive des producteurs de lait, donc de la diminution des quantités de lait par kilomètre de tournée. Le phénomène s'observe aussi pour les produits redistribués par les organismes de gros de la métropole à l'extérieur de son aire d'influence (fruits par exemple). Enfin, la concurrence entre les villes joue aussi, et l'on passe parfois brusquement d'une aire d'influence à l'autre.

On peut d'autre part déceler des limites qui, pour être apparemment plus subtiles, sont cependant essentielles. Jusqu'à une certaine distance, le campagnard peut avoir intérêt à s'approvisionner en ville, en raison des différences de prix. Nombre de cultivateurs vont ainsi chaque semaine « faire le plein » dans les grands magasins de Toulouse. Mais, au-delà, l'écart du prix des denrées est largement compensé par le coût du transport : la limite paraît être de l'ordre de 20 km au Sud-Ouest de Toulouse, de 12 à 15 km à l'Est, en pays de collines (14).

La fréquence de ces déplacements finit par rejaillir sur le comportement même des agriculteurs. La limite précédente sépare les cultivateurs qui vont régulièrement à la ville de ceux qui y vont occasionnellement; il en existe une autre, plus éloignée, qui distingue ceux-ci des cultivateurs ne se rendant qu'exceptionnellement en ville. Mais le degré de fréquentation de la ville influe directement sur le genre de vie du paysan, sur ses conceptions, son comportement, et finalement son ouverture, son aptitude au changement. C'est en grande partie par là que la ville joue un rôle dans l'évolution des campagnes. Or il ne s'agit pas d'une dégradation continue de l'influence en fonction de la distance : *la diminution se fait par paliers*.

(13) P. JALBERGUE, *La moyenne montagne ariégeoise entre Foix et Lavelanet* (D.E.S. Institut de Géographie de Toulouse, 1966).

(14) Cf. A. BRAS et J. LAVIALE, D.E.S. de l'Institut de Géographie de Toulouse.

élevés. A plus courte distance de la ville, en effet, les possibilités de travail complémentaire, l'amélioration de l'économie agricole, de l'organisation des transports et même de la commercialisation des produits agricoles tendent à retenir l'émigration; à grande distance, l'attraction urbaine se fait souvent moins sentir et, en outre, les étrangers sont moins attirés. La conjonction de l'émigration des autochtones et de l'intérêt des étrangers produit ses effets maximaux dans une zone intermédiaire.

La recherche des *limites de la zone d'influence* d'une ville, soit globale soit par branche d'activité, implique enfin l'idée même de seuil. La mesure de ces corrélations, de ces discontinuités, est à la base de la « science régionale » des économistes américains et de leurs émules européens, qui redécouvrent souvent des faits bien connus des géographes, mais dont ceux-ci n'avaient pas tenté l'analyse mathématique. Il est d'ailleurs possible, sinon probable, que cette analyse se heurtera à de très graves difficultés — à moins que les « modèles » proposés ne simplifient la réalité à un point tel que leur application ne serait plus guère possible. On pourrait bien se trouver ici devant un autre genre de seuil, méthodologique cette fois.

Il y a déjà longtemps que Von THÜNEN, imaginant un espace idéalement uniforme, avait montré que l'éloignement par rapport à son centre faisait apparaître non des modifications graduelles, mais des zones concentriques; la réalité est en partie conforme au schéma, mais elle est infiniment plus complexe, comme il se doit. Certains seuils coïncident ainsi avec des obstacles qui matérialisent la rupture; mais la présence d'un obstacle (une zone forestière, un fleuve, une frontière, etc.) ne saurait faire oublier le rôle des discontinuités internes. Le relief, l'état du réseau de communications, mille circonstances historiques agissent constamment pour déformer ces zones, voire les morceler, parfois même les intervertir. L'état des moyens de transport, lui-même souvent influencé par le relief, et l'intensité des relations sont en interaction; l'émigration vers la ville change perpétuellement, de toute évidence, les structures démographiques, sociales et économiques des communes où elle se produit — et par conséquent les conditions de l'émigration elle-même. Les perturbations qu'en reçoit la disposition théorique en aires concentriques est parfois telle qu'on a du mal à reconnaître celle-ci. Toutefois, un examen attentif en laisse voir la trame et, quels que soient les systèmes de culture, la disposition du relief, la position relative des villes, l'infrastructure des communications, nombre de discontinuités peuvent être aperçues.

Leur détection est autrement enrichissante pour l'analyse, pour l'explication et pour l'action que des supputations linéaires sur la dégradation de l'influence urbaine. *La reconnaissance de ces discontinuités et l'explication de leurs irrégularités*, c'est-à-dire leur mise en rapport avec l'ensemble du complexe régional, nous paraît devoir être l'une des tâches essentielles du géographe.

#### 4. La dimension des entreprises

Classant les entreprises d'après leur dimension, on voit apparaître aussi des ruptures dans la série. Celles-ci n'ont pas que des conséquences technologiques: la prédominance de tel ou tel type d'entreprise dans une région donnée est un élément fondamental de la définition de la région.

##### A. Les établissements industriels et commerciaux

Une usine qui grandit peut assurer une meilleure spécialisation des tâches par ouvrier et, par conséquent, améliorer la productivité de chacun; vient cependant un seuil à partir duquel il y a trop d'ouvriers pour les installations et pour le niveau de production: ils ne sont pas tous suffisamment occupés, leur rendement diminue. L'usine a dépassé son optimum et la courbe de productivité se renverse.

On a souvent remarqué que l'idéal n'est pas nécessairement de disposer d'unités de production aussi grandes que possible. Il est vrai que, dans bien des cas, la rentabilité du travail paraît d'autant plus élevée que l'usine est plus vaste: mais jusqu'à un certain seuil. Au-delà, les frais de transport des matières premières et des produits fabriqués, le recrutement du personnel et son encadrement devien-

Le nombre d'alternants dans les villages ruraux, qui varie lui-même de façon discontinue, contribue à renforcer ce mécanisme : leur contact, au-delà d'une certaine proportion, influence directement le genre de vie des agriculteurs par imitation, par osmose. La « compénétration de la ville et de la campagne » à laquelle E. JUILLARD fait allusion (15) n'apparaît donc pas progressive, graduelle : elle se fait par ondes successives, et l'on voit apparaître des plages concentriques, dont le comportement économique, social et démographique peut être fort différent, voire contradictoire.

D. On peut en trouver d'autres traces encore. *L'emprise des citadins sur la campagne* n'apparaît pas davantage graduelle. On observe fréquemment un seuil au-delà duquel la part de la propriété foncière tenue par les citadins décroît brusquement, à tel point que l'on peut souvent définir un « rayon foncier » (16) dont la longueur mesure précisément l'éloignement de ce seuil. Et l'on distingue des longueurs-type de ce rayon, selon le niveau même de la ville (17). Au-delà, existe une autre limite, à partir de laquelle l'appropriation urbaine devient négligeable, soit en raison du seul éloignement, soit en raison de la concurrence des autres villes : c'est sur cette observation que nous avons construit la carte des *aires* de domination foncière publiée dans *Les campagnes toulousaines* (fig. 98).

Il y a encore d'autres discontinuités dans ce domaine. On peut constater que, jusqu'à une certaine distance, le faire-valoir direct domine souvent : soit que les petits paysans aient pu se maintenir nombreux, grâce notamment à la production de denrées pour la ville ou en profitant des occasions d'emploi urbain (cumul et association d'activités), soit que les propriétaires citadins, pouvant surveiller efficacement leur bien, aient choisi de le faire travailler par un salarié. Au-delà, le faire-valoir indirect devient important : la part de la propriété citadine est élevée, mais on est trop loin pour exploiter directement et on confie le domaine à un fermier ou à un métayer. Plus loin encore, au contraire, le faire-valoir direct redevient essentiel, parce que l'appropriation urbaine est beaucoup trop lâche en raison de la distance. Sur certains axes autour de Toulouse, ces renversements apparaissent très nettement. H. MENDRAS (18) a observé des faits de même type dans le Sundgau : une première auréole avec beaucoup de très petits exploitants, peu de petits (leur entreprise ne permet guère le partage d'activités) et d'assez nombreux « moyens » (par regroupement de petites entreprises); une deuxième auréole avec encore beaucoup de très petits exploitants, mais beaucoup de petits, souvent fermiers de ceux qui sont partis sans vendre, et peu de moyens; une troisième auréole avec peu de très petits exploitants (fait d'exode), beaucoup de petits et beaucoup de moyens (par concentration) : les pyramides sont donc très différentes dans ces diverses auréoles.

Ces limites sont évidemment variables dans le temps. L'état de la technique des transports influe directement sur les modes de faire-valoir : on ne peut comparer les possibilités de gestion directe d'une propriété depuis la ville à l'époque de la DS et à l'époque de la voiture à cheval. Elles varient aussi selon l'intérêt relatif de la gestion directe ou indirecte : les campagnes toulousaines ont connu une époque où l'extension de la zone de faire-valoir indirect avait réduit la première auréole à une couronne étroite, tandis que de nos jours la reprise en direct des métairies est active jusqu'à 25 ou 30 km de Toulouse, et nettement moins sensible au-delà. Mais l'évolution des modes de faire-valoir et plus encore du taux d'appropriation foncière est beaucoup plus lente que celle des techniques et de la conjoncture économique. Les phénomènes d'hystérésis sont nombreux. La vitesse actuelle des moyens de transport effrite ces auréoles, perturbe la netteté des couronnes; mais, malgré ce flou, les limites anciennes, qui datent de la traction animale, demeurent reconnaissables.

E. C'est par des processus de même nature que l'on peut expliquer, par exemple, la répartition des étrangers autour d'une ville comme Toulouse. Leur pourcentage dans la population totale n'est, en effet, élevé que le long d'une couronne située à une vingtaine de kilomètres de la ville. On remarquera la coïncidence de cette zone, non seulement avec celle du faire-valoir indirect, mais encore avec l'auréole où la population paraît particulièrement instable et d'où les émigrations atteignent des taux

(15) E. JUILLARD, [56].

(16) Expression employée par R. DUGRAND dans ses divers travaux.

(17) R. BRUNET, [25].

(18) H. MENDRAS, [70].

nent trop coûteux ou posent des problèmes trop difficiles : pour une entreprise, l'intérêt économique de 5 établissements de 2 000 ouvriers peut être supérieur à celui d'un établissement de 10 000 ouvriers. Le seuil est évidemment très variable selon les conditions géographiques régionales (état des communications, de la main-d'œuvre, des débouchés, etc.) et selon les fabrications.

Il n'y a pas gradation continue de l'atelier artisanal à l'usine gigantesque, comme on l'a déjà noté. Ni les problèmes ni la rentabilité n'évoluent linéairement. On peut considérer par exemple les approvisionnements : les prix de revient des fournitures sont fort différents selon la quantité désirée, et l'évolution n'est pas davantage graduelle; à partir d'un certain tonnage le vendeur consentira un autre tarif; à partir de telle consommation de gaz naturel ou d'électricité on bénéficiera d'un prix parfois considérablement plus bas que celui qui est imposé à des usines plus petites, etc. A l'autre bout de la chaîne, il en est de même pour les livraisons : conclure un marché massif est beaucoup plus avantageux que livrer de petites quantités; certaines usines ne peuvent enlever des marchés intéressants parce qu'elles n'ont pas les moyens techniques de les honorer dans les délais voulus. Les problèmes de gestion évoluent également par paliers, du stade des comptes familiaux à celui de l'expert-comptable qui s'occupe de plusieurs entreprises, puis au stade des comptes appartenant en permanence à l'entreprise, et à celui de la calculatrice électronique. L'organisation du travail subit des changements de nature. Le comportement du personnel, l'activité syndicale sont tout autres selon que l'on est dans une petite entreprise familiale ou dans une grande usine. Ces considérations n'ont rien que de banal : mais elles montrent que nulle part on n'a, dans ce domaine, de simples différences *de degré*.

Le classement des commerces de détail obéit aux mêmes principes, les facteurs fondamentaux étant ici le volume des approvisionnements et la rapidité de la rotation des stocks. Il y a un hiatus entre l'épicier détaillant isolé et celui qui fait partie d'une chaîne d'approvisionnement volontaire; un hiatus bien plus marqué encore entre eux et le supermarché ou le grand magasin; encore ces derniers eux-mêmes s'efforcent-ils de créer des groupements d'achat qui les hissent à un autre palier encore — jusqu'à pratiquer l'intégration verticale et ajouter par conséquent les bénéfices de la fabrication à ceux de la vente.

Il est évident qu'une polyclinique est qualitativement autre chose que plusieurs petites cliniques juxtaposées. Une petite coopérative agricole réunissant 15 ou 20 cultivateurs est un organisme qualitativement différent d'une grande coopérative de plusieurs milliers d'adhérents. Non seulement les problèmes techniques ne sont pas comparables, comme dans les exemples précédents, mais encore le sentiment des cultivateurs à l'égard de l'organisme, leur degré de participation à sa gestion et à son contrôle. La coopérative géante peut leur paraître en fait si étrangère qu'ils sont parfois tentés de s'en désintéresser totalement, voire de créer de petits organismes même si la place de ceux-ci sur le marché est beaucoup plus délicate à tenir, et ses avantages financiers moins intéressants par conséquent.

## B. Les exploitations agricoles

Les discontinuités liées à l'accroissement de la dimension des entreprises agricoles sont bien connues depuis longtemps. Elles contribuent même à diriger la politique agricole, puisque toute une partie de la législation dans ce domaine est basée sur la définition de « superficies minimales rentables », d'exploitations « viables » en fonction de leur étendue, etc. C'est reconnaître qu'au-dessous d'une certaine dimension, variable selon la région, une famille d'agriculteurs exploitants directs ne peut obtenir un revenu suffisant — la définition de ce revenu étant évidemment liée à toute une série de conventions.

a. On recherche parfois quelle est la dimension optimale d'une exploitation agricole dans une région et pour un système de culture donnés. Elle peut être envisagée de plusieurs manières.

Ce peut être un optimum de revenus pour la famille : au-delà d'une certaine surface, il faut embaucher un salarié, ce qui réduit brusquement les revenus jusqu'à une nouvelle superficie à partir de laquelle on dépasse le niveau préalablement atteint (fig. 24); ou bien, la famille ne pouvant tout cultiver de façon rationnelle, la production par hectare baisse à tel point que les charges en capital deviennent excessives et que le revenu agricole par tête diminue, bien que le produit global puisse encore augmenter (fig. 24).

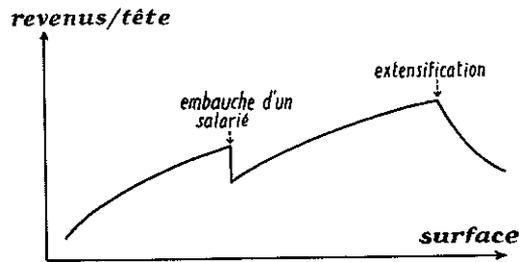


FIGURE 24  
Type d'évolution des revenus par tête  
en fonction de l'accroissement de la superficie d'une exploitation agricole.

Ce peut être un optimum de production pour la région. Il correspond au meilleur produit brut global. Au-delà, l'extensification fait baisser le produit brut. En-deçà, la production par hectare diminue peu quand on s'éloigne du seuil, jusqu'au point où la surface par travailleur est si petite que, toujours pour un même système de culture, les exploitations sont mal équipées, leur trésorerie, médiocre, ne peut plus assurer les avances aux cultures nécessaires et, par conséquent, le rendement diminue (fig. 25).

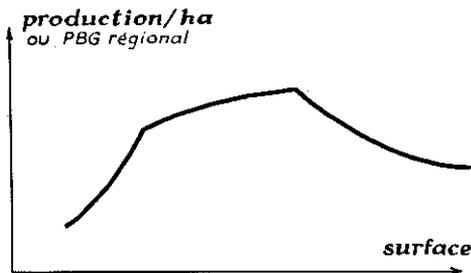


FIGURE 25  
Type d'évolution du produit brut global  
en fonction de l'accroissement de la superficie des exploitations  
(dans l'hypothèse d'un système de culture homogène  
et compte non tenu des structures par âge).

