



HAL
open science

Les Penck en Forêt Noire : une théorie géomorphologique entre ombre et lumière

Christian Giusti

► **To cite this version:**

Christian Giusti. Les Penck en Forêt Noire : une théorie géomorphologique entre ombre et lumière. Revue de Géographie Historique, 2013, Géographie historique des paysages en Allemagne, 2, pp.1-18. hal-01075562

HAL Id: hal-01075562

<https://hal.science/hal-01075562>

Submitted on 18 Oct 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Les Penck en Forêt Noire : une théorie géomorphologique entre ombre et lumière

Christian Giusti
Maître de conférences, HDR
UFR de Géographie et d'Aménagement
Université Paris-Sorbonne
191 rue Saint-Jacques
75005 PARIS
UMR 8185 ENeC
Christian.Giusti@paris-sorbonne.fr

Résumé. – Célèbres en leur temps, les géomorphologues allemands Albrecht et Walther Penck sont aujourd'hui largement oubliés, par exemple non cités par les chercheurs qui travaillent en Forêt Noire. Les travaux des Penck ont pourtant été au cœur des discussions en géomorphologie avant 1940 : contre les pénéplaines soulevées, Albrecht (le père) a défendu la théorie de la *Gipfelflur* et de l'*oberes Denudationsniveau* ; contre la théorie du *geographical cycle*, Walther (le fils) a défendu la théorie de la croissance et de la décroissance du relief. Le massif ancien de la Forêt Noire, tectoniquement incorporé à l'avant-pays alpin au cours de la formation de la chaîne des Alpes, a été l'une des régions choisies pour tester le modèle de soulèvement en dôme continu et constamment accéléré. Les propositions sur la genèse des escaliers de piedmont, réfutées par Davis, Bowman et Baulig, sont condamnées en 1940. Mais, à la suite des travaux menés par des géomorphologues non davisians comme Sauer et Kesseli en Californie, de la traduction en anglais de *Die morphologische Analyse* (Penck, 1924) en 1953 par Czech et Boswell, de la relecture critique de *Piedmont benchlands and Primärrümpfe* (Davis, 1932) par Tuan et Simons, et du développement d'idées nouvelles en géomorphologie outre-Atlantique (Strahler, Schumm, Leopold, Hack...) et outre-Manche (Chorley...), le statut de l'œuvre des Penck a été ré-évalué au cours des années 1970. L'approche systémique jointe à une meilleure compréhension physique des effets de seuil a facilité l'acceptation d'idées originellement mal comprises ou déformées, idées qui fécondent l'histoire des théories en géomorphologie, la *hillslope geomorphology* (théorie des pentes) et la *tectonic geomorphology*.

Abstract. – German geomorphologists Albrecht and Walther Penck were well known before World War II but are nowadays largely forgotten: neither of them is commonly cited by recent researchers working in the Black Forest. The Pencks stood nonetheless at the heart of discussions in geomorphology before 1940: Albrecht (the father) defended the concept of *Gipfelflur* and *oberes Denudationsniveau* against the Davisian concept of uplifted peneplains. Likewise, Walther (the son) defended the theory of waning and waxing landforms against Davis's theory of the geographical cycle. The Black Forest massif, which is situated in the Alpine foreland and was tectonically affected by the Alpine orogeny, was one of the areas selected by the Pencks to test the model of continuously and constantly accelerated updoming. Mechanisms proposed by Walther for explaining the genesis of piedmont benchlands were refuted by Davis, Bowman and Baulig and entirely scrapped by 1940. However, following i) the work of non-Davisian geomorphologists such as Sauer and Kesseli in California, ii) the 1953 translation into English by Czech and Boswell of *Die morphologische Analyse* (Penck,

1924), iii) the critical reading of *Piedmont Benchlands and Primärrümpfe* (Davis, 1932) by Tuan and Simons, and iv) the development of new ideas in geomorphology in North America (e.g. Strahler, Schumm, Leopold, Hack) and Britain (e.g. Chorley), the status of Penckian theories was fully re-evaluated in the 1970s. Development of a systems approach in geomorphology, also involving a better physical understanding of thresholds in natural systems, facilitated a wider acceptance of the originally misunderstood or distorted ideas advocated by the Pencks. These views have fertilized the history of theoretical geomorphology, of hillslope and of tectonic geomorphology.