Cet optimum régional de production brute est situé très au-dessous de l'optimum individuel de revenus. On peut aussi imaginer un optimum économique régional tenant compte et des charges et de la production — de l'input et de l'output, ou de l'intrant et de l'extrant, comme disent les économistes. Il correspondrait au meilleur revenu agricole par hectare, tandis que l'optimum individuel correspond au meilleur revenu agricole par tête. Entre ces deux valeurs, on peut même essayer de définir un optimum général : au-delà, la production globale est faible; en deçà, le revenu par tête est bas. Ici les agriculteurs sont trop mal rémunérés; là le gaspillage économique est excessif, la mise en valeur insuffisante — c'est le cas d'une grande partie des campagnes toulousaines. L'optimum en question recouvre évidemment une zone assez étendue.

Mais la réalité est beaucoup plus complexe encore que ces schémas, qui supposent que toutes les autres conditions demeurent inchangées. Or il y a interaction constante entre les facteurs du revenu ou de la production. Un morcellement excessif peut provoquer une mutation du système de culture : on passe à la culture intensive et tous les seuils sont déplacés. Au contraire, il peut entraîner un exode tel que les petites exploitations sont tenues par des vieillards démunis de moyens et d'ambitions, dont la productivité individuelle est faible. Toute recherche dans ce domaine doit tenir compte, c'est l'évidence même, des structures régionales : systèmes de culture, composition de la population, modes de

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<sup>e</sup> 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.

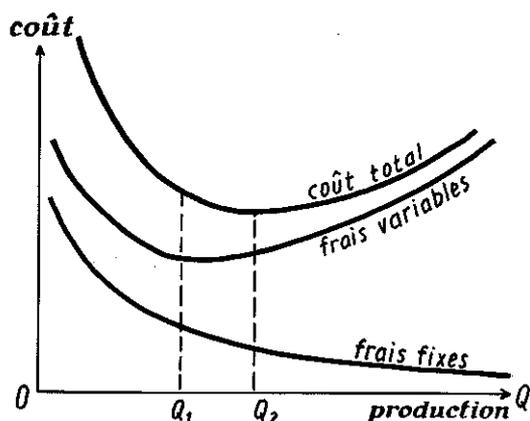


FIGURE 26  
Evolution du coût de production par unité produite.

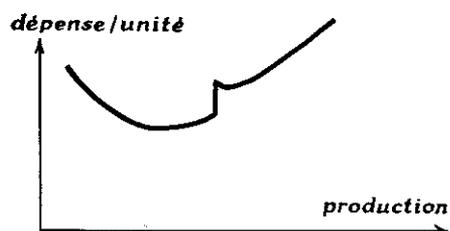


FIGURE 27  
Type d'évolution du prix de revient de chaque unité produite dans l'hypothèse d'une modification des frais fixes.

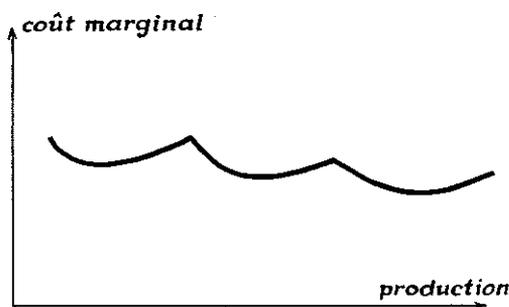


FIGURE 28  
Discontinuité de la courbe de coût marginal de production à longue période (d'après R. BARRE).

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<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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.

désertent 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'automatisation 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, le 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. LIBOUTRY, [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 agricole, 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, [37].

(10) Cf. F. TALLEFER, [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. TALLEFER; 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. BIROT, [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'adouccissant, 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 Rieman 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 tjàle 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/km<sup>2</sup> n'est pas forcément 35 habitants/km<sup>2</sup> : 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 extrapolateurs 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<sup>e</sup> 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.

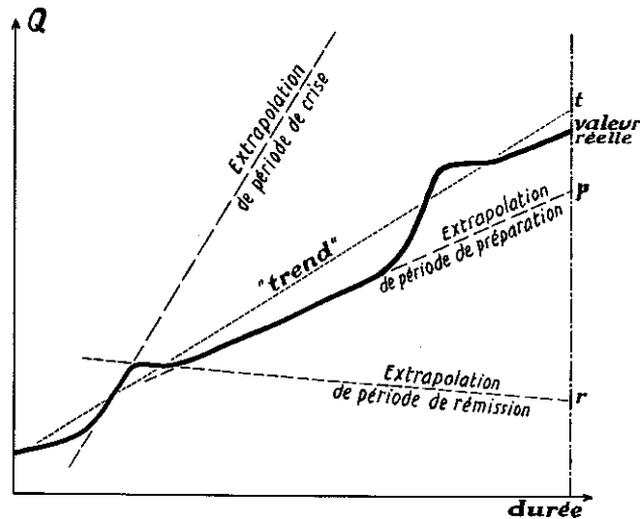


FIGURE 29  
Types d'erreurs commises dans les prolongations de tendance.

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<sup>(20)</sup> 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 éloquentes.

(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).

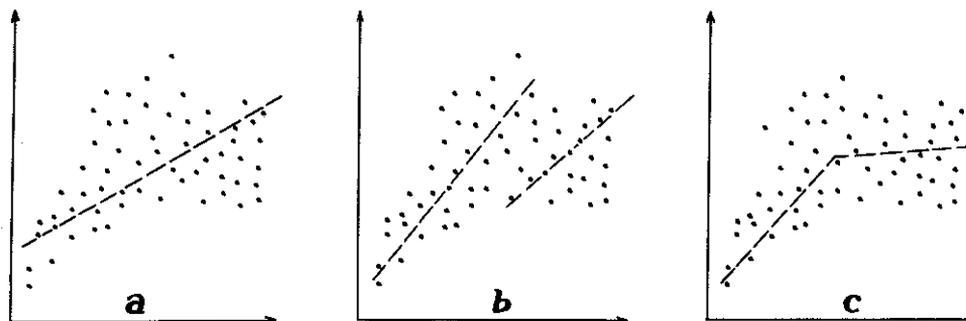


FIGURE 30  
Trois types d'interprétation d'un nuage de points.

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. CALLEUX 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. 153.

(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.

ailleurs (34) qu'une faible variation de température ou d'aridité peut provoquer brusquement la précipitation de la silice et par conséquent la formation de croûtes. R. Coque estime que le relais entre les systèmes d'érosion successifs dans le Sud tunisien n'a exigé que de faibles oscillations climatiques : « La plus-value (!) pluviométrique nécessaire à la généralisation de l'érosion aréolaire ne semble pas considérable » (35). Il rencontre ici J. TRICART, qui a énergiquement défendu l'idée selon laquelle la succession de pluviaux sur les marges du désert suppose de faibles variations climatiques (36) — peut-être justement parce qu'il s'agit de marges.

Des phénomènes du même ordre s'observent dans bien des évolutions historiques : le passage d'un système économique-social à un autre, avec des comportements radicalement différents, peut ne demander que des modifications numériques faibles dans la répartition des cultures, des exploitations agricoles, etc., comme on a essayé de le montrer dans *Les campagnes toulousaines*.

b. Une deuxième conséquence réside en ce qu'une variation continue des facteurs du mouvement peut provoquer un renversement de celui-ci. Dans une montagne dont les parois, jamais ou guère dégelées, sont relativement figées, une élévation continue des températures provoque d'abord une intense activité cryoclastique en multipliant les alternances gel-dégel, par conséquent une importante fourniture de débris, et le développement des formes d'accumulation; puis, le gel devenant moins fréquent, les alternances sont moins nombreuses, la fourniture de débris diminue, l'érosion par les eaux courantes se développe d'autant mieux que les précipitations augmentent, et s'attaque aux accumulations précédentes.

R. Coque (37) a pu montrer que l'aridification progressive du climat avait successivement fait franchir les étapes suivantes : (a) érosion aréolaire, formation de glacis; (b) fossilisation des glacis sous une croûte, la réduction de la végétation permettant la libération de particules déjà préparées, mais non encore entraînées par le vent, qui peut désormais les prendre en charge et les déposer; (c) l'incision des glacis par des eaux certes peu abondantes mais libérées d'une grande partie de la charge, puisque l'aridification a considérablement réduit les effets du gel et, par conséquent, la fourniture de débris; (d) l'extinction de toute forme sensible d'érosion, la « momification » du désert. Au contraire, une phase de réhumidification entraîne d'abord l'incision, puis l'accroissement de la fourniture de débris et par conséquent la planation latérale. Les passages successifs de l'érosion linéaire dominante à l'érosion aréolaire dominante s'observent donc dans la croissance ou la décroissance continue de l'aridité.

De même, les conséquences pour un glacier d'un réchauffement du climat peuvent-elles être contradictoires dans le temps et dans l'espace : LLIBOUTRY (38) montre par exemple que la partie inférieure du glacier peut être très attaquée par l'accroissement de l'ablation et la substitution de précipitations pluvieuses aux précipitations neigeuses, alors que la partie supérieure peut, dans une première étape, être au contraire enrichie, le réchauffement s'accompagnant normalement d'une augmentation des précipitations (l'air plus chaud est plus humide), qui se font à cette altitude sous forme de neige; le front recule donc d'abord; puis il réavance sous l'effet de l'onde de crue provoquée par la suralimentation neigeuse en altitude; et finalement il recule à nouveau, lorsque le réchauffement s'accroît. L'élévation continue de la température a donc pour le front des conséquences discontinues et successivement contraires.

c. Or, un type de climat n'est jamais parfaitement stable. Il est toujours, dans une région donnée, à l'échelle géologique, en phase d'installation ou de retraite (39). Un climat ne se substitue pas en bloc et soudainement à un autre. Comme chacune de ces phases peut produire des conséquences très variées, voire contradictoires, au cours de sa progression, et faire se relayer des systèmes d'érosion différents,

(34) P. BIROT, [15], p. 61.

(35) R. COQUE, [35], p. 292.

(36) Cf. [101], p. 455.

(37) R. COQUE, [35], p. 284-287.

(38) L. LLIBOUTRY, [68], p. 724, 763.

(39) Même dans l'hypothèse idéale, sinon absurde, d'un climat parfaitement stable durant un « cycle » davisien, les processus sont d'ailleurs amenés à changer par le seul effet de la réduction progressive du relief. La quantité de précipitations reçue, et l'activité du gel, diminuent nécessairement avec l'altitude.

on voit qu'il y a toutes chances pour qu'un seul « type de climat » fasse passer l'érosion terrestre par diverses alternances — encore compliquées par les phénomènes d'hystérésis dont témoigne par exemple la végétation. Et du même coup l'on est tenté de réduire considérablement, non seulement l'ampleur des variations de climat au cours d'une époque géologique donnée, mais encore le nombre des oscillations en sens inverse.

J. TRICART s'est plu à montrer que les résultats d'une crue exceptionnelle comme celle qu'il a étudiée dans la vallée du Guil (40) pourraient fort bien être interprétés par des géomorphologues d'un avenir lointain comme la trace d'une oscillation climatique majeure, avec changement de processus, construction d'une terrasse imposante, etc. En présence de faits de cet ordre, LEOPOLD, WOLMAN et MILLER s'interrogent : « Qu'est-ce qui constitue, alors, un changement climatique ? Par opposition, de petits changements de très faible intensité dans les précipitations annuelles peuvent avoir beaucoup d'effet sur la croissance de la végétation dans une région donnée, ce qui, en retour, influence nettement les apports de sédiments et l'évolution des lits. Ainsi, un changement subtil dans le climat, lié à des événements relativement fréquents, ou une faible augmentation de la fréquence d'événements rares, peuvent avoir un effet (également) prononcé sur les phénomènes géomorphologiques et les formes du terrain » (41).

d. Il a suffi, de la même façon, d'assez faibles oscillations au Quaternaire pour entraîner des alternances nombreuses de progression et de régression glaciaire : ces variations répétées ne sauraient toujours être prises pour des cycles complets, nécessitant de puissants changements climatiques.

Leur nombre (peut-être une quinzaine) (42) a même fait imaginer une explication mettant en jeu des « auto-oscillations », qui est basée sur la notion de discontinuité et implique tout un système d'interactions entre climat et couverture glacée. C'est la théorie de Ewing et Donne (43) : l'existence d'une zone cyclonique sur l'Arctique libre de glaces provoquerait d'abondantes précipitations, donc la croissance des masses glaciaires sur les terres bordières; puis l'invasion progressive de l'Arctique par les icebergs, son refroidissement et finalement son englacement total par la banquise; cette masse de glace entretient alors un anticyclone qui s'est substitué à la zone dépressionnaire; il en résulte que les précipitations diminuent, et que finalement la calotte a créé les conditions de sa propre disparition par défaut d'alimentation; sa réduction provoque la montée du niveau des mers, qui contribue à favoriser la pénétration du courant chaud nord-atlantique dans la Mer arctique, et par conséquent la formation d'une zone cyclonique — le processus recommence.

Même si l'on ne souscrit pas à l'ensemble de ces vues et si leur ingéniosité paraît parfois un peu laborieuse, on doit retenir l'idée fondamentale qui l'anime : le rôle des rétroactions successives, moteur d'une évolution qui, sans influence extérieure, aboutit à des retournements de situation et rend compte de nombreux faits — dans certaines limites.

## B. Possibilités de nouvelles interprétations

a. F. TAILLEFER dénonçait justement dans sa thèse ceux qui, pour expliquer toute forme ou toute succession apparente de formes, toute discontinuité statique autrement dit, recourent systématiquement à un « deus ex machina », et ont besoin à tout instant d'un mouvement tectonique judicieux. Or, l'on observera que le remplacement des mouvements tectoniques par les changements climatiques comme facteur fondamental d'explication des discontinuités statiques n'a pas forcément entraîné un progrès dans la nature des explications. On a l'impression que certains chercheurs ont seulement remplacé *une mécanique par une autre*, et qu'ils imaginent à plaisir une oscillation climatique chaque fois qu'ils trouvent une discontinuité, comme naguère ils eussent inventé un mouvement tectonique. Le seul progrès, dans ces cas, réside dans le fait que, si les déformations tectoniques pouvaient être déclarées

(40) J. TRICART, [101], p. 450.

(41) LEOPOLD, WOLMAN et MILLER, [67], p. 94.

(42) L. LLIBOUTRY, [68], p. 912.

(43) *A theory of ice ages*, Science, 1956. Cf. L. LLIBOUTRY, [68], p. 917.

purement locales et se trouvaient donc à peu près invérifiables, un changement climatique doit avoir nécessairement des répercussions sur une région assez étendue.

Quand on sait que le passage du glaciaire à l'interglaciaire ou de l'interglaciaire au glaciaire peut provoquer toute une série de discontinuités et d'évolutions différentes sinon contradictoires, il ne paraît pas toujours justifié de rapporter chaque discontinuité, soit à un glaciaire, soit à un interglaciaire, en multipliant ainsi les cycles, comme si chacun d'eux succédait *soudain* à l'autre. Nous nous méfions du recours *systématique* à un *deus EX machina*, et nous nous demandons si des explications *par l'intérieur*, qui essaieraient de tenir compte de la notion de discontinuité dynamique endogène, ne seraient pas parfois plus satisfaisantes. Ce qui a surtout gêné jusqu'ici, c'est qu'on a eu trop souvent tendance à rejeter ce type d'explication, si toutefois l'on y songeait, comme incompatible avec le continuisme leibnizien ou, si l'on préfère, avec une certaine forme de la logique. Mais, si l'on admet que des discontinuités peuvent se produire au cours d'une évolution graduelle, que des renversements de processus peuvent apparaître au cours d'un mouvement de même sens, que de faibles variations peuvent provoquer des changements de première importance, on peut avoir une vision plus souple et moins « catastrophiste » des variations climatiques et des mouvements tectoniques, et de leurs rapports. Là où une succession évidente d'étapes dans la morphogénèse était expliquée par la succession d'amplés oscillations contradictoires, on peut n'avoir qu'une seule phase d'évolution continue, de même sens : nous en avons donné des exemples.

b. On peut également se demander si certaines terrasses fluviales ne sont pas apparues au cours d'une évolution *continue*; au lieu d'imaginer un climat favorable à l'érosion latérale *puis* un autre, favorable à l'incision, ou d'imaginer une période de stabilité tectonique *puis* une période de soulèvement provoquant l'incision, on peut envisager, par exemple, une aridification progressive du climat faisant succéder l'incision à l'érosion latérale : c'est bien ce qu'a conclu R. COQUE.

De même, certaines terrasses pourraient être l'effet d'un refroidissement progressif, faisant succéder (a) à une phase d'érosion lente, paresseuse, surtout latérale, (b) une incision vigoureuse par des eaux rendues plus abondantes par la diminution de l'évaporation par exemple, puis (c) une nouvelle phase de léthargie relative et de planation latérale par des eaux encombrées par les apports de versants. Dans tous ces cas, on aurait des terrasses; le palier supérieur, le talus et le palier inférieur seraient le produit discontinu d'une évolution continue et de même sens.

Il ne s'agit évidemment pas de remplacer un schématisme, un mécanisme indémontrable, par un autre. Nous n'oublions pas que toute évolution climatique peut entraîner *aussi* des modifications du niveau de base, par glacio-eustatisme par exemple, et qu'entre temps l'écorce n'est pas forcément immobile. L'évolution est un complexe, où interfèrent bien des mouvements : mais on a montré que, justement, ces interférences sont sources de discontinuités. On suggère seulement une *possibilité supplémentaire d'explication*, susceptible d'éviter les difficultés auxquelles se heurte parfois le recours — trop général — à des accidents tectoniques ou climatiques caractérisés.

Bien entendu, les interprétations doivent reposer sur un faisceau de faits et les observations sédimentologiques, polliniques, paléontologiques doivent être également mises en jeu : mais elles-mêmes, prises séparément, ne donnent que des indications relatives et ne permettent que rarement de conjecturer l'ampleur véritable d'un changement climatique.

c. *L'étude des régions-seuils* serait sans doute particulièrement féconde. La richesse des observations de R. COQUE sur les chotts (p. 150-186 de sa thèse), par exemple, le laisse penser. Mais il faut évidemment tenir compte de ce que les régions marginales constituent elles-mêmes un type particulier, qui ne se relie sans doute pas de façon continue aux autres.

d. La théorie des discontinuités amène à se demander s'il n'y a pas quelque chose à reprendre de la théorie de W. PENCK sur les gradins de piedmont, dont on n'a jamais démontré véritablement la fausseté, pas plus qu'on n'a réellement expliqué la forme. On a seulement nié que son fondement logique ait quelque valeur, mais au nom de catégories de pensée *a priori*. Tout ce que nous avons écrit jusqu'ici nous a préparés à ne voir, dans une explication comme celle de W. PENCK, *aucune impossibilité logique*; l'explication ne nous heurte pas. Cela ne veut certes pas dire qu'elle est bonne : mais

qu'elle n'est pas aussi absurde qu'on l'a dit. M. DERRUAU remarque qu'elle était bien commode (44) et que des recherches récentes essaient de l'utiliser, sans trop l'avouer. Si l'on abandonne certains préjugés, peut-être pourra-t-on en tirer meilleur parti.

### III. — LA THÉORIE DES DISCONTINUITÉS ET LA RECHERCHE

Enfin, la théorie des discontinuités permet sans doute d'apporter quelques éléments de discussion dans le domaine des méthodes de recherche elles-mêmes.

#### 1. Pour une certaine conception de la mesure

« Le devenir qualitatif est très naturellement un devenir quantitatif » (G. BACHELARD, *Le nouvel esprit scientifique*, p. 106).

C'est d'abord le cas pour les idées que l'on peut se faire sur le rôle des mesures dans les sciences géographiques. Aussi bien en géographie physique qu'en géographie humaine, les chercheurs oscillent entre la quantophrénie déjà dénoncée par le sociologue SOROKIN et par quelques autres, et la quantophobie qui n'est sans doute pas moins néfaste. Nous avons éprouvé le besoin d'en dire quelques mots dans *Les campagnes toulousaines*. En géomorphologie, on se souvient de l'échange aigre-doux auquel se sont livrés H. BAULIG et P. BIRROT, le premier écrivant que, « si ces mêmes techniques paraissent attrayantes à certains, ne serait-ce pas un peu parce que, promettant des résultats quantitatifs, donc « scientifiques », elles procurent une si confortable économie de pensée », le second redoutant que la réserve à leur égard ne trahisse « la crainte de l'effort nécessaire pour maîtriser les techniques nouvelles » (1).

Le conflit est moins profond sans doute qu'il n'y paraît ou, plus exactement, ses termes ne sont pas toujours bien posés. Car il y a mesures et mesures : si l'on doit attendre beaucoup de certaines d'entre elles, d'autres, peut-être, engagent sur une voie sans issue.

#### A. Des mesures à multiplier

a. Une implication évidente de la théorie des discontinuités est la *recherche des valeurs-seuils*. Elle suppose, souvent, la mise en œuvre de grands moyens : on ne peut être assuré d'avoir découvert une valeur-seuil qu'au bout de très nombreuses mesures répétées dans des conditions différentes, permettant de faire la part des divers facteurs : c'est à peu près la définition de l'expérimentation en physique... L'un des objectifs de nos sciences doit être de *rechercher quels sont les changements de quantité nécessaires pour qu'un changement de qualité se produise*.

On peut en approcher, par exemple, en observant attentivement les séries de nombres. Le classement des Etats du monde selon leur pourcentage de population rurale, la part de l'agriculture dans la production, la consommation de tel ou tel bien par habitant, les revenus par tête, les taux de fécondité ou de mortalité, etc., présente des discontinuités. On en trouverait dans un classement suffisamment compréhensif des débits spécifiques ou des coefficients d'écoulement des rivières, du rapport entre leur charge dissoute et la charge solide en suspension, etc. Même des séries courtes comme celle des mois de l'année peuvent offrir de véritables solutions de continuité, comme nous l'avons montré pour l'irrégularité des précipitations à Toulouse.

(44) M. DERRUAU, [37], p. 114-115.

(1) Cf. H. BAULIG, [12], p. 235.

Ces discontinuités dans les séries séparent généralement des types, dont le comportement, les processus, parfois la structure interne sont différents. Bien entendu, il peut y avoir des marges de recouvrement, comme le montrent les diagrammes du type de la fig. 29 b : les valeurs extrêmes d'un type complexe sont toujours peu ou prou des exceptions, et correspondent, pour les mécanismes propres à ce type, à des seuils de manifestation et d'extinction. Par exemple, on conçoit qu'un agent de transport donné ne puisse élever indéfiniment l'indice d'éroussé d'un galet : en raison de la fragmentation par le gel, de l'écrasement par la glace, etc., celui d'un galet soumis au glacier ne peut dépasser une valeur plafond. De même, pour un certain type de revenu, donc d'organisation économique-sociale, la natalité ne peut s'abaisser au-dessous d'un certain taux, etc. Là encore, il y a emboîtement des discontinuités, puisqu'il y a un minimum absolu de natalité, etc., et un minimum propre à chaque type : la série discontinue elle-même se place entre deux limites.

L'étude des *périodes critiques* paraît également fructueuse. C'est le cas des phases de crise dans une évolution temporelle, c'est aussi le cas des moments critiques de l'année, par exemple, pour les récoltes : on sait que quelques jours de chaleur de trop, ou un retard des pluies, etc., peuvent avoir de lourdes conséquences. Des mesures fines effectuées au cours de ces périodes, comme nous l'avons montré pour juin à Toulouse d'après COPPOLANI, mettent en évidence des discontinuités, et l'on peut calculer la probabilité de leur manifestation.

Certaines valeurs ont une importance toute particulière. C'est le cas de toutes celles que les économistes nomment *marginales*, ou qui pourraient se rapporter au même type. Par exemple, on a pu observer que les métayers, ou tel type de cultivateur à une époque donnée dans une région donnée, pouvaient subsister mais non investir; ils ne disposaient pas de cette marge de revenus, même étroite, qui leur eût permis de progresser et non seulement de maintenir. La connaissance de cette valeur-seuil du revenu est des plus précieuses. Le même genre d'observation a été fait à propos de l'utilisation des revenus : l'utilité marginale du supplément de salaire diffère selon le niveau de celui-ci; on conçoit que, pour un industriel établi en pays sous-développé, la mesure de la marge d'accroissement au-dessous de laquelle il y a absentéisme et au-delà de laquelle il y a assiduité accrue puisse être de toute première importance. De même, en géomorphologie, une marge très mince sépare les valeurs du débit pour lesquelles il y a érosion, ou seulement transport, etc.

b. On a déjà montré qu'un excellent instrument pour la détermination de ces seuils ou de ces marges est le *graphique de corrélation* — que l'échelle en soit arithmétique, semi-logarithmique ou logarithmique. On pourrait en établir des foules en géographie humaine, qui tiendraient compte notamment de la densité de population, de la dimension des agglomérations, etc. On n'utilise pas assez ces constructions. Mais, si l'on s'y décide, il faut établir les diagrammes, et surtout tracer les courbes, avec une prudence égale à celle qui préside à leur interprétation. En particulier, on doit être très sensible aux inflexions des courbes ainsi dessinées, à l'autonomie des différents nuages de points, à la présence de paliers dans les séries.

L'esprit cartésien est sans doute plus satisfait quand la courbe est une droite parfaite traversant 6 ou 7 modules logarithmiques. Certes, nous ne songeons pas à nier que ces droites puissent correspondre à la réalité, dans certains cas. Mais souvent, justement, les inflexions sont instructives. Au lieu de les effacer pudiquement, on aurait parfois intérêt à les souligner. Beaucoup de courbes bien adoucies pourraient montrer, si l'on y regardait de près, des aspérités dont l'étude s'avèrerait riche (cf. fig. 9 D). D'autres que nous en ont établi, comme on l'a déjà indiqué. La connaissance des facteurs qui influencent le *taux de croissance de chaque segment de courbe* permet souvent de trancher.

Dans les séries croissantes, la recherche des discontinuités et des paliers qu'elles séparent peut se faire sur des histogrammes suffisamment fins, qui seront ici préférés aux courbes cumulatives, apparemment plus savantes mais qui émoussent les discontinuités, et dont l'intérêt est ailleurs. En particulier, une carte par plages est infiniment plus expressive, et en tout cas beaucoup plus scientifique, si l'on peut choisir les coupures entre les teintes en fonction des discontinuités apparentes sur l'histogramme, que si l'on choisit ces coupures au hasard ou de 10 en 10; ce n'est évidemment pas toujours possible, ni d'ailleurs toujours fructueux; le tout est que l'on y songe.

c. L'un des efforts dont on peut attendre le plus est sans doute la *multiplication des études fréquentielles*. Nous en avons nous-mêmes apprécié l'intérêt dans la description du climat toulousain.

A condition qu'on ait suffisamment d'observations pour que la recherche de fréquences ne soit pas un vain jeu, on tient là un précieux instrument de travail.

En particulier, savoir combien de fois on dépasse, ou l'on a de chances de *dépasser une valeur-seuil* peut être capital. Qu'on songe au rôle de la fréquence des pluies torrentielles pour l'érosion — au-delà d'une certaine quantité en 24 h par exemple —, des pluviosités trop faibles ou des valeurs critiques du rapport pluies/températures pour la végétation, de la vitesse du vent pour la houle, de la vitesse critique à partir de laquelle les galets sont transportés, etc. (2)...

Ici, la construction de *courbes cumulatives*, sur lesquelles on peut chercher la fréquence d'une valeur-seuil, est fondamentale. On en a de nombreux exemples pour le rôle des crues notamment : l'intérêt de la mesure de la fréquence des débits à pleins bords comme, d'un autre point de vue, le rôle des débits de fréquence 10 %, ont été souvent soulignés (3). Mais c'est sans doute le seul chapitre de la géographie physique où les calculs de fréquence aient été systématiquement employés. J. TRICART a très justement insisté sur les avantages de ces calculs dans de nombreux autres domaines, comme les pentes des versants, et il serait inutile de reprendre ici son exposé.

Il est probable, en outre, que l'on aurait tout à gagner à voir se développer les *calculs de corrélations et de régressions* tels que Ch.-P. PÉGUY, par exemple, les a exposés à l'usage des géographes (4) et qui ont été si pleinement exploités par un P. REY dans ses travaux de biogéographie (5).

d. La mesure des seuils permettra elle-même de *vérifier dans quels cas s'applique la théorie des discontinuités*. Dire que tel accident topographique peut s'expliquer par le franchissement d'un seuil et non par un mouvement tectonique ou un changement de climat n'est pas substituer une métaphysique à une autre : le jour où l'on aura déterminé un nombre suffisant de valeurs-seuils, on pourra contrôler de telles affirmations.

Déjà, on dispose de quelques-unes de ces mesures en morphologie fluviale, en particulier grâce aux efforts de LEOPOLD. Les ingénieurs ont déterminé les limites d'Atterberg pour certains types de sols, les hydrauliciens ont également établi des valeurs critiques du débit, de la compétence, etc. En géographie humaine, la collection n'est pas très riche, mais elle est commencée : agronomes, économistes, démographes, urbanistes ont trouvé des valeurs critiques, que le géographe utilise, et qu'il enrichit d'ailleurs de ses monographies — récemment, P. GEORGE faisait état du seuil de population urbaine à partir duquel le retour des travailleurs à domicile pour le repos de midi devenait généralement impossible (300 000 à 400 000 habitants) (6). Les planificateurs des pays socialistes « se préoccupent de définir des seuils rationnels de dimensions » (7) et observent que, « dans les conditions techniques actuelles, on peut assurer l'équipement optimum et le meilleur rendement des services pour une ville de 300 000 habitants. Tout ce qui est possible doit être fait pour éviter que les plus grandes villes dépassent ce seuil, à l'exception de la capitale qui paraît se situer au niveau d'un autre seuil » (8). J. LABASSE consacre un chapitre de son *Organisation de l'espace* (9) à cette recherche de seuils, faisant d'ailleurs état de conclusions différentes, car les valeurs des seuils varient évidemment selon le type d'organisation socio-économique et, en ce qui concerne l'aménagement, selon les préoccupations des planificateurs. Il faudrait accroître considérablement l'effort, et faire la recension systématique de ces valeurs.

## B. Mesures concrètes et calculs théoriques

a. Cela enrichira un arsenal de valeurs caractéristiques : c'est une forme très rudimentaire de mathématique. En fait, ces mesures, ou cette quantification comme on dit parfois, *ne sont rien d'autre*

(2) M<sup>lle</sup> VINCENT vient de mettre en évidence l'intérêt des mesures de fréquence des « averses-seuil » à partir desquelles se déclenche le ruissellement dans les rivières cévenoles ([102], p. 551).

(3) Voir le diamètre de 35 % des galets, etc. (LEOPOLD, [67], p. 195).

(4) Ch.-P. PÉGUY, [77], 1957.

(5) P. REY, [78].

(6) P. GEORGE, [43], p. 240.

(7) P. GEORGE et M. ROCHFORT, [45], p. 563.