Zusammenfassung. – Die in ihrer Zeit berühmten deutschen Geomorphologen Albrecht und Walther Penck sind nun weitgehend in Vergessenheit geraten – zum Beispiel werden sie von den im Schwarzwald arbeitenden Forschern nicht mehr zitiert. Die Arbeit der beiden Penck war dennoch im Mittelpunkt der Diskussionen in der Geomorphologie vor 1940: gegen die Theorie der gehobenen Rumpfflächen verteidigte der Vater (Albrecht) die Theorie der Gipfflur und des oberen Denudationsniveaus ; gegen die Theorie des geographischen Zyklus verteidigte der Sohn (Walther) die Theorie der auf- und absteigenden Entwicklung des Reliefs. Das alte Gebirge Schwarzwald, tektonisch während der Entstehung der Alpenkette in das Alpenvorland eingezogen, war einer der ausgewählten Regionen, um das Modell einer kontinuierlichen und immer beschleunigten Aufwölbung zu prüfen. Die Vorschläge über die Genese der Piedmonttreppen wurden von Davis, Bowman und Baulig widerlegt und 1940 verurteilt. Aber in Folge der Arbeit von nicht davisianischen Geomorphologen wie Sauer und Kesseli in Kalifornien, der englischen Übersetzung *der morphologischen Analyse* (Penck, 1924) von Czech und Boswell im Jahre 1953, der kritischen Analyse von *Piedmont benchlands and Primärrümpfe* (Davis, 1932) von Tuan und Simons, und der Entwicklung neuer Ideen in der Geomorphologie in Amerika (Strahler, Schumm, Leopold, Hack...) und in Großbritannien (Chorley...), wurde der Status des Werkes von Penck in den 1970er Jahren neu bewertet. Der systemische Umgang zusammen mit einem besseren physikalischen Verständnis des Schwelleneffekts ermöglichte die Annahme von ursprünglich missverstandenen oder deformierten Ideen, die die Geschichte der Theorien in der Geomorphologie bereichern, wie die *hillslope geomorphology* (Theorie der Hänge) und die *tectonic geomorphology*.

Mots-clés : géomorphologie, épistémologie, histoire, Penck, Forêt Noire

Keywords: geomorphology, epistemology, history, Penck, Schwarzwald

Stichworte: Geomorphologie, Erkenntnistheorie, Geschichte, Penck, Schwarzwald

Introduction

Il y a maintenant quelques années, la géomorphologue allemande H. Bremer (1983) rappelait que les idées des Penck – père et fils – ont été consciencieusement oubliées en Allemagne. Les choses n'ont guère changé depuis. Dans un article paru dans *Earth and Planetary Science Letters* [Meyer *et al.*, 2010], quatre géophysiciens pratiquant une géomorphologie quantitative basée sur les outils modernes de la thermochronologie et des cosmogéniques ne mentionnent même pas les travaux de Penck sur la même région d'étude, les bassins-versants de l'Acher et de la Gutach en Forêt Noire. Pourtant, la plupart des manuels récents de géomorphologie [par exemple, Summerfield, 1991. Burbank et Anderson, 2001. Huggett, 2011] citent en bonne place la théorie de la croissance et de la décroissance du relief, au même titre que les modèles de W.M. Davis, L.C. King ou J.T. Hack [Thornes et Brunsden, 1977 ; Thorn, 1988].

Walther Penck (1888-1923), mort à trente-cinq ans d'un cancer de la langue, était le fils d'Albrecht Penck (1858-1945), qui a donné à la géomorphologie son premier grand texte de synthèse, la *Morphologie der Erdoberfläche* [Penck, 1894]. Le seul énoncé des dates indique quels drames historiques et personnels tout cela implique. Si l'on se souvient que A. Penck est aussi l'auteur avec E. Brückner des trois volumes de *Die Alpen im Eiszeitalter* (Penck et Brückner, 1901-1909) – Günz, Mindel, Riss, Würm – et que l'œuvre de Walther Penck, *Die morphologische Analyse* (Penck, 1924), après avoir été un temps rejetée, a ensuite inspiré la *Tectonic Geomorphology*, l'un des plus puissants courants géomorphologiques de la fin du XX^e siècle, on prendra la vraie mesure scientifique du dossier. Mais un troisième élément de complexité tient à ce que la vie et l'œuvre des Penck sont indissociablement liées à la vie et à l'œuvre de Davis. Comme le rappellent R.P. Beckinsale et R.J. Chorley (1991, 329), l'amitié d'A. Penck et de Davis remonte au tournant des XIX^e et XX^e siècles. Au cours de l'été 1897, les deux savants avaient traversé les Rocheuses et le Canada, et en 1905, ils avaient participé au voyage organisé en Afrique du Sud par la *British Association*. En 1908-1909, Davis et Penck avaient profité d'un échange universitaire. Leur proximité était alors assez grande pour que Davis ait offert à Penck un poème glissé dans l'exemplaire dédié de ses *Essays* [Davis, 1909]. Mais les premiers ouvrages de Davis (1911, 1912) en allemand et leur appartenance à des camps opposés pendant la Grande Guerre devaient amener un refroidissement de leurs relations, qui se détériorèrent nettement avec les critiques de Davis (1920, 1922) à l'encontre des idées exprimées par A. Penck dans le volume jubilaire [Penck, 1918] et dans l'article sur la *Gipfelflur* [Penck, 1919]. La disparition tragique de Walther devait amener entre les deux pères un timide rapprochement, mais jamais William ni Albrecht ne purent retrouver le chemin de l'amitié [Giusti, 2012, 97-218]¹.