(8) *Ibid.*

(9) J. LABASSE, [60], p. 269-273.

qu'une façon de mieux décrire. Et tout ce qui contribue à améliorer la description des faits est bienvenu : souvent, l'explication est contenue dans une description suffisamment précise, comme la solution dans un problème bien posé.

b. Encore faut-il que la précision apportée par la mesure ne soit pas fallacieuse. Même si l'on croit à la légitimité des efforts pour établir des relations entre la dimension des vallées et certains phénomènes comme les débits, la charge transportée, etc., et c'est évidemment notre cas, on peut être sceptique en ce qui concerne l'intérêt de certaines mesures de HORTON et de ses émules. Tout le chapitre de LEOPOLD, WOLMAN et MILLER sur la morphométrie des bassins fluviaux paraît un peu gratuit et l'on n'a pas l'impression qu'ici la mesure ait beaucoup servi. Il en est de même pour le calcul du taux d'amenuisement des galets en fonction de la distance — si l'on ne tient pas compte de la nature des roches ni de la fréquence des confluences. Certaines recherches paraissent insuffisamment fondées, semblent dépourvues de justification théorique — pour ne pas parler de leur intérêt pratique.

Mais il reste que l'on préférerait de beaucoup voir se multiplier les mesures, même si elles devaient, par accident, aboutir à des naïvetés. Il faut à la fois disposer de moyens puissants afin de trouver les seuils et les corrélations décisifs, et ne pas être dupe des nombres. *La mesure dans la mesure* est sans doute l'un de ces équilibres que l'on ne parvient jamais tout à fait à atteindre.

c. On en a un exemple avec les débordements auxquels se livrent parfois les géographes. Dans certains cas, des démonstrations laborieuses à grand renfort d'équations parviennent péniblement à retrouver ce que le bon sens, ou la simple application de principes depuis longtemps démontrés, avaient déjà permis d'observer (10). H. BAULIG a noté plus d'un exemple de cet ordre, et montré que d'impressionnants appareils mathématiques cachent parfois de vulgaires tautologies (11). Son dernier article sur la Morphométrie est un modèle de réflexion, qui mérite d'être longuement médité.

Il faut donc s'entendre sur l'objet du calcul. Que celui-ci soit mis au service d'une description aussi fine et aussi exacte que possible, de la recherche de fréquences et de corrélations, avec toute la prudence et le sens des réalités nécessaires, semble indispensable. Qu'il serve à imaginer des tendances et des états finaux, des courbes qui estompent toutes les aspérités de la nature et font s'évanouir toutes les discontinuités peut paraître dangereux, sinon vain, et représente parfois un véritable détournement du calcul (12). La distinction de ces deux types de quantification n'est malheureusement pas toujours assez nettement faite (13), et de cette confusion peuvent naître bien des illusions et s'ouvrir de fausses routes.

Plus que des connaissances étendues en mathématiques, ces mesures, dont l'amplification devrait être fructueuse, demandent donc de la prudence, et ne doivent pas être conduites à l'aveuglette. L'esprit de finesse ne doit pas cesser d'accompagner l'esprit de géométrie. « Il va de soi que le calcul, tout comme l'expérimentation, ne peut donner de réponse claire qu'à une question bien posée. En morphologie, cela exige une analyse préalable des phénomènes naturels, de leurs éléments mesurables, des processus en jeu et de leurs relations possibles » (14). On retrouve le même type de notation chez SIMIAND : « Tout cet appareil mathématique et ces systèmes d'équation fabuleux ne doivent pas nous en imposer : ils n'apportent pas de vérité par eux-mêmes; ils ne valent que ce que valent les bases sur lesquelles ils sont construits » (15).

A chaque science ses méthodes, et son emploi du nombre. Le géographe n'a pas à redémontrer péniblement les théorèmes de physique ou à recopier des tranches de manuels pour ingénieurs. Tra-

---

(10) Au terme de 6 pages de calculs, R. SOUCHEZ conclut : « Par conséquent, un secteur d'ablation présente une pente plus forte qu'un secteur d'accumulation... » ([87], p. 23).

(11) On en trouve de nombreux exemples dans les recherches de « science régionale »; cf. in P. HAGGETT, [51].

(12) « Quant au calcul, lorsqu'il se présente comme un instrument de recherche, lorsqu'il prétend atteindre des conclusions inaccessibles par des moyens plus simples et plus directs, il éveille la défiance » (H. BAULIG, [10], p. 25). La première partie de la phrase est sans doute malheureuse, mais H. BAULIG vise ici le calcul qui se nourrit de formules empiriques, non la mesure des formes.

(13) C'est notamment l'impression que laisse la lecture de la Préface de LEOPOLD, WOLMAN et MILLER, [67].

(14) H. BAULIG, [13], p. 399.

(15) F. SIMIAND, in *L'Année sociologique*, XI, 1911, p. 529.

vaillant sur des complexes, il doit en mesurer les éléments et surtout rechercher des fréquences. *Sa méthode numérique est statistique.* Mais alors, précisément, le maniement de ces statistiques exige que le géographe soit familier des principes mêmes de la statistique. Or, dans l'état actuel des choses, sa formation est nulle en ce domaine. Trouverait-on excessif qu'il soit aussi bien armé que le psychologue, le sociologue ou l'économiste ?

## 2. Pour une réflexion synthétique

Une méthode de recherche communément employée, notamment par les tenants des théories de DAVIS, consiste à isoler par la pensée chacun des éléments d'un complexe afin de conjecturer son comportement : on imagine ainsi ce que devient le débit d'amont en aval, ou au cours du « cycle » ; puis la pente des versants ; puis les apports solides, etc. Comme, en général, on envisage des évolutions linéaires, on estime que le résultat est non moins graduel. Cette méthode analytique a été portée à son plus haut degré d'abstraction par P. BRROT dans le premier chapitre des *Méthodes de la Morphologie*.

On peut se demander si cette méthode analytique est légitime.

A. D'une part, il est facile de montrer que l'addition de deux courbes régulièrement croissantes ou décroissantes peut fort bien donner pour résultat une courbe à deux branches (cf. fig. 16). Nous avons déjà donné de nombreux exemples de discontinuités apparaissant dans la conjonction de deux évolutions graduelles.

D'autre part, *il y a une discontinuité de nature entre le complexe et ses éléments*, entre le tout et ses parties, en raison des interactions qui se produisent : « N'est-ce pas dire qu'un ensemble complexe ne se comprend que comme ensemble ? Un géographe est tout prêt à l'admettre » (16). La méthode analytique ne pourrait avoir de valeur que si elle tenait compte aussi de toutes les interactions possibles en suivant l'évolution d'un des éléments. Autrement dit, il faut constamment imaginer l'évolution simultanée de tous les éléments, en eux-mêmes *et dans leurs interactions*. La valeur de la méthode analytique est à ce prix.

Admissible peut-être pour des complexes pauvres, cette méthode dépasse très vite les limites de l'imagination. On se demande s'il existe un esprit assez puissant pour concevoir à la fois, dans toute leur richesse, et non en les appauvrissant exagérément, l'ensemble des conséquences d'un bombement tectonique, ou même d'une simple modification du niveau de base, pour les vallées d'une région donnée : avec toutes leurs étapes, à travers toutes les discontinuités qui peuvent intervenir, et toutes les différences de comportement d'une vallée à l'autre. Bien entendu, n'importe qui peut admettre qu'un abaissement du niveau de base conduira la rivière à creuser — si toutefois son débit est suffisant. Mais en dehors de cette lapalissade ? On pourra imaginer — gratuitement — un état final, une tendance générale ; mais non l'enchaînement des stades intermédiaires. Et qu'est-ce qui importe au chercheur : une finalité jamais atteinte, ou la richesse du réel ?

B. H. BAULIG a écrit à ce sujet des lignes pénétrantes, surtout dans ses derniers travaux. Il avait déjà montré l'erreur des déductions de JOVANOVIC dont la tentative « revient à vouloir construire la loi d'un phénomène complexe à partir de ses facteurs » (17). « Une autre question de principe est de savoir si la micromorphologie, appuyée sur la morphométrie, donnera la clef de la macro-morphologie » : on retrouve ici l'idée de discontinuité dans l'échelle des faits (18). Et H. BAULIG ajoute : « Un tissu est plus qu'un agrégat de cellules. Un ravin naissant n'est pas l'image fidèle d'une vallée... » (19).

---

(16) H. BAULIG, [13], p. 405.

(17) H. BAULIG, [13], p. 392.

(18) *Id.*, *Ibid.*, p. 407.

(19) *Id.*, *Ibid.*, p. 409.

Bref, « Il n'est pas certain que l'intelligence analytique des mécanismes conduise directement à la compréhension des formes résultantes » (20); « Il y a impossibilité, dans les systèmes en équilibre mobile, de considérer séparément les différents facteurs dont l'interaction est précisément ce qui constitue l'équilibre » (21).

P. BIROT est plus optimiste : il ne croit pas à une discontinuité véritable entre les éléments de l'analyse et le complexe lui-même, mais à de simples difficultés dues à la multiplicité des facteurs (22). Il semble surtout tirer argument de l'attitude des chercheurs en sciences exactes. Il est vrai que l'expérimentation, en physique, consiste finalement à isoler les éléments. Mais il s'agit d'une tout autre science, de nature sans doute différente : la coupure entre sciences physiques et sciences naturelles est autre chose qu'une simple cloison universitaire. On peut arriver à connaître parfaitement les éléments d'une expérience de laboratoire : on peut travailler sur des corps simples, chimiquement purs. Mais il n'est pas question de connaître de la même manière les éléments d'un complexe naturel — ou social. Les méthodes des ingénieurs et celles des physiciens ne sont pas transposables dans certaines sciences; nous n'avons d'ailleurs pas à prévoir mais, comme l'écrit P. BIROT, à « comprendre le relief » (23) — ou la région.

A ce sujet, les tendances récentes de la « science régionale » dénotent la même confusion, peut-être plus grave encore. On s'y efforce de transposer les lois de la physique (24) sans même se demander si la démarche est fondée, sans apercevoir la discontinuité de nature entre les deux disciplines. Après les abus de l'anthropomorphisme en géomorphologie, on commence à observer les ravages de la physiomanie en géographie humaine.

C. La construction de modèles théoriques simples et universels ne saurait être pour le géographe un artifice de recherche très fécond : à chaque science ses techniques. Et nous avons infiniment mieux que ces modèles nécessairement pauvres qui, comme le dit P. BIROT, « ne sont jamais exactement réalisés dans la nature » (25) : nous avons la nature elle-même. Toutes nos expériences sont déjà réalisées. On peut en comparer leurs résultats. Et, en confrontant les divergences de résultats avec les différences de composition des complexes, on parvient aux explications. En cherchant bien, justement, on trouvera toujours le complexe réalisé qui se trouve proche des conditions que l'on veut obtenir pour apprécier le rôle de tel ou tel facteur. Rappelons, en outre, que l'étude des résultats d'une évolution a pour avantage inappréciable celui d'intégrer la durée et par conséquent toutes les discontinuités : l'étude des sédiments et celle des formes est au moins aussi précieuse que celle des processus.

Imaginer des rapports théoriques jamais réalisés dans la nature, faire des expériences de laboratoire qui n'ont rien de commun avec les conditions réellement présentes dans la nature, peut paraître hors de propos. La discussion sur des types idéaux ne semble pas susceptible de faire avancer une science du type de la géomorphologie ou de la géographie humaine; au contraire, elle peut aboutir à des schémas sclérosants, non seulement infiniment pauvres par rapport à la réalité, mais encore erronés parce que l'on supprime les interactions et que l'on efface les discontinuités.

On a bien mieux à faire : l'étude comparative des complexes, la méthode globale si l'on veut, est la plus fructueuse, peut-être la seule légitime. Et c'est bien celle que l'on applique généralement, voire instinctivement : la géographie générale se nourrit sans cesse de la géographie régionale. On peut en tirer quelques principes, des corrélations habituelles, des probabilités de rapports. Non, sans doute, des lois simples : mais les sciences les plus avancées ne renoncent-elles pas, peu à peu, à celles-ci ?

---

(20) *Ib.*, [10], p. 29.

(21) *Ib.*, *Ibid.*, p. 71.

(22) P. BIROT, [15], p. 162.

(23) *Ib.*, *Ibid.*, p. 163.

(24) Le « principe de moindre action », la gravitation, la théorie du champ magnétique, la théorie de l'absorption de la lumière, l'entropie, le principe des vases communicants, la gravité, le « principe de self-répulsion », les phénomènes de frottements sont tour à tour invoqués pour des études urbaines dans les 50 premières pages de P. НАССЕТТ, [51], qui fait état de formules empiriques incroyablement laborieuses (comme celle de Helvig, p. 38) et trouve que l'attraction d'une ville en fonction de la distance correspond à une « strongly leptokurtic lognormal bivariate distribution » (p. 41).

(25) P. BIROT, [15], p. 163.

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

L'analyse n'est évidemment pas à rejeter. Par exemple, l'analyse des mécanismes peut aider; elle est indispensable encore que, comme l'écrit H. BAULIG, elle « trouve bientôt sa limite » (26). Recherche analytique et recherche synthétique sont en rapport d'interaction positive. Mais il s'agit alors d'une *analyse objective*, mesurant des processus réels. Ce que l'on conteste, c'est la valeur des déductions analytiques, de la recherche de « lois » qui régiraient le comportement d'éléments détachés du complexe en dehors duquel ils n'existent pourtant pas.

D. « Au fond, la méthode de DAVIS, divisant la difficulté, simplifiant délibérément les problèmes, procédant en somme par approximations successives, répugnait profondément à l'esprit allemand, avide de totalité... ». Soyons donc un peu plus allemands... et remarquons que Henri BAULIG, en écrivant ces lignes (27), se gaussait d'une attitude qu'il semble avoir beaucoup mieux comprise dans ses derniers articles, suivant ainsi la même évolution qu'à propos des discontinuités.

Quand P. BIROT écrit qu'il y a trois écoles de géomorphologues selon le facteur qu'ils privilégient, variations tectoniques, eustatiques ou climatiques, on peut se demander si un autre classement n'a pas plus de sens : celui qui sépare les tenants de l'analyse séparative et de l'abstraction linéaire, des chercheurs qui, apparemment moins imaginatifs, s'efforcent de déceler des rapports et des interactions effectivement réalisés. Là où l'un écrira que « plus la crue est forte plus l'érosion des berges est active », l'autre remarquera que ce ne sont pas forcément les plus grandes crues qui font le plus grand travail, car il faut aussi tenir compte du moment de l'année où elles se produisent : LEOPOLD, WOLMAN et MILLER (28) ont montré que, dans certaines régions du centre nord des Etats-Unis par exemple, les crues les plus agressives sont celles qui se produisent en fin d'hiver, bien qu'elles soient moins hautes que les crues estivales, parce que le dégel sur les berges facilite leur travail.

Pourtant, même des chercheurs qui ont le sens des interactions et des discontinuités ont parfois tendance à raisonner aussi sur des types idéaux, sans toujours le dire. Nos trois Américains, par exemple, envisagent souvent une rivière abstraite non définie, en un endroit non précisé du lit, même s'ils appuient leur démonstration sur des mesures réelles; on ne sait pas toujours de quelle dimension de rivière il s'agit, de quel régime, de quel type de climat, etc. : ces travaux paraissent alors plus près de ceux des hydrauliciens que de ceux des géomorphologues. On a, évidemment, besoin d'un effort d'épuration; mais les principes sont contingents et se manifestent généralement entre des seuils-limites : il faudrait à tout moment préciser *dans quelles conditions s'applique l'observation*.

Une certaine géomorphologie n'est pas seule en cause. C'est, si l'on y regarde de près, une attitude de cet ordre qui a conduit aux aberrations que l'on sait sur le déterminisme en géographie humaine, sur le rôle de l'eau dans la structure de l'habitat, sur le rôle des chemins de fer dans l'exode rural, sur l'évolution démographique en fonction des revenus (29) et même sur le rôle des caractères raciaux, ou autres perversions de la pensée « scientifique ». A bien des égards, cela correspond à une attitude archaïque de la pensée scientifique, qui consiste à rechercher la cause finale alors que nous n'observons que des corrélations, entre des facteurs dont aucun n'a de rôle en lui-même, dont l'action ne se conçoit qu'au sein d'un complexe.