Or, nonobstant la part prise par le père dans la rédaction et l'édition des écrits de son fils, les idées scientifiques des Penck sont indissolublement liées : « *La théorie de W. Penck dérive d'une idée de son père, A. Penck, qu'il avait exprimée dès 1886 et reprise en 1894* » [Baulig, 1952]. – Après avoir rappelé les grandes lignes de l'interprétation de la Forêt Noire donnée par W. Penck (1925), le présent article précisera dans quelles conditions la théorie penckienne a été quasi unanimement condamnée en 1938-1940, et pourquoi la même théorie s'est trouvée réhabilitée après la parution de *Morphological Analysis of Landforms* [Penck, 1953].

I. – La Forêt Noire : un balcon en forêt

La Forêt Noire est un massif ancien du point de vue des structures géologiques, héritées des temps hercyniens, mais il fait partie de l'avant-pays alpin du point de vue géomorphologique : le relief local doit son énergie kilométrique à la position de l'unité dans le *European Cenozoic Rift System* (ECRIS), au front de la chaîne des Alpes [Ziegler et Dèzes, 2007 ; Hinsken *et al.*, 2007, 2011 ; Meyer *et al.*, 2010], et les formes du terrain portent l'empreinte des climats froids quaternaires [Koster, 2005]. À la différence de Davis, qui s'est inspiré des Appalaches dans la mise au point du modèle du *geographical cycle*, c'est principalement dans des chaînes de type alpin, Alpes proprement dites et cordillère des Andes, que les Penck ont développé l'essentiel de leurs conceptions morphogénétiques : la théorie penckienne est une théorie alpine. Cela dit, de même que Davis a consacré beaucoup de temps à tester le *geographical cycle* sous tous les climats et dans toutes les régions du monde pour l'élever au rang d'une théorie constituée, les Penck ont voulu tester hors des chaînes alpines leurs idées sur la croissance et la décroissance du relief. Le choix de la Forêt Noire, un terrain rapidement et facilement accessible, a été en partie dicté par les contingences d'une période difficile : les années 1920 – marquées par le *Diktat* (Versailles), l'occupation de la Rhénanie, la pénurie de tout (y compris de papier), l'inflation galopante – sont parmi les pires de l'histoire allemande avant le nazisme.

Dans le chapitre 7 de *Die morphologische Analyse* [Penck, 1924], les types de reliefs étudiés par W. Penck forment trois catégories : 1) les reliefs des régions de grande stabilité crustale, dont les paysages sont largement le lieu des systèmes de pentes concaves, et où s'observent à l'occasion des reliefs résiduels de type *inselberg* ; 2) les reliefs de plissement ; 3) les dômes formés sans plissement associé, par soulèvement de style épeirogénique dans la terminologie actuelle (par opposition aux soulèvements de style orogénique de la catégorie précédente). C'est ici qu'intervient l'article posthume sur la Forêt Noire [Penck, 1925], rédigé par Albrecht sur les notes laissées par son fils à l'occasion de deux conférences données à Leipzig les 13 et 20 décembre 1921 [Beckinsale & Chorley, 1991, 348], dont l'essentiel a été transmis à Davis [Chorley *et al.*, 1973, ch. 23]. C'est en Forêt Noire que Penck a développé ses idées relatives à la formation d'un relief en marches d'escalier, avec des knickpoints le long des cours d'eau et des gradins affectant les interfluves. Davis (1932) a choisi de faire porter là ses critiques, une large part du débat polémique ayant cristallisé autour du paradoxe que représentent des formes étagées générées par un soulèvement en dôme, non pas saccadé et discontinu, mais continu et constamment accéléré : « *Diese Abfälle und überhaupt stufenförmig übereinander angeordnete Piedmontflächen bedeuten nicht im geringsten, daß die Hebung ruckweise vor sich geht, sondern lediglich stetiges Rascherwerden derselben!* » [Penck, 1925, 91]². La thèse de Penck (1925) est qu'un massif de type Forêt Noire (Fig. 1A) affecté par un soulèvement en dôme constamment accéléré et dont le volume s'accroît continûment, présentera sur ses flancs une série de marches d'escalier ou gradins, et des vallées emboîtées avec une série de brisures du profil en long ou knickpoints (Fig. 1B). Or, pour Davis ainsi que pour la quasi totalité des géomorphologues, ces caractères ne peuvent que résulter de périodes d'érosion se produisant au cours des interruptions successives d'un soulèvement intermittent, ce que W. Penck récuse expressément. Pour bien mesurer l'originalité des propositions de W. Penck, on rappellera ici la position de H. Baulig (1922, 154) : « *Sans vouloir nier la possibilité ni même la probabilité de mouvements de surrection plus récents, on peut dire que la proposition de Suess reste vraie dans l'ensemble : les Vosges et la Forêt Noire sont essentiellement des horsts, des piliers relativement immobiles entre des zones plus ou moins affaissées* ».

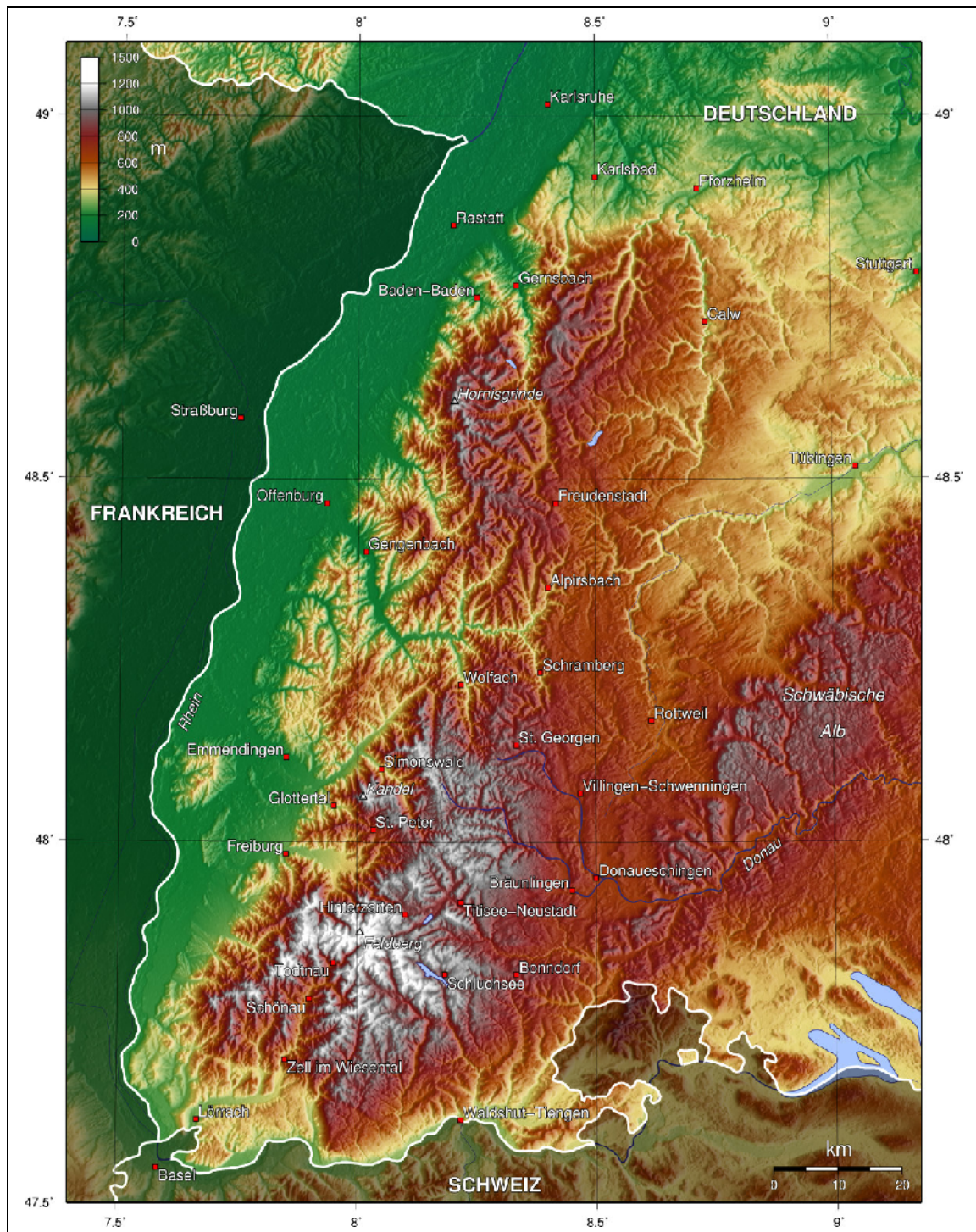


Figure 1 – La Forêt Noire (Black Forest, Schwarzwald)

Fig. 1A – Modèle numérique de terrain

Source : Wikimedia Commons : http://en.wikipedia.org/wiki/File:Schwarzwald_topo.jpg