Loin de nous l'idée de prétendre rejeter toute théorie — ce que contredirait d'ailleurs ce travail lui-même. On croit seulement que la théorie, dans des sciences qui ont affaire à des juxtapositions de complexes ayant tous leur originalité, doit être nourrie par la confrontation des complexes, qui permet la recherche des corrélations; et non par une déduction abstraite sur des éléments isolés, qui amène à avouer que l'« on voit bien les principes, mais leur réalisation n'est pas aisée »... (30).

« Loin que ce soit l'être qui illustre la relation, c'est la relation qui illumine l'être » (31).

(27) H. BAULIG, [10], p. 24.

(28) LEOPOLD, WOLMAN et MILLER, [67], p. 88.

(29) Cf. la critique des idées de Lowenstein par PASSET, [76]; on en trouverait de nombreux exemples en économie politique.

(30) P. BIROT, [15], p. 19.

(31) G. BACHELARD, [4], p. 144.

### 3. Types et complexes

Ce que le géographe observe, ce sont des complexes réalisés et en train d'évoluer. Aucun d'entre eux n'est exactement identique à un autre, ce qui justifie amplement le caractère fondamentalement monographique des recherches en géographie. Mais ces complexes peuvent généralement se classer en types, que séparent souvent de véritables discontinuités : « le type discontinu et qualitatif prédomine ici sur la loi » écrit G. GURVITCH à propos de la biologie, de la psychologie ou de la sociologie (32).

A. Chacun de ces types a ses mécanismes propres, sa logique interne, un dynamisme différent de ceux des autres types. Des seuils de relais les séparent. A chacun correspondent des critères, des valeurs, voire des courbes différentes. L'utilisation des statistiques fréquentielles, et notamment des courbes cumulatives qui en dérivent, est particulièrement précieuse ici. On peut déceler des familles de courbes aux différences caractéristiques dans les mesures granulométriques ou clinographiques, comme dans les structures par âges, par tailles d'exploitations agricoles, par dimensions d'agglomérations urbaines, etc. : autant de courbes qui sont aux types géographiques ce que les spectres sont aux corps chimiques. *Rechercher le spectre* de chacun de ces types doit être une tâche essentielle du géographe. Cela revient à prendre une connaissance exacte des *structures* du complexe.

La vogue récente de la notion d'économie d'échelle témoigne de ce que l'on a pris conscience de ces discontinuités: les économistes recherchent des lois différentes selon la dimension des entreprises, montrent que des seuils les séparent, recherchent les coûts minima ou les revenus maxima selon le volume de la production et ne songent plus à tracer dans ces domaines des courbes continues; ils savent que le monopole, l'oligopole et le polypole, qui ne diffèrent apparemment que par le *nombre* des entreprises, sont soumis à des lois, ou tout au moins régis par des comportements différents; cela vaut aussi bien pour les ateliers de production agricole que pour les établissements industriels. On pourrait étendre cette diversification des échelles aux agglomérations urbaines et même aux régions.

Ces recherches supposent un développement constant des mesures — nous avons déjà dit de quel genre —, des constructions graphiques pour la recherche des corrélations et des écarts, et de la *cartographie systématique*. La comparaison de cartes et les mesures sur les cartes restent les meilleurs moyens de comparer des complexes. Ils restent les instruments fondamentaux du géographe et il n'y a aucune raison de les négliger au profit de calculs hasardeux et abstraits. Il est significatif et heureux que, depuis peu d'années, les géographes donnent l'impression de découvrir — ou de redécouvrir — les mérites de la cartographie systématique : la floraison récente des cartes géomorphologiques, des cartes de structures et de paysages agraires et des atlas régionaux en est un signe évident. On n'en fera jamais assez dans ce domaine, car c'est encore *la carte qui permet le mieux de mettre en valeur les discontinuités spatiales*, qui sont souvent la trace de discontinuités dynamiques — de discontinuités entre types. A cet égard, la cartographie de synthèse régionale devrait être particulièrement fructueuse. Mais, certes, il ne s'agit toujours que d'instruments de travail, non d'un but.

B. Il est fréquent que ces types, apparemment irréductibles l'un à l'autre, ne représentent en fait que des maillons d'une chaîne, comme nous l'avons déjà montré. Si l'on veut bien admettre que les complexes, c'est-à-dire les individus qu'étudie le géographe, se classent en des types, qui sont parfois eux-mêmes des éléments d'une série, on observera que *la contradiction apparente entre science nomothétique et science idiographique est un faux problème*. Se nourrissant de monographies et se parachevant dans la monographie, la géographie peut — et doit — dégager des types et des corrélations. Mais il est bien évident qu'elle ne saurait, en raison de la nature des choses, parvenir à des lois simples et générales du genre de celles que l'on obtient en physique classique — et dont, d'ailleurs, le carac-

---

(32) G. GURVITCH, [48], p. 21.

tère relatif a été mis en relief dans la première moitié de ce siècle. Rechercher de telles généralités est littéralement perdre son temps.

« Il n'y a de science que du général » est encore l'une de ces formules aristotéliennes qui encombrant notre horizon mental et nous amènent inconsciemment à chercher à tout prix la généralisation; les étudiants classent la « géographie générale » bien au-dessus de la « géographie régionale » sans voir qu'il n'y a pas différence de niveau, mais interaction dialectique entre les deux, du moins si cette géographie « générale » est une géographie des types complexes et non une spéculation analytique quelque peu détachée du réel. « L'éternel conflit entre concret et abstrait », ou entre type et individu, est en réalité une association de secours mutuel. « Concret et abstrait ne peuvent se séparer. Ce sont deux aspects solidaires, deux caractères inséparables de la connaissance. Sans cesse, ils passent de l'un à l'autre : le concret déterminé devient de l'abstrait — et l'abstrait apparaît comme du concret déjà connu » (33).

J. TRICART explique (34) qu'une *cuesta* n'est pas identique à une autre *cuesta*, mais qu'il y a un type de relief qui est la *cuesta*. Il oppose cette observation à la nature épistémologique de l'histoire, qu'il conçoit comme une discipline d'érudition, n'étudiant que des cas particuliers. Implicitement, il devrait en dire autant de la géographie régionale. Il y a cependant ici une confusion. D'une part, l'histoire, comme la géographie régionale, étudie, certes, des individus, des cas particuliers. Mais elles ne peuvent le faire sans un arsenal de connaissances générales sur les mécanismes, les types d'évolution, etc. D'autre part, la comparaison de ces cas particuliers permet de détecter des types d'évolution, de mécanismes, de rapports, qui en retour aident à l'explication d'autres cas particuliers. On ne voit pas qu'il y ait de différence de nature entre la géographie et l'histoire — ce qui est peut-être la meilleure explication de leur intime et apparemment indissociable association dans l'enseignement supérieur français.

C. Il en résulte notamment qu'une géographie générale humaine qui néglige délibérément la notion de types n'est pas plus fondée qu'une géomorphologie qui néglige la notion d'échelle ou de type morphogénétique. Pourtant, la recherche de lois « générales », pures, dégagées de toute contingence, les raisonnements linéaires, sévissent encore souvent en géographie humaine. Or, on peut se demander si, hormis quelques principes élémentaires et quelques définitions communes (35), il existe la moindre loi en géographie humaine. Ce que l'on observe, ce sont des complexes, qui peuvent être classés en types, et dont la comparaison permet de dégager des corrélations habituelles — mais non obligatoires — valables seulement à l'intérieur de ces types, en raison précisément des discontinuités qui les séparent. Pourquoi une science de cette nature serait-elle moins attrayante qu'une science qui vise à établir des lois absolues dans des conditions parfaitement pures ?

Si les notions de type et de complexe sont clairement conçues, l'observation des faits peut d'ailleurs permettre l'élaboration de modèles, comme nous l'avons fait dans le chapitre II de la Deuxième partie. Cela consiste à passer par-delà le contingent, le particulier, ce qui fait la personnalité de chaque complexe pris isolément, pour distinguer les traits communs à divers complexes de même nature : par exemple « les régions d'estuaires », « les vals », etc. Mais en général un modèle ne saurait être universel — sauf peut-être dans quelques cas. Il ne vaut qu'à l'intérieur d'un type (36) : on comparera par exemple les régions d'estuaires en Europe occidentale, une étude universelle paraissant parfaitement vaine. La comparaison des modèles élaborés pour des types différents peut alors être une démarche fructueuse.

(33) H. LEFEBVRE, [65], p. 82-83.

(34) J. TRICART, [101], p. 78.

(35) Comme l'opposition entre le plan régulier des villes créées et le plan désordonné des villes spontanées, l'extension des banlieues le long des axes de circulation ou le caractère généralement ouvert des paysages agraires à contraintes collectives : il ne s'agit guère que de ressemblances dans des formes ou des mécanismes élémentaires. Il est certain qu'en présence de certains problèmes tous les groupes humains ont des réactions identiques; nous voulons seulement dire que ces généralités à l'échelle du globe se réduisent finalement à peu de choses et ne s'observent que pour des éléments simples de l'analyse.

(36) D'où la division systématique des *Précis* récents de P. GEORGE, ([41], [42], etc.) selon les types socio-économiques.

*La reconnaissance des types, et la comparaison des complexes à l'intérieur de ces types*, nous paraît être la tâche fondamentale du géographe. A bien des égards, cette proposition peut être reçue comme une banalité : sous une forme ou sous une autre, elle a été souvent émise. Mais une science se juge à ses résultats et à ses tendances objectives, non à ses déclarations. Or on est frappé par la persistance du goût pour la généralisation, la réflexion analytique et linéaire. Seuls les progrès de la géographie zonale en géomorphologie, de la géographie humaine par grands types économiques et sociaux comme la pratique P. GEORGE, représentent dans ce domaine une acquisition tangible. Suffisent-ils ?

D. Cette comparaison doit se faire aussi *dans le temps*. La recherche des discontinuités dans l'évolution, et de la succession des types d'organisation est capitale : car les mécanismes, les comportements y suivent des voies différentes. P. GEORGE a intitulé un chapitre de son dernier ouvrage (37) « Le temps discontinu » ; mais il y envisage essentiellement les discontinuités de type exogène : guerres, épidémies, catastrophes naturelles, changements de frontières, etc. Il faut aussi mettre en évidence les discontinuités endogènes de l'évolution des sociétés, les ruptures produites par évolution interne. Certes, une société n'est pas isolée et les événements extérieurs l'influencent ; ils peuvent même provoquer certaines ruptures ; mais des mutations sont aussi produites de l'intérieur, même si les événements extérieurs jouent plus ou moins le rôle de catalyseurs : notre étude de l'évolution des campagnes toulousaines est largement basée sur cette recherche, et a montré que bien des comportements, finalement des principes de géographie générale (à propos du rôle de la grande propriété, de la petite exploitation, du métayage, des étrangers, de l'habitat dispersé, de l'émigration rurale, du choix de productions, de l'influence des villes, etc.) ne sont valables qu'à certaines époques, et peuvent se transformer en leur contraire à l'époque suivante.

E. L'individu par excellence, dans les recherches géographiques, est la région : une combinaison originale d'éléments physiques, ou d'éléments humains, ou d'éléments physiques et humains. Cela est vrai quelle que soit la définition que l'on donne à ce mot, quel que soit l'adjectif qu'on lui accole, quelle que soit la dimension qu'on lui attribue. Cela est vrai aussi bien en géographie physique qu'en géographie humaine : un complexe naturel, c'est toujours une région.

*La région est l'expression même de la discontinuité*. Irréductible à ses voisines, elle a des traits d'ensemble originaux, une certaine physionomie, même si chacun de ses composants ne varie que graduellement d'une région à l'autre. Un petit pays, une « région homogène », c'est une combinaison particulière, unique, entre des éléments qui ne changent souvent que progressivement — même si, parfois, des discontinuités à l'intérieur de chacun des éléments (un accident topographique, un changement de nature des sols, etc.) souligne partiellement la limite du pays. Les limites d'une « région polarisée » marquent non moins évidemment une discontinuité majeure dans la distance par rapport au noyau.

Or, ces complexes, ces régions même, peuvent se classer en types, et la comparaison des individus qui constituent le type est spécialement enrichissante, si elle est spécialement difficile. Les principaux résultats de la géographie humaine n'ont été acquis que lorsqu'on a comparé des combinaisons régionales, c'est-à-dire des ensembles. Isoler un élément particulier comme l'habitat rural, ou les champs en lanière, ou les chemins de fer, et tenter sa théorie, sa « géographie générale », aboutit à des approximations abusives ou à des banalités superficielles, et ouvre bien des fausses pistes : il y a eu suffisamment de discussions stériles pour le prouver.

P. GEORGE écrit à plusieurs reprises qu'il faut renoncer à rechercher des espaces finis, qui ne sauraient exister (38). Il est bien certain qu'à la lettre, et si l'on étudie une région analytiquement, composant par composant, on trouve la continuité, sauf exception. Mais la démarche analytique est ici plus insuffisante encore qu'ailleurs. Une région — qu'elle soit dite « homogène » ou « polarisée » — ne se définit pas par la juxtaposition d'activités, de paysages et de populations ; elle est combinaison ; or, quel que soit le caractère graduel de la variation de chacun des éléments dans l'espace, il est un point à partir duquel la combinaison change de nature : soit parce qu'un des éléments se transforme

---

(37) P. GEORGE, [44], p. 50.

plus rapidement en ce lieu et entraîne la modification générale du complexe, soit parce que le système d'interactions lui-même a, par évolution graduelle de chacun des éléments, changé de nature : ce n'est pas le seul cas où la continuité de la variation des éléments entraîne la discontinuité de la variation de l'ensemble.

Le géographe a souvent observé, même dans le paysage, qu'on « change de région » à tel endroit; cette connaissance empirique est insuffisante, car le paysage n'enregistre pas strictement toutes les différences et, n'étant qu'un des éléments du complexe même s'il en traduit d'une certaine façon la plupart des aspects, peut ne se modifier qu'assez lentement; mais elle revient à noter une *discontinuité de synthèse*. Les régions ont des limites; celles-ci ne sont pas toujours aussi floues qu'on veut bien le dire quand on est trop influencé par l'évolution graduelle de certains de leurs éléments. Bien entendu, il n'est pas deux villages, deux terroirs qui se ressemblent; mais c'est un problème que nous avons déjà rencontré : il y a des types de combinaisons entre les éléments; chacun de ces types est une région; ils sont séparés dans l'espace par des discontinuités, qui sont produites par l'évolution plus ou moins graduelle de chacun de leurs éléments — qu'il s'agisse de traits du paysage ou de la distance à la métropole.

Cette étude sur les discontinuités en géographie, partie de tout autres considérations, rejoint donc ici une conviction que nous avons progressivement acquise, la croyance aux vertus d'une géographie régionale systématique, reposant sur le classement des types de régions et leur comparaison. Le géographe, certes, fait à tout moment cette démarche, mais plutôt par bribes, de façon encore analytique : l'explication des divergences dans le comportement de tel élément, d'une région à l'autre, est le fondement de toute géographie générale. Mais, en privilégiant l'étude d'un élément, on risque de commettre des erreurs d'appréciation. Les inconvénients de la méthode séparative sont graves, parce qu'elle demande une rare prudence. La *géographie régionale comparée systématique* — qui n'est certes pas une nouveauté mais qu'on peut estimer beaucoup trop peu pratiquée — nous paraît devoir être plus fructueuse, précisément en raison de cette discontinuité de nature entre les éléments pris isolément et le complexe qu'ils forment : passera-t-on de la *géographie* à la *chorologie* ?

---

(38) « Le but jamais atteint par la recherche géographique est d'enfermer les phénomènes qu'elle saisit dans un espace fini : la région »; « La difficulté ... procède du fait qu'il n'y a jamais d'espace fini à l'égard de tous les phénomènes... Il faut se résigner à en prendre acte et à représenter des superpositions d'espaces finis différents, correspondant chacun à un phénomène ou à un groupe de phénomènes, à un rapport ou à une forme de corrélation ou de relation » (P. GEORGE, [44], p. 9).