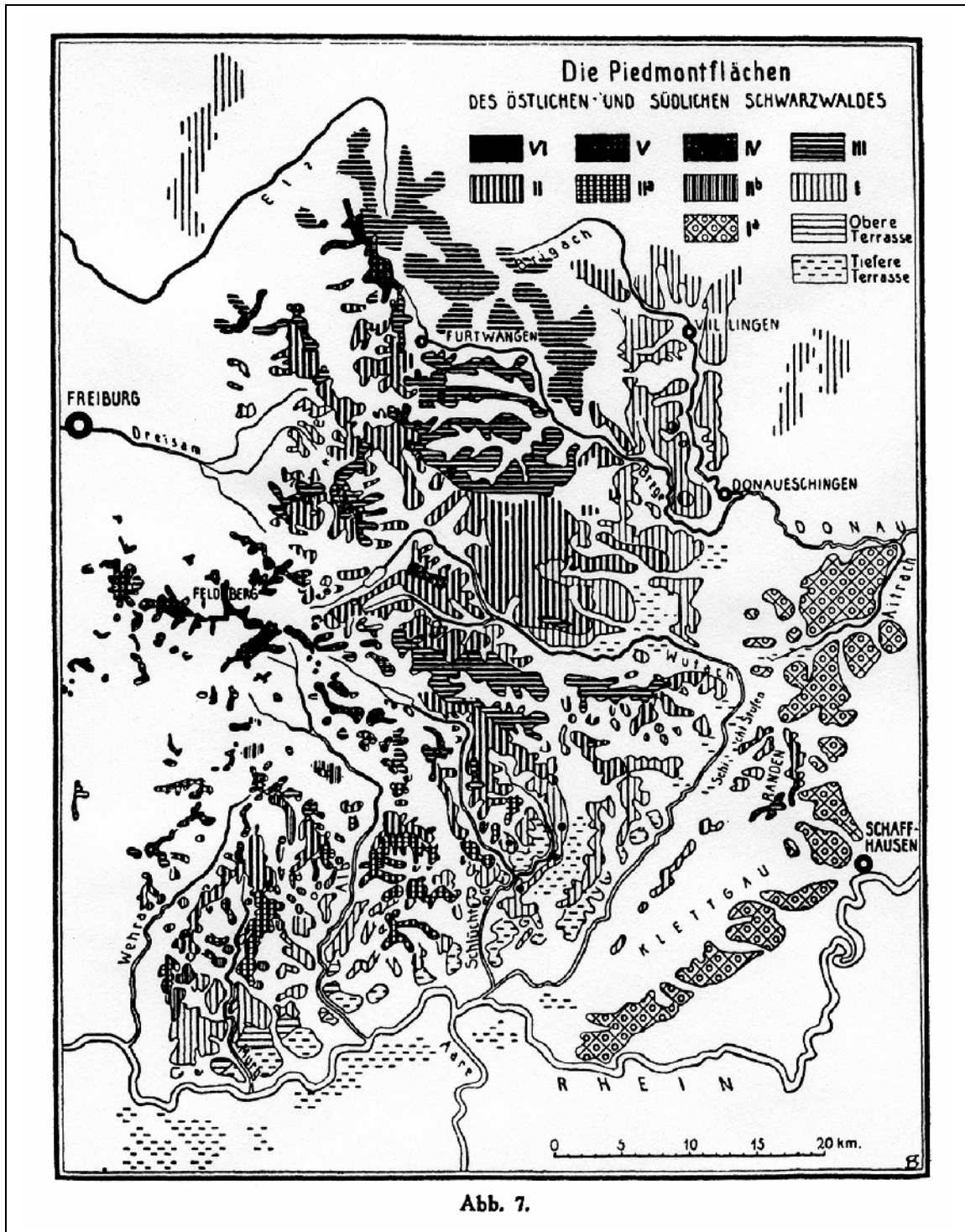


Figure 1 – La Forêt Noire (Black Forest, Schwarzwald)
 Fig. 1B – « Les surfaces de piedmont de l'est et du sud-est de la Forêt Noire »
 [Penck, 1925, fig. 7, p. 92]

Comme l'indique la formule « géologie physique » dans le sous-titre de *Die morphologische Analyse* [Penck, 1924], le projet se définit davantage comme une contribution à la physique du relief (mécanismes et processus) qu'à sa géographie (spatialité des formes et analyse de situation). Quand les Powell, Gilbert, de Lapparent... marquaient fortement les liens entre la géologie et le relief (les formes structurales), quand Davis (1899) insistait sur le facteur temps (le *geographical cycle*)³, quand de Martonne (1913) rappelait que « le relief dépend du climat au moins autant que du sous-sol », W. Penck place le curseur sur les variations d'intensité du rapport des forces internes et externes de la morphogenèse, ce pour quoi il est perçu comme le pionnier de la *tectonic geomorphology* [Morisawa, 1985 ; Beckinsale & Chorley, 1991, 336-372 ; Burbank & Anderson, 2001].