## CONCLUSION

La théorie des discontinuités nous paraît donc susceptible de contribuer à définir la nature même des sciences géographiques.

Elle nous fait concevoir *une géographie sans lois*, mais qui repose sur la recherche de corrélations habituelles, à partir d'expériences déjà réalisées. Même en physique (1) les lois prennent de plus en plus l'aspect de *rapport de probabilité*, et perdent le caractère absolu qu'elles avaient pendant la période de jeunesse de cette science. Se mettre à rechercher des lois en sciences naturelles et en sciences humaines — et par conséquent en géographie — serait négliger l'expérience des sciences voisines et, de surcroît, se tromper sur la nature même de nos recherches.

Elle nous fait apercevoir *une géographie excluant tout finalisme*. La géographie étudie *une succession de déséquilibres provisoires*; elle peut déceler certaines tendances, du moins à court terme, mais ne peut préjuger d'une quelconque finalité, hors d'évidences superficielles : bien entendu, l'érosion tend à abaisser le relief — mais cette banalité n'aide pas beaucoup à l'interprétation de ses formes.

On éprouve quelque méfiance envers des postulats apparemment fort simples, comme « le principe de moindre action » que certains géomorphologues voient régir l'érosion, et semblent redécouvrir depuis peu (2). L'expression, déjà, est ambiguë : car si la rivière cherchait vraiment le moindre effort, elle n'éroderait rien du tout, elle contournerait les obstacles. Il est curieux que H. BAULIG, après avoir exécuté le finalisme et l'anthropomorphisme de certaines formules (3), écrive aussitôt : « La rivière ne cherche pas la ligne faible, mais quand elle s'y trouve, elle en tire un tel avantage qu'elle ne peut plus guère en être détournée »; comment peut-on parler de l'avantage d'une rivière ? Ce qui se passe, en fait, c'est que la rivière se trouve installée dans la zone faible parce que là seulement sa puissance disponible peut venir à bout d'une résistance moindre. Finalité, principe de moindre travail, paraissent des vues de l'esprit peu conformes à l'observation de la nature et des processus dialectiques qui s'y donnent cours. Ce que l'on voit, nous semble-t-il, *c'est un état de force et de résistance variant à tout moment*. L'agent d'érosion érode là où il le peut, en fonction de sa puissance disponible et de la résistance du lit ou du versant. La rivière commence, par exemple, par éroder une zone de faible cohésion et ne peut rien sur l'obstacle qu'est le gros bloc de roche dure, jusqu'à ce que celui-ci, amplement dégagé, offre au courant une surface d'action telle que l'énergie appliquée dépasse une résistance d'ailleurs affaiblie par le sapement à la base : le bloc est alors déplacé. *On ne voit pas là une tendance, mais un conflit*, pas de mécanisme mystérieux mais un rapport variable entre une action et une résistance.

Voici un exemple assez riche d'enseignements. H. BAULIG affirmait que les galets, dans le lit d'une rivière, sont disposés « de manière à » offrir au flot la plus petite résistance. Mais J. TRICART (4) souligne qu'en réalité, le plus souvent, les galets sont perpendiculaires au courant, ce qui est dommage pour le « principe de moindre résistance ». C'est qu'en effet les galets ne sont pris en charge que lorsque ils sont placés de telle façon qu'ils offrent au courant la plus grande surface d'action (5); quand,

---

(1) G. GURVITCH parle pour les sciences humaines de « régularités tendanciennes »; mais même l'idée de tendance peut paraître inquiétante.

(2) Cf. LEOPOLD et WOLMAN, [67]; WUNDT, [106].

(3) H. BAULIG, [10], p. 39

(4) J. TRICART, [101], p. 329.

(5) J. TRICART, [97], p. 12.

sous l'effet des chocs, un galet vient à être placé perpendiculairement au courant, il entre en saltation et, modifiant alors la compétence du courant, retombe plus loin, dans une position peu différente.

En fait, H. BAULIG l'a lui-même écrit : « On se trouve toujours en présence non d'éléments, mais de complexes, de systèmes de forces et de résistances » (6). Plutôt que de rechercher des tendances de l'érosion, il peut paraître plus fructueux de se rendre compte si telle ou telle forme est exposée à tel ou tel agent, si l'on a atteint ou non tel ou tel seuil décisif. Un changement de climat ou un mouvement tectonique entraînent de nouvelles valeurs des pentes et des processus, de nouveaux seuils par conséquent, et l'érosion travaille entre ces seuils jusqu'à de nouvelles discontinuités.

Finalement, on observe que les agents d'érosion travaillent d'autant plus qu'ils trouvent de plus grandes possibilités d'action, ce qui serait presque le contraire du principe de moindre effort. On devrait donc pourchasser sans pitié dans les écrits géomorphologiques des expressions telles que « afin de », ainsi que toute allusion à l'anthropomorphisme.

*Mutatis mutandis*, il en est de même en géographie humaine : à quelles aberrations mènerait la recherche d'une finalité dans l'évolution des sociétés ?

La théorie des discontinuités contribue enfin à faire concevoir une géographie probabiliste, qui échappe au carcan du déterminisme le plus rigide. Ce caractère a été récemment souligné à plusieurs reprises en géomorphologie (7). Pas plus qu'on ne peut connaître à la fois la position et le mouvement d'un corpuscule, comme l'expriment les relations d'incertitude de Heisenberg, on ne peut imaginer simultanément les effets d'une modification de la charge et de la puissance d'une rivière : il faut envisager qu'un seul des éléments du complexe varie, ce qui amène souvent à l'échec si l'on connaît mal les interactions déclenchées et les seuils franchis; ou, mieux, observer des résultats, des expériences réalisées, et compter patiemment, de façon à dégager les relations les plus probables.

Les phénomènes naturels et sociaux mettent en jeu une telle foule de variables, et des unités élémentaires si nombreuses — l'homme, la particule de sol, le caillou — qu'on ne peut vraiment connaître que des résultats de combinaisons; il y a discontinuité entre le comportement de chaque homme ou de chaque grain de sable pris isolément, et le comportement du groupe. Il faut donc appliquer les méthodes des sciences probabilistes, et notamment la statistique.

En fait, c'est le « cycle » davisien qui est le produit d'un déterminisme mécaniste, où tout s'enchaîne sans discontinuité et selon une finalité harmonieusement pré-établie. H. BAULIG lui-même l'écrit avec la plus grande netteté (8) : « Le concept cyclique suppose ... la tendance vers un état final déterminé ». Tout est dans cette phrase, et c'est son contre-pied que la considération des discontinuités nous amène à prendre.

Ces observations peuvent être transposées en géographie humaine. Après tout, le possibilisme de Vidal-Lablache n'est pas autre chose qu'un écho, en géographie humaine, de ce qu'on nomme ailleurs — assez abusivement — l'indéterminisme. A. MEYNIER le rappelait en 1952 (9). Entre de nombreuses solutions possibles, l'homme, ou plutôt le groupe, a choisi telle ou telle, mais non pas selon le hasard : en fonction d'un certain nombre de contraintes, comme l'organisation sociale et économique du groupe.

En ce sens, il n'y a donc pas indétermination véritable : on ne disposait que de certaines solutions possibles, et le poids de contraintes sur lesquelles le groupe humain ne peut que très partiellement agir a déterminé son choix, ou plus exactement son action. C'est ce que nous avons essayé de montrer, par exemple, dans l'étude des paysages agraires de l'Aquitaine sud-orientale (10) : ce domaine de recherches est d'ailleurs particulièrement riche, puisqu'en outre les formes anciennes survivent longtemps aux discontinuités de l'évolution, et que ce décalage, en retour, pèse sur l'évolution. C'est sans doute pourquoi ce type de recherche vit exercer tant de sagacité, et peut-être aussi pourquoi, demandant moins d'esprit de géométrie que d'esprit de finesse, il est aujourd'hui délaissé par une certaine catégorie de géographes, qui en jugent les raisins trop verts.

(6) H. BAULIG, [10], p. 42.

(7) Y compris par P. BIROT, [15], p. 166. H. BAULIG s'est également posé la question, notamment p. 35 et surtout 42 des *Essais*, où il évoque la loi de Mariotte : « en serait-il de même en géographie ? ».

(8) H. BAULIG, [11], p. 236.

(9) A. MEYNIER, [71], p. 51.

(10) R. BRUNET, [26].

Ce que l'on a voulu montrer en construisant une théorie des discontinuités, et en recherchant ses implications, c'est la possibilité de nouvelles explications, susceptibles de contribuer à la solution de certaines difficultés; c'est l'erreur théorique que semblent constituer certaines démarches; c'est l'intérêt probable de certaines techniques ou méthodes de recherche.

Il ne s'agit certes pas d'introduire un éclectisme qui aboutirait à la confusion, et que dénonçait Gaston BACHELARD. On souhaite seulement mettre l'accent sur les processus de type dialectique (11) et sur l'intérêt qu'offre la prise en considération des discontinuités dans l'évolution; et montrer que ni la discontinuité ni la contradiction ne doivent surprendre ni irriter, qu'elles sont au contraire l'âme de la science (12). Finalement, loin de proposer un dogme à la place d'autres dogmes, il s'agit d'enrichir les moyens d'explication, de contribuer à l'édification d'une géographie ouverte.

---

(11) « Il faut bien reconnaître que la combinaison des influences thomiste, cartésienne et positiviste a renforcé, en France spécialement, le préjugé contre la dialectique » (G. GURVITCH, [50], p. 16).

(12) « A quoi M. ALLIX répond que, dans un profil en long naturel, il ne lui paraît pas nécessaire d'expliquer la présence d'irrégularités; c'est leur absence qui est assez peu naturelle pour avoir entraîné la recherche de justifications théoriques » (A. ALLIX, [1], p. 177).



## BIBLIOGRAPHIE

- [1] A. ALLIX (1960), Propos d'un géographe. Lyon, *Mém. et doc. Inst. Etudes rhod.*, n° 15, 269 p.
- [2] J. M. AVENARD et J. TRICART (1960), Techniques de travail et idées de recherches. Application de la mécanique des sols à l'étude des versants. *Rev. de Géomorpho. dynam.*, XI, 10-12, p. 146-156.
- [3] G. BACHELARD (1936), *La dialectique de la durée*. Paris, Boivin, 171 p.
- [4] G. BACHELARD (1941), *Le nouvel esprit scientifique*. Paris, P.U.F., 179 p.
- [5] G. BACHELARD (1953), *Le matérialisme rationnel*. Paris, P.U.F., 225 p.
- [6] R. BARRE (1957), *Economie politique*. Paris, P.U.F., 2 vol. 639 + 768 p.
- [7] H. BAULIG (1939a), Questions de terminologie. II. Jeune, mûr, vieux. *Journal of Geomorpho.*, II, 2, p. 121-132.
- [8] H. BAULIG (1939b), Sur les « gradins de piedmont ». *Journal of Geomorpho.*, II, 4, p. 281-304.
- [9] H. BAULIG (1948), La géographie est-elle une science ? *Annales de Géogr.*, LVII, p. 1-11.
- [10] H. BAULIG (1950), *Essais de géomorphologie*. Paris, Belles Lettres, Publ. Faculté Lettres Strasbourg, n° 114, 161 p.
- [11] H. BAULIG (1952), *Cycle et climat en géomorphologie*. Rennes, 50<sup>e</sup> anniv. du Labo. de Géogr. de l'Univ., Vol. Jubil., p. 215-239.
- [12] H. BAULIG (1957), Les méthodes de la géomorphologie, d'après M. Pierre Birot. *Annales de Géogr.*, LXVI, 354, p. 97-124 et 355, p. 221-236.
- [13] H. BAULIG (1959), Morphométrie. *Annales de Géogr.*, LXVIII, 369, p. 385-408.
- [14] P. BIROT (1949), *Essais sur quelques problèmes de morphologie générale*. Lisbonne, Inst. para a alta cultura, Centro de Est. geogr., 176 p.
- [15] P. BIROT (1955), *Les méthodes de la morphologie*. Paris, P.U.F., Coll. Orbis, 178 p.
- [16] P. BIROT (1958), Les tendances actuelles de la géomorphologie en France. *Zeitschrift für Geomorpho.*, II, 1-2, p. 123-134.
- [17] P. BIROT (1959), *Précis de géographie physique générale*. Paris, Colin, 403 p.
- [18] P. BIROT et J. DRESCH (1966), Pédiments et glaciers dans l'Ouest des Etats-Unis. *Annales de Géographie*, 411, sept. 1966, 513-552.
- [19] F. BOURDIER (1959), Origines et succès d'une théorie géologique illusoire : l'eustatisme appliqué aux terrasses alluviales. *Rev. de Géomorpho. dynam.*, X, 1-2 et 3-4, p. 16-29.
- [20] R. BRUNET (1952a), *Le relief du Terrefort lauragais et toulousain*. Toulouse, Inst. de Géogr., D.E.S., 348 p. dactyl.
- [21] R. BRUNET (1952b), Problèmes d'érosion fluviale dans le Terrefort lauragais et toulousain. *Bull. A.G.F.*, n° 229-230, p. 168-171.
- [22] R. BRUNET (1953), La vallée de l'Hers mort et son évolution morphologique. *Rev. géogr. Pyrénées S.-O.*, XXIV, 2, p. 97-115.
- [23] R. BRUNET (1956), Un exemple de la régression des glaciers pyrénéens. Zaragoza. *Pirineos*, XII, n° 39-42, p. 261-284.
- [24] R. BRUNET (1957), L'érosion accélérée dans le Terrefort toulousain. Premier examen. *Rev. Géomorpho. dynam.*, VIII, p. 33-40.
- [25] R. BRUNET (1959), La propriété rurale des citadins et le rayonnement des villes en Gascogne gersoise. Actes du XV<sup>e</sup> Congrès d'Etudes région. de la Fédér. des Soc. acad. et sav. Languedoc-Pyrénées-Gascogne (Lecture) et *Bull. Soc. archéol., hist., litt. et scient. du Gers*, LX, p. 211-220.
- [26] R. BRUNET (1960), Les paysages ruraux de l'Aquitaine du Sud-Est. *Rev. géogr. Pyrénées S.-O.*, XXXII, 3, p. 233-276.
- [27] R. BRUNET (1963), L'évolution démographique récente de la région Midi-Pyrénées. *Rev. géogr. Pyrénées S.-O.*, XXXIV, 2, p. 183-203.
- [28] R. BRUNET (1965), *Les campagnes toulousaines*. Toulouse, Assoc. Public. Faculté Lettres, 727 p.
- [29] W. BUNGE (1962), *Theoretical geography*. Lund, Lund Studies in Geography, 210 p.
- [30] L. BUQUET (1956), *L'optimum de peuplement*. Paris, P.U.F., 308 p.
- [31] A. CALLEUX et J. TRICART (1956), Le problème de la classification des faits géomorphologiques. *Annales de Géogr.*, LXV, 349, p. 162-186.

- [32] A. CALLEUX et J. TRICART (1960), Bruit de fond, information et sciences de la nature. *Rev. de Géomorphol. dynam.*, XI, 10-12, p. 145.
- [33] P. CAZALIS (1961), Géomorphologie et processus expérimentaux. *Cahiers de Géogr. de Québec*, V, 9, p. 33-50.
- [34] A. CHOLLEY (1957), *Recherches morphologiques*. Paris, Colin, 207 p.
- [35] R. COQUE (1962), *La Tunisie présaharienne. Etude géomorphologique*. Paris, Colin, 476 p.
- [36] J. CORBEL (1964), L'érosion terrestre. Etude quantitative. *Annales de Géogr.*, LXXIII, 398, p. 385-412.
- [37] M. DERRUAU (1958), *Précis de géomorphologie*. Paris, Masson, 2<sup>e</sup> éd., 395 p.
- [38] P. FROMONT (1956), *Economie rurale*. Paris, Libr. de Médecis, 450 p.
- [39] G. GALIBERT (1965), *La haute montagne alpine*. Toulouse, Boisseau, 405 p.
- [40] P. GEORGE (1959), *Questions de géographie de la population*. Paris, P.U.F., Trav. et Doc. de l'I.N.E.D., Cah. n° 34, 229 p.
- [41] P. GEORGE (1961), *Précis de géographie urbaine*. Paris, P.U.F., 283 p.
- [42] P. GEORGE (1963), *Précis de géographie rurale*. Paris, P.U.F., 360 p.
- [43] P. GEORGE (1965), *Panorama du monde actuel*. Paris, P.U.F. Coll. Magellan, 275 p.
- [44] P. GEORGE (1966), *Sociologie et géographie*. Paris, P.U.F., 217 p. (Coll. SUP).
- [45] P. GEORGE et M. ROCHEFORT (1966), L'ombre de Malthus à la Conférence mondiale de la Population à Belgrade (septembre 1965). *Annales de géographie*, 411, sept. 1966, p. 553-568.
- [46] A. GLORIOT et J. TRICART (1952), Etude statistique de vallées asymétriques sur la feuille Saint-Pol au 1/50 000. *Rev. de Géomorpho. dynam.*, III, 2, p. 88-98.
- [47] A. GUILCHER (1965), *Précis d'hydrologie marine et continentale*. Paris, Masson, 389 p.
- [48] G. GURVITCH (1957), *La vocation actuelle de la sociologie*. Paris, P.U.F., 2<sup>e</sup> éd., t. I.
- [49] G. GURVITCH (1958), *Traité de sociologie*. Paris, P.U.F., 2 vol. 514 + 466 p. (sous la direction de).
- [50] G. GURVITCH (1962), *Dialectique et sociologie*. Paris, Flammarion, Nouv. Bibl. scientif., 242 p.
- [51] P. HAGGETT (1965), *Locational analysis in human geography*. Londres, Edward Arnold, 339 p.
- [52] M. HALBWACHS (1938), *Morphologie sociale*. Paris, Colin, 207 p.
- [53] F. HJULSTRÖM (1935), Studies on the morphological activities of the rivers as illustrated by the river Fyris. *Bull. Geol. Inst. Upsala*, p. 221-527.
- [54] R. E. HORTON (1945), Erosional developments of streams and their drainage basins. Hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geol. Soc. America, Bull.*, 56, p. 275-370.
- [55] D. JOHNSON (1939), Studies in scientific method. *Journal of Geomorpho.* I, p. 64-66 et 147-152, II, p. 366-372.
- [56] E. JUILLARD (1961), L'urbanisation des campagnes. *Etudes rurales*, n° 1, p. 18-33.
- [57] E. JUILLARD (1962), La région : essai de définition. *Annales de Géogr.*, LXXI, 387, p. 483-499.
- [58] C. KLEIN (1960), La notion de rythme en morphologie. *Norois*, 28, p. 373-387.
- [59] A. KRIGSTRÖM (1962), Geomorphological study of sandur plains and their braided rivers in Iceland. *Geografiska Annaler*, XLIV, 3-4, p. 328-346.
- [60] J. LABASSE (1966), *L'organisation de l'espace*. Paris, Hermann, 605 p.
- [61] S. LABOUREUR (1951), La localisation des méandres dans le réseau hydrographique de la plaine du Pô. *Bull. A.G.F.*, p. 100-105.
- [62] Y. LACOSTE (1963), Un problème complexe et débattu : les grands ensembles. *Bull. A.G.F.* 318-319, p. 37-46.
- [63] M. LATIL (1956), *L'évolution du revenu agricole*. Paris, Colin, Et. et Mém. Centre d'Et. écon., 378 p.
- [64] H. LEFEBVRE (1947), *Le matérialisme dialectique*. Paris, P.U.F., 154 p.
- [65] H. LEFEBVRE (1947), *Logique formelle et logique dialectique*. Paris, Ed. sociales, 291 p.
- [66] G. LE GUEN (1964), *L'évolution récente de la population en Bretagne*. *Norois*, 1964, p. 17-38.
- [67] L. B. LEOPOLD, M. G. WOLMAN et J. P. MILLER (1964), *Fluvial processes in geomorphology*. San Francisco-London, W. H. Freeman, 522 p.
- [68] L. LLIBOUTRY (1964), *Traité de glaciologie*. Paris, Masson, t. I, 427 p.
- [69] E. de MARTONNE (1948), *Traité de géographie physique*. Paris, Colin, 8<sup>e</sup> éd., 3 vol.
- [70] H. MENDRAS (1958), *Les paysans et la modernisation de l'agriculture*. Paris, C.N.R.S., 120 p.
- [71] A. MEYNIER (1952), *Cinquante ans de géographie française*. Rennes, 50<sup>e</sup> anniv. du Labo. de Géogr. de l'Univ., Vol. jubilé, p. 47-65.
- [72] A. MEYNIER (1956), Compte rendu de P. Birot, Les méthodes de la morphologie. *Norois*, 10, p. 223-227 et réponse de P. BIROT, *Ibid.*, 16 (1957), p. 509-510.
- [73] A. MEYNIER (1960), Réflexions sur la spécialisation chez les géographes. *Norois*, 25, p. 5-12.
- [74] A. MEYNIER (1965), Torrents et sheetflood les 1 et 2 août 1963 à Allasac (Corrèze). *Rev. de Géomorpho. dynam.*, XV, 4-5-6, p. 61-65.
- [75] S. MORAWETZ (1941), *Zur Mäanderfrage*. *Petermanns Mitteil.* 87, p. 263.

- [76] R. PASSET (1965), Phases de développement et seuils de mutation. *Rev. jurid. et écon. S.-O.*, XIV, 2, série écon., p. 259-306.
- [77] Ch.-P. PÉGUY (1957), *Eléments de statistique appliquée aux sciences géographiques*. Paris, C.D.U., 200 p.
- [78] P. REY (1960), *Essai de phytocinétique biogéographique*. Gap, Louis-Jean, 400 p. (Thèse Sciences Toulouse).
- [79] P.-L. REYNAUD (1962), *Economie généralisée et seuils de croissance*. Paris-Genève.
- [80] M. ROCHEFORT (1957), Méthodes d'étude des réseaux urbains. Intérêt de l'analyse du secteur tertiaire de la population active. *Annales de Géogr.*, LXVI, 354, p. 125-143.
- [81] M. ROCHEFORT (1963), *Les fleuves*. Paris. P.U.F., 128 p. (Coll. Que Sais-Je ?).
- [82] E. M. ROGERS (1960), *Social change in rural society*. New York, Appleton Century Crofts, 490 p.
- [83] A. RONDEAU (1961), *Recherches géomorphologiques en Corse*. Paris, Colin, 586 p.
- [84] G. SAUTIER (1962), *A propos de quelques terroirs d'Afrique occidentale*. *Etudes rurales*, n° 4, p. 24-86.
- [85] A. SAUVY (1952), *Théorie générale de la population*. Paris, P.U.F., 2 vol. 370 + 397 p.
- [86] A. SCHEDEGGER (1961), *Theoretical geomorphology*. Berlin, Springer-Verlag, 333 p.
- [87] R. SOUCHEZ (1963), Evolution des versants et théorie de la plasticité. *Rev. belge de Géogr.*, 87, 1, p. 8-94.
- [88] O. H. K. SPATE (1960), *Quantity and quality in geography*. *Annals Assoc. americ. Geogr.*, L, p. 377-394.
- [89] A. N. STRAHLER (1950), *Davis' concept of slope development viewed in the light of recent quantitative investigations*. *Annals Assoc. americ. Geogr.*, XL, p. 209-213.
- [90] A. N. STRAHLER (1951), *Physical geography*. New York, Wiley, 442 p.
- [91] J. SURET-CANALE (1955), Essai sur les limites et la valeur de la géomorphologie classique. *Norvis*, 5, p. 5-17.
- [92] F. TAILLEFER (1946), Profil d'équilibre et tracé d'équilibre, méandres et divagations des rivières. *Rev. géogr. Pyrénées S.-O.*, XVI-XVII, p. 202-232.
- [93] F. TAILLEFER (1951), *Le piémont des Pyrénées françaises*. Toulouse, Privat, 383 p.
- [94] J. TRICART (1952), *Climat, végétation, sol et morphologie*. Rennes, 50<sup>e</sup> anniv. Labo. Géogr. Univ., Vol. jubilé, p. 240-254.
- [95] J. TRICART (1957), Mise au point : l'évolution des versants. *L'Inform. géogr.*, XXI, 3, p. 108-115.
- [96] J. TRICART et F. HIRSCH (1960), Relations entre le débit et la superficie des bassins fluviaux. *Annales de Géogr.*, LXIX, 375, p. 449-461.
- [97] J. TRICART (1961), Observations sur le charriage des matériaux grossiers par les cours d'eau. *Rev. de Géomorpho. dynam.*, XII, 1, p. 3-15.
- [98] J. TRICART (1962), *L'épiderme de la Terre. Esquisse d'une géomorphologie appliquée*. Paris, Masson, Coll. Evol. Sciences n° 21, 167 p.
- [99] J. TRICART (1962), *La discontinuité dans les phénomènes d'érosion*. *Assoc. internat. d'Hydrol. scientif.*, n° 59, Comm. de l'Erosion contin., p. 233-243.
- [100] J. TRICART (1965), Schéma des mécanismes de causalité en géomorphologie. *Annales de Géogr.*, LXXIV, 403, p. 322-326.
- [101] J. TRICART (1965), *Principes et méthodes de la géomorphologie*. Paris, Masson, 496 p.
- [102] M. VINCENT (1965), Les conditions de l'écoulement dans le bassin de la Cèze. *Annales de Géogr.*, LXXIV, 405, p. 534-559.
- [103] H. VOGT (1965), Quelques problèmes de méandres de débordement en roche meuble. *Rev. de Géomorpho. dynam.*, XV, 4-5-6, p. 50-60.
- [104] J. B. WERTZ (1964), Les phénomènes d'érosion et de dépôt dans les vallées habituellement sèches du Sud-Ouest des Etats-Unis. *Zeitschrift für Geomorpho.*, ns VIII, Sonderheft, p. 71-104.
- [105] N. WIENER (1952), *Cybernétique et société*. Paris, Les Deux-Rives, 295 p.
- [106] W. WUNDT (1962), Aufriss und Grundriss der Flussläufe vom physikalischen Standpunkt aus betrachtet. *Zeitschrift für Geomorphologie*, p. 198-217.



## INDEX

- Aire de domination foncière : 61.  
Aire d'influence urbaine : 60-61.  
Aire végétale : 16.  
Altération chimique des roches : 14, 24, 32, 34, 40, 41, 83.  
Alternances gel-dégel : 15, 24, 25, 34, 38, 75, 80, 87.  
Altitude (rôle de l') : 37-39, 42, 43.  
Aréolaire (érosion) : 20, 34, 87.  
Argile : 23, 30, 31, 34, 80.  
Aridité : 87.  
Auréoles urbaines : 57-62.  
Autocatalyse : 32, 33, 51.  
Autoexcitation : 33.  
Auto-oscillation : 88.  
Autorégulation : 33.
- Banlieue : 58-61.  
Bassin versant : 44, 45, 47, 48.  
Bathymétrie : 38.  
Bouchon vaseux : 16.  
Bout d'auge (Trogsschluss) : 45.  
Brouillard : 25.  
Bruit de fond : 14.
- Capillarité : 13, 15, 21.  
Capture : 31.  
Cartographie (problèmes de) : 81, 91, 97.  
Catalyseur : 29, 46, 76.  
Catastrophisme : 86-87, 89.  
Centre des villes : 59.  
Chaîne des sols (catena) : 74.  
Chaîne de transformations : 31.  
Changement qualitatif : 30-31. V. aussi Mutation.  
Charge (d'une rivière) : 15, 16, 19, 20, 21, 23, 30-31, 42, 43, 45, 46, 48, 73, 82, 90, 91, 92, 93.  
Chenaux anastomosés : 15, 45, 46, 48, 86.  
Coefficient d'écoulement : 43, 48, 90.  
Commerces et services urbains : 15, 51-52, 56, 92.  
Complexes : 47, 76, 89, 95-100.  
Compétence (d'un cours d'eau) : 23, 25, 30, 31, 102.  
Confluence : 36, 42, 44, 93.  
Consommation : 17, 67-68.  
Convergence océanique : 75.  
Couche de saut (Sprungschichte) : 75.  
Couronnes urbaines : v. Auréoles.
- Coût marginal : 18, 67.  
Coût de production : 17-19, 66, 67.  
Coûts sociaux : 51-52.  
Creep : 20, 25, 40, 41, 73.  
Creusement : 34, 41, 44, 45, 47, 48, 49, 73, 74, 75.  
Crue : 25, 26, 29, 34, 48, 73, 79, 87, 88, 92.  
Cumulative (courbe) : 91, 92, 97.  
Cycle : 34, 40, 44, 45, 49, 78-80, 87, 88, 102.
- Débit : 15, 16, 41, 42, 43, 46, 48, 73, 83, 84.  
Décollage (take-off) : 18.  
Déficit d'écoulement : 21, 43, 48.  
Densité de population : 15, 16, 19, 27, 50-55.  
Désagrégation mécanique des roches : 14, 20, 25, 33, 34, 38, 40, 81.  
Déterminisme : 96, 102.  
Diagramme triangulaire : 84.  
Dialectique : 9, 28, 33, 34, 65, 77, 86, 98, 103.  
Dimension des agglomérations : 15, 24, 55-57, 92.  
Dimension des entreprises : 20, 21, 24, 25, 62-65, 97.  
Dimension des vallées : 47-49.  
Discontinuité (break) dynamique : 36, 41, 74-75, 77, 97.  
Discontinuité endogène : 35, 36, 41, 44, 45, 47, 71, 74, 89, 99.  
Discontinuité exogène : 36, 42, 44, 45, 75, 99.  
Discontinuité statique : 35, 74-75, 77, 88.  
Dissymétrie de l'action : 16, 26, 27, 34, 41.  
Dissymétrie de la vallée : 46-47, 49.  
Distance à la ville, à l'usine : 16, 25, 57-62, 84.  
Droites d'extrapolation : 83-85.  
Durée : 80-84, 95.
- Eboulement : 23, 28, 29, 40, 41.  
Eboulis : 23, 27, 28.  
Echelle : 74, 77, 80-81, 85, 97.  
Ecorce terrestre : 39.  
Écoulement laminaire : 24, 25, 30, 80.  
Écoulement en nappe (sheet flood) : 15, 25.  
Écoulement permanent et sporadique : 45, 48.  
Écoulement turbulent : 24, 25, 30, 73.  
Effet de masse : 30, 50.  
Entreprises : V. Dimension des entreprises.  
Emoussé (indice d') : 43, 91.