Avec S. Passarge et A. Hettner, Albrecht et Walther Penck sont les chercheurs dont les écrits s'opposent aux conceptions géomorphologiques et géographiques de Davis [Chorley *et al.*, 1973, 498-536]. Au plan géomorphologique, lors du 6^e Congrès géographique international tenu à Londres en 1895, A. Penck avait présenté une classification scalaire des formes du relief des terres émergées [Penck, 1896] alors que Davis commençait à développer le modèle du cycle. S. Passarge, à la suite de son étude du Kalahari, avait proposé une théorie de la planation indépendante du niveau de base général de l'érosion [Passarge, 1904] mais, comme Davis l'a soutenu, ce « *leveling without baselevelling, or Passarge's law as it may be called in contrast to Powell's law of leveling by baselevelling* », suggère que la théorie du cycle géographique pourrait être étendue aux domaines arides privés d'écoulement vers l'Océan [Davis, 1905]. *Die Gipfelflur der Alpen* [Penck, 1919] approfondit une idée exposée dans la *Morphologie der Erdoberfläche* [Penck, 1894, 365-8], à savoir que la subégalité altimétrique des sommets alpins résulte d'un équilibre ouvert entre facteurs endogènes et exogènes de la morphogenèse, et qu'il n'est donc pas nécessaire d'invoquer la dissection d'une pénéplaine soulevée pour expliquer l'apparente accordance. Une autre critique, enfin, porte sur la notion d'âge stadiaire liée au stade d'évolution (*stage*), l'un des fondements de la théorie davisienne : « *In Davis's school the concept of age has taken a special form. The age of landform is measured not against the geological time scale based upon the evolution of the plant and the animal world but on the degree to which they have been modified, the character of landforms, the physiognomy of the landscapes* » [Hettner, 1921, dans Chorley *et al.*, 1973, 509]. Au plan géographique, la *Landschaftskunde* ou théorie du paysage [Passarge, 1913, 1919-1920, 1923] est précisément une réaction aux idées de Davis sur le même sujet ainsi qu'un ambitieux essai de définition de la géographie [Hallair, 2010]. S. Passarge « *suit un emboîtement spécifique de hiérarchisation en divisant la Terre en zones climatiques puis en zones orographiques afin d'identifier en premier des paysages orographico-climatiques. L'homme n'est pour lui qu'un facteur second dans le paysage, il ne centre pas son analyse sur l'aspect humain* » [Hallair, 2011]. L'hypothèse peut donc être avancée ici que si Walther Penck se place explicitement sur le terrain de la géologie et de la physique du relief, c'est parce que ses recherches andines l'y ont préparé [Beckinsale & Chorley, 1991], mais aussi parce que le champ de la géographie du paysage est déjà couvert par Hettner et Passarge, et qu'il convient donc de pousser plus loin la critique de la géographie du relief développée par Davis dans le *geographical cycle*.

La pensée de Walther Penck a été si souvent sur-interprétée, quand elle n'était pas purement et simplement déformée [Tuan, 1958 ; Simons, 1962], qu'il a paru nécessaire de retraduire la majeure partie de l'article de 1925 [Giusti, 2012, 131-139]. Les traductions françaises sont en effet subtilement imprégnées de pensée davisienne : ainsi, les deux expressions *aufsteigende Entwicklung* et *absteigende Entwicklung* ont été traduites par « *évolution* » *ascendante* et *descendante* là où il s'agit de croissance [waxing development] et de décroissance [waning

development] du relief local. W. Penck n'accorde pas au développement des formes du relief une signification finaliste placée sous le double contrôle de l'écoulement du temps et de l'enchaînement systématique des stades d'évolution, la conception de Davis, mais celle d'une série de systèmes de pentes et de géométries se remplaçant l'une l'autre sans jamais s'effacer totalement, en fonction d'équilibres physiques endo- et exo-géodynamiques, sous le contrôle d'un forçage tectonique : le soulèvement continu constamment accéléré. En réalité, les deux projets sont irréductibles : là où « *Davis wants to explain the manifold forms of a landscape, ...Walther Penck wants to deduce from them the intensity of crustal movements... While Davis lays the main emphasis on the factor time, Walther places in the foreground the intensity relation of the processes, viz. the effect of processes in a given time unit. Davis thereby is naturally led to the terms young, mature, old ; Walther to the recognition of fundamental differences between ascending and descending development* » [A. Penck, 1926].

II. – D'Amsterdam à Chicago : une théorie condamnée

Davis a estimé que la présentation des idées de Walther Penck aurait plus de poids venant d'une personnalité non directement impliquée dans le débat [Chorley *et al.*, 1973, 693]. Aussi le compte-rendu de *Die morphologische Analyse* a-t-il été confié à I. Bowman (1926), Davis (1932) centrant son analyse sur les plate-formes de piedmont et les « pénéplaines primaires » (*i.e.* Primärrümpfe). La question a été discutée lors du Congrès International de Géographie d'Amsterdam (1938)⁴, les critiques là formulées [Baulig, 1939] ayant été réitérées à Chicago [AAAG, 1940]. Parce que Bowman avait privilégié la théorie des pentes et les chaînes de plissement, Davis fait porter son analyse sur les massifs anciens en général et la Forêt Noire en particulier [Penck, 1924, VII-4, 162-186 ; 1925].

L'article de Davis (1932), en dépit de ses grandes qualités de forme et de fond, comporte des ambiguïtés, des erreurs de traduction, des informations discutables, et, dans l'ensemble, un biais en faveur des principes davisien [Chorley *et al.*, 1973, 713-714]. Premièrement, voulant améliorer les illustrations trop géométriques des publications de Penck (1924, 1925), Davis a consciemment ou inconsciemment dessiné sa propre vision des choses tout en croyant traduire fidèlement la pensée de Penck [Tuan, 1958]. Deuxièmement, à cause de l'hypothèse erronée d'une relation simple et directe entre vitesses de soulèvement et vitesse de l'érosion [Chorley, 1965 ; Thorn, 1988], Davis a injustement attribué à Penck la proposition que toutes les pentes convexes se forment en phase de soulèvement accéléré, et les pentes concaves en phase de ralentissement dudit soulèvement. Troisièmement, lorsque Davis (1932) écrit « versants de vallée » (*valley sides*) en traduction de « surface inclinée » entendue au sens d'unité de pente (Penck, 1925, *geneigten Flächen*)⁶, il commet une erreur d'interprétation, d'autant moins pardonnable que la figure 4 de Penck (1925, p. 89) est sans aucune ambiguïté, ce qui a d'ailleurs été relevé par Y.F. Tuan dès 1958 (Fig. 2). Sur tous ces points, il faut reconnaître que Penck vu par Penck ne ressemble guère à Penck vu par Davis [Giusti, 2012, 158-164].

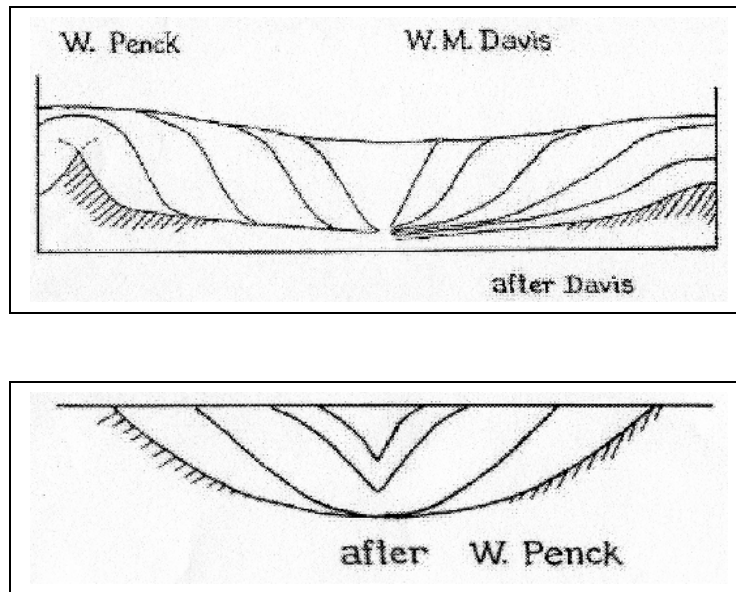


Figure 2 – Comparaison des idées de Penck (1925) et Davis (1932) sur le développement des pentes (dans : Tuan, 1958, fig. 1, p. 212 et fig. 3, p. 214)

Fig. 2A (haut) – Les schémas dessinés par W.M. Davis (1932, fig. 4)

Fig. 2B (bas) – Le schéma dessiné par W. Penck (1925, fig. 4)

En France même, terre d'élection d'un davisianisme mesuré, pondéré par le polycyclisme, les facteurs climatiques de la morphogenèse et la planation eustatique [Klein, 1997], la réception des idées penckiennes a été inégale : comme Baulig, mais pour d'autres raisons, de Martonne a manifesté ses réticences ; par contre, des chercheurs comme Birot et Klein se sont montrés plus réceptifs [Giusti, 2012]. La traduction en anglais de H. Czech et K.C. Boswell en 1953, les éclairages successifs apportés par Y.-F. Tuan (1958) et M. Simons (1962), enfin, l'énorme travail d'éclaircissement et de documentation accompli par R.J. Chorley, R.P. Beckinsale et A. Dunn (1973), ont été les pièces majeures d'un ré-examen du dossier des *Piedmonttreppen*, en même temps qu'une contribution fondamentale à l'histoire des idées en géomorphologie. Aussi est-il quelque peu regrettable que cette masse de données nouvelles n'ait pas été plus tôt prise en compte par les géomorphologues français.