- Epaulement glaciaire : 75.  
Equipements urbains : V. Commerces et services.  
Erosion littorale : 80.  
Erosion mécanique : 15, 20, 24.  
Erosion régressive : 15, 44, 78, 79.  
Etages de végétation : 38.  
Excédent démographique : 22-23.  
Expérimentation : 80-81, 90, 95, 102.  
Exploitation agricole : 19, 51, 63-65.  
Extrapolation : 80-85.
- Faille : 28, 74, 75.  
Faire-valoir : 61, 65.  
Fécondité : 23, 55, 68.  
Finage : 22, 57.  
Finalisme : 79, 93, 94, 96, 101-102.  
Flétrissement : 16.  
Fonctions urbaines : 56.  
Fontaines intermittentes : 28.  
Forêts : 38, 84.  
Fréquence : 21, 82, 84, 91, 92, 94.  
Front : 39, 75, 76.
- Gel : V. Alternances gel-dégel.  
Géographie générale et régionale : 97-99.  
Glacier, glace : 20, 23, 24, 26-27, 28-29, 49, 73, 75, 87-88, 91 (V. aussi inlandsis).  
Glissement : 15, 16, 19, 33, 40, 41, 48.  
Gradin de piémont (Piedmonttreppen) : 71, 89.  
Graphique de corrélation : 84-85, 91-92.
- Habitat (structure de l') : 55, 56.  
Histogramme : 91.  
Hjulström (courbes de) : 20.  
Hydrogramme : 25.  
Hystérésis : 26, 27, 28, 33, 34, 55, 61, 76, 87, 88.
- Illite : 21.  
Incision : 15, 20, 34, 87.  
Inertie : 34.  
Infiltration : 21, 22, 33, 43, 73.  
Inflexion (ligne d') : 25, 41, 74.  
Informations (quantité d') : 20, 27, 28, 76.  
Inlandsis : 26, 29, 32, 86, 87, 88.  
Interaction : 29, 31-33, 41, 53, 54, 57, 60, 62, 64, 75, 76, 80, 88, 94, 96.  
Interpolation : 81.  
Isolat : 55.  
Isostasie : 28, 32.
- King (Loi de) : 67.  
Knick : 11, 25, 35, 74.
- Lac : 28-28.  
Latitude : 38, 39.
- Lit de rivière : 16, 19, 20, 27, 31, 32, 43, 44, 72, 73, 83, 84, 101.
- Main d'œuvre : 20, 25, 54.  
Marge critique : 91.  
Masse critique : 13, 15.  
Méandres : 15, 45-46, 48, 83, 84, 85, 86.  
Mécanisation agricole : 18, 29.  
Mécaniste (attitude) : 80, 88, 102.  
Mesure : 90-93.  
Métamorphisme : 75.  
Migmatites : 75.  
Migrations quotidiennes : 16, 51, 58-61, 92.  
Minimum vital : 68.  
Modèles : 95, 98.  
Modèles réduits : 80-81.  
Montmorillonite : 21.  
Mortalité (taux de) : 17, 21, 23, 32, 68.  
Mutation : 17, 30, 31, 34, 35, 50, 76, 99.
- Nappe phréatique : 16, 26.  
Natalité (taux de) : 21, 23, 32, 33, 91.  
Neige : 16, 29, 86, 87.  
Neiges (limite des) : 38.  
No-erosion (zone de) : 41, 42.  
Nuage de points : 85, 91.
- Oligopole : 17.  
Optimum : 19, 20, 63, 64, 66.  
Optimum de population : 53, 54, 55.  
Oscillation climatique : 26, 74, 86-88.
- Paroxysme : 29-30.  
Pénéplaine : 43.  
Pente d'équilibre : 23, 27, 28.  
Pente-seuil : 15, 16, 23, 40, 79. V. aussi Versants.  
Piémont ou piedmont : 34, 48, 75.  
Plate-forme d'abrasion : 80.  
Population : 15, 32, 52, 53. V. aussi densité, excédent, mortalité, natalité, optimum.  
Point de non-retour : 26.  
Possibilisme : 102.  
Précipitations : 15, 16, 19, 20, 21, 23, 24, 38, 39, 40, 42, 43, 87, 88, 90, 91, 92.  
Préparation (d'une discontinuité) : 28-30, 76.  
Prix : 33.  
Probabilité : 48, 83, 95, 101-102.  
Productivité : 54, 62, 68, 69.  
Profil (des vallées) : 42-44.  
Profil d'équilibre : 27, 31, 42.  
Proportionnalité (relations de) : 82-84.
- Quanta : 14.  
Quantum d'action : 34.

- Ramassage : 60.  
Ravinement : 15, 25, 33, 40, 41, 42.  
Réaction en chaîne : 33.  
Réajustement : 28, 33.  
Région : 89, 99-100.  
Régression (calcul de, droites de) : 92.  
Relativité : 35, 36, 74, 99.  
Rémission (période de) : 29-30, 82-83.  
Rendement marginal : 66.  
Rendements décroissants (loi des) : 18, 19.  
Retard : v. Hystérésis.  
Ressources : 53.  
Rétroaction (feedback) : 29, 33-34, 46, 55, 76, 89.  
Revenus : 22, 23, 53, 63-64, 65-69, 91.  
Révolution : 13, 18, 24, 29.  
Ruissellement : 15, 16, 19, 20, 21, 25, 30, 32, 33, 34, 40, 45, 72, 73, 92.
- Sandur ou sandr : 45.  
Satellite urbain : 58.  
Sédimentation : 19, 20, 27, 28, 32, 34, 35, 43, 45, 74, 75, 82.  
Séismes : 27.  
Seuil (threshold) : 13-28, 76.  
— angulaire : 20, 22, 29, 39, 43, 47, 76.  
— de changement d'état : 24, 30, 76.  
— de cisaillement (shearing t.) : 23-24, 26, 27, 28, 76.  
— de compensation : 27, 28, 33, 76.  
— de croisement : 18, 19, 25.  
— de divergence : 16-19, 25, 57, 76.  
— d'extinction : 14, 15, 35, 38, 39, 40, 60, 74, 76, 80, 91.  
— d'inflexion : 19, 20, 22, 29, 39, 43, 47, 53, 76.  
— d'irréversibilité : 25-28, 34, 76.  
— de manifestation : 14, 15, 16, 18, 20, 21, 23, 35, 76, 91.  
— d'opposition : 19-21, 23, 76.  
— d'oscillation : 25-27, 76.  
— de plafonnement : 22, 23, 32, 40, 66, 76.
- de précipitation : 22, 76, 87.  
— de relais : 24, 25, 31, 33, 38, 39, 40, 41, 46, 60, 72, 76, 79.  
— de rentabilité : 18, 38.  
— de renversement : 19-20, 39, 54, 59, 61, 62, 66, 76.  
— de saturation : 20-22, 23, 68, 73, 76.  
Sol : 14, 16, 20, 21, 24, 32, 34, 38, 40, 43, 73, 74, 75, 92.  
Solifluction : 23, 24, 29, 30, 32, 34, 45.  
Sous-peuplement : 53, 54, 55.  
Spectre : 43, 97.  
Statistique : 48, 85, 94, 102.  
Structure : 97-99.  
Structures sociales : 65.  
Surpeuplement : 53, 54, 55.  
Système de culture : 24, 28, 33, 60, 64, 65.
- Tectonique : 32, 34, 41, 50, 74, 86, 88, 89.  
Temps morts : 80-81.  
Tendance (trend) : 83, 84, 93, 101.  
Tension (stress) : 23, 76.  
Terrasses fluviales : 48, 49, 89.  
Trafic : 30.  
Transports : 15, 16, 21, 27, 51, 52, 76.  
Types, typologie : 97-100.
- Valeur critique : 13, 90-92. V. aussi Marge, Masse.  
Vallée : 15, 242-249. V. aussi : Dimension, dissymétrie, profil.  
Végétation (limites de) : 16, 19, 38, 39.  
Vélocité : 15, 16, 31, 32, 43, 73.  
Versants : 15, 16, 25, 29, 39-41, 42, 43, 44, 45, 46-47, 48, 78-79.  
Villes : v. Aire, Auréoles, Banlieue, Centre, Commerces et services, Dimension des agglomérations, Distance, Fonctions, Migrations, Satellite.  
Viscosité : 24, 25.
- Zones : 33, 39.



## TABLE DES FIGURES

1. Seuils de manifestation .....	15
2. Type de seuil de divergence. La densité de la neige en fonction de la température .....	17
3. Type de seuil de divergence. La baisse du taux de mortalité .....	17
4. Type de seuil de divergence. Prix et demande dans un marché oligopolistique .....	17
5. Type de seuil de divergence. Le coût total de production dans une usine .....	18
6. Type de seuil de divergence. Décollage d'une économie ou mutation historique .....	18
7. Type de seuil de divergence par croisement. Le coût de la culture .....	19
8. Type de seuil de divergence par croisement. Le coût du tracteur .....	19
9. Types de seuils de renversement .....	20
10. Types de seuils d'opposition .....	21
11. Seuils de saturation .....	22
12. Type de succession de seuils : l'évolution de l'excédent démographique naturel en fonction d'un accroissement des revenus .....	22
13. Irréversibilité relative de la régression d'un glacier .....	26
14. Représentation des discontinuités dans une évolution : paroxysme, relâchement et préparation.	30
15. Evolution des formes du lit d'une rivière à fond mobile en fonction d'une vitesse croissante.	32
16. Addition de deux courbes simples .....	35
17. Discontinuités du profil des versants et zone de « no-erosion » .....	42
18. Variation de la hauteur des versants d'amont en aval après une nouvelle phase de creusement vertical .....	44
19. Variation de l'indice de dissymétrie dans les vallées du Terrefort lauragais et toulousain ....	46
20. Corrélation entre les variations de la population des communes entre 1954 et 1962 et les densités de population .....	52
21. Dimension des agglomérations et dynamisme démographique .....	57
22. Les couronnes de migrations alternantes .....	58
23. Les changements de sens des variations de la population autour de Toulouse .....	60
24. Type d'évolution des revenus par tête en fonction de l'accroissement de superficie de l'exploitation agricole .....	64
25. Type d'évolution du produit brut global en fonction de l'accroissement de superficie des exploitations agricoles .....	64
26. Evolution du coût de production par unité produite .....	67
27. Type d'évolution du prix de revient de chaque unité produite dans l'hypothèse d'une modification des frais fixes .....	67
28. Discontinuité de la courbe de coût marginal à longue période .....	67
29. Types d'erreurs commises dans le prolongement des tendances .....	83
30. Types d'interprétation d'un nuage de points .....	85



## TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION .....	9
<b>PREMIÈRE PARTIE. — LA NOTION DE DISCONTINUITÉ</b>	
<b>I. — Les types de seuils .....</b>	<b>13</b>
1. <i>Nature des seuils</i> .....	14
A. Seuils de manifestation et seuils d'extinction .....	14
B. Seuils de divergence .....	16
C. Seuils de renversement et seuils d'opposition .....	19
D. Seuils de saturation .....	20
Seuils angulaires ou d'inflexion .....	22
2. <i>Les seuils et les mécanismes</i> .....	23
A. Les seuils de cisaillement .....	23
B. Les seuils de changement d'état .....	24
C. Les seuils de relais .....	24
3. <i>Conséquences du franchissement des seuils</i> .....	25
A. Les seuils d'oscillation .....	25
B. Les seuils d'irréversibilité .....	25
C. Les seuils de compensation .....	27
<b>II. — La signification dynamique des seuils .....</b>	<b>28</b>
1. <i>La rupture est généralement le résultat d'une longue préparation</i> .....	28
A. La plupart des seuils sont des seuils d'aboutissement .....	28
B. La discontinuité se manifeste souvent après l'intervention d'un catalyseur ..	29
C. La discontinuité se produit souvent en un lieu de faiblesse .....	29
D. Une nouvelle période d'évolution lente succède à la rupture .....	29
2. <i>La rupture marque souvent un changement qualitatif</i> .....	30
Mutation qualitative, effet de masse, chaîne de mutations .....	30
3. <i>La rupture est le résultat d'une interaction</i> .....	31
A. Certaines interactions sont contradictoires .....	32
B. Certaines interactions sont cumulatives .....	33
C. Certaines actions provoquent des rétroactions .....	33
D. Les rétroactions se produisent avec un certain retard .....	33
E. La rétroaction est généralement inférieure à l'action .....	34
4. <i>La rupture peut provoquer un renversement de conséquences</i> .....	34
<b>Conclusion : La notion de discontinuité dynamique endogène .....</b>	<b>35</b>

DEUXIÈME PARTIE. — LES DISCONTINUITÉS DANS LA CROISSANCE

I. — La croissance dans les phénomènes naturels .....	37
1. <i>La position</i> .....	37
A. L'altitude .....	38
B. La latitude .....	39
2. <i>La pente des versants</i> .....	39
A. La notion de pente-seuil .....	39
B. Relais de processus et variations climatiques .....	40
C. Evolution des versants et creusement .....	40
D. Les discontinuités du profil .....	41
3. <i>La distance à la source</i> .....	42
A. Le rôle des confluences .....	42
B. Evolution discontinue des éléments du complexe .....	42
C. Discontinuités internes du profil en long et en travers .....	44
4. <i>La dimension des vallées</i> .....	47
A. Discontinuité des facteurs d'évolution .....	48
B. Ecoulement permanent ou sporadique .....	48
C. Exemples d'évolutions divergentes .....	48
D. Dimension des vallées et « cycle » .....	49
<i>Conclusion</i> .....	50
II. — La croissance dans les phénomènes sociaux .....	50
1. <i>La densité de la population</i> .....	50
A. La variation dans l'intensité des rapports sociaux .....	51
B. La variation dans le coût des services et des équipements .....	51
C. Le dynamisme des groupes .....	52
D. La variation du rapport entre les ressources et les besoins .....	53
E. La variation du rapport entre la main-d'œuvre et les moyens de production .....	54
2. <i>La dimension des agglomérations</i> .....	55
A. La dimension des groupes humains isolés .....	55
B. La dimension des groupes d'agriculteurs .....	55
C. La dimension des agglomérations urbaines .....	56
3. <i>La distance à la ville</i> .....	57
A. Les déplacements de travailleurs .....	58
B. Les auroles démographiques .....	59
C. Les transformations de l'économie agricole .....	60
D. L'emprise foncière des citoyens .....	61
E. Les migrations .....	61
4. <i>La dimension des entreprises</i> .....	62
A. Les établissements industriels et commerciaux .....	62
B. Les exploitations agricoles .....	63
5. <i>Dépenses et revenus</i> .....	65
A. La rentabilité des investissements .....	66
B. La croissance des revenus .....	67
<b>Conclusion : Discontinuités dans l'espace et discontinuités dans le temps</b> .....	69

TROISIÈME PARTIE. — LA THÉORIE DES DISCONTINUITÉS ET SES IMPLICATIONS

I. — Une théorie des discontinuités .....	72
1. Généralité et relativité des discontinuités .....	72
A. Généralité des discontinuités .....	73
B. Relativité des discontinuités .....	74
2. Les discontinuités statiques, traduction matérielle des discontinuités dynamiques ....	74
3. Théorie des discontinuités .....	76
Conclusion .....	77
II. — De quelques mises en cause .....	77
1. La notion de cycle .....	78
A. Position du problème .....	78
B. Evolution graduelle ou évolution discontinue .....	78
C. Erosion fluviale ou érosion cyclique .....	79
D. La notion de cycle hors de l'érosion fluviale .....	80
2. Les extrapolations de tendance .....	80
A. La valeur des modèles réduits et des expériences de laboratoire .....	80
B. Les interpolations sur les cartes .....	81
C. Extrapolation des mesures dans le temps .....	81
D. Les relations de proportionnalité .....	82
E. Les courbes de tendance .....	84
3. Discontinuités et catastrophisme .....	86
A. Discontinuités et changements climatiques .....	86
B. Possibilités de nouvelles interprétations .....	88
III. — La théorie des discontinuités et la recherche .....	90
1. Pour une certaine conception de la mesure .....	90
A. Des mesures à multiplier .....	90
B. Mesures concrètes et calculs théoriques .....	92
2. Pour une réflexion synthétique .....	94
A. Des éléments au complexe .....	94
B. Danger des spéculations analytiques .....	94
C. L'expérimentation en géographie et les complexes réalisés .....	95
D. La comparaison des complexes .....	96
3. Types et complexes .....	97
A. Intérêt du classement en types .....	97
B. Les corrélations dans les types .....	97
C. La confrontation des complexes .....	98
D. La discontinuité historique .....	99
E. La région, expression de la discontinuité .....	99
CONCLUSION .....	101
BIBLIOGRAPHIE .....	105
INDEX .....	109
TABLE DES FIGURES .....	113



IMPRIMERIE LOUIS-JEAN - GAP

Périodiques scientifiques

et littéraires

Dépôt légal n° 31 - 1969