III. – California (such a lovely place) : une théorie réhabilitée

Lors du *Symposium* organisé en 1939 par l'*Association of American Geographers* (AAAG, 1940), des points de vue contrastés se sont exprimés. La sensibilité des géomorphologues familiers des paysages de l'Ouest des États-Unis (si différents de ceux de la façade atlantique) les a conduits à manifester, vis à vis des idées de W. Penck, moins de scepticisme que certains de leurs collègues de l'Est. Cette opposition est sans doute la clé d'une partie du problème : « *The mental attitude of Walther Penck and Davis differed as widely as the characteristic scenery of the Andes and Appalachians. Davis subconsciously looked at landscapes as if they were tectonically stationary whereas Penck viewed them as eternally unstable* » [Chorley et al., 1973, 538]. De fait, les idées géomorphologiques de Penck ont été mieux reçues sur la façade pacifique des États-Unis : « *It is not surprising that many California geologists regard penepains and erosion cycles with considerable skepticism. In an area that has been as active diastrophically as California has been (since and) during the Tertiary [...] time there*

has been little opportunity for baselevelling to take place except very locally [...]. Under such conditions the kind of geomorphic interpretation that may have validity in the eastern United States does not work too well » [Thornbury, 1965, 550].

Carl Ortwin Sauer figure généralement en bonne place dans les anthologies et histoires de la géographie au titre de son rapport à l'environnement et pour sa définition du paysage culturel, mais non comme géomorphologue. D'origine germanique, Sauer fréquente dans le Missouri une école allemande avant d'aller compléter ses études en Wurtemberg pendant cinq ans, dont deux années passés en Forêt Noire. Sauer a fait ses études à Chicago où, sous l'influence de T.C. Chamberlin et R.S. Salisbury [Beckinsale et Chorley, 1991, 112-114], les idées de Davis n'ont qu'un maigre crédit. Sauer enseigne à l'université du Michigan de 1915 à 1923, puis est nommé à Berkeley : dans le temps même où il publie *Morphology of landscape* [Sauer, 1925], essai géographique influencé par la *Landschaftskunde* de Passarge, Sauer (1929) va appliquer les idées de W. Penck à la géomorphologie de la péninsule de Basse Californie [Beckinsale & Chorley, 1991, 239-247 ; 366-367]. Une lettre du 18 octobre 1961 de Sauer à Chorley, dans laquelle se reconnaît une idée chère à Hettner (voir supra), jette un éclairage original sur les relations tardives d'Albrecht Penck et de Davis, et, plus encore, sur la personnalité de Davis : « *He was a visiting professor here [Berkeley] in Geology at the same time we had Penck in Geography. Davis remarked to me what a strange situation that was, the Geologist in Geography and the Geography over in Geology. Perhaps that is why I never warmed up to him for I am an historian at bottom and Davis was not. He didn't want you to use geologic time terms but only stages of cycles, not historical and not really recurrent series but recurrence. Nor did he like time scales. He built models as he thought the thing should be and thus commanded it to be* » [dans Chorley et al., 1973, 428].

Au cours de ses premières années à Berkeley, Sauer a estimé que les idées de Penck devaient être testées dans d'autres contextes que ceux de la Puna de Atacama et de quelques massifs anciens d'Europe moyenne. Après avoir étudié un secteur relativement limité du comté de San Diego, il étend son enquête 500 km en direction du sud le long de la chaîne péninsulaire de Basse Californie. Insistant sur l'ampleur et la durée des mouvements tectoniques pour l'allure du relief, Sauer montre que les profils de versant concaves sont liés à des niveaux de base fixe, et les profils convexes à des vitesses croissantes de soulèvement et d'intensité de l'érosion [Beckinsale & Chorley, 1991, 366-367].

Chicago, la ville de T.C. Chamberlin et R.S. Salisbury, était une sorte de terrain neutre entre l'Est et l'Ouest des États-Unis. Organisée par O. von Engel (Cornell University), la réunion sur « *Walther Penck's contribution to geomorphology and its relation to the Davisian system* » (AAAG, 1940) se tint en décembre 1939, peu après la parution de l'article de Baulig (1939). Les participants s'accordent à reconnaître que les idées de Penck sont stimulantes, en particulier pour ce qui concerne la théorie des pentes, un aspect largement négligé par Davis. Mais sur le moment prévaut le jugement sans appel de D.W. Johnson (AAAG, 1940, 231) : « *Penck's conception that slope profiles are convex, plane, or concave, according to the circumstances of the uplifting action, is in my judgment one of the most fantastic errors ever introduced into geomorphology* ». En fait, aucun participant n'a validé la théorie de W. Penck sur l'origine des gradins de piedmont et la formation des *knickpoints*. Tout le débat (Giusti, 2012, 183-184) montre qu'en 1939, les géomorphologues américains n'ont pas compris (pas plus que leurs confrères européens à Amsterdam en 1938) que la théorie de W. Penck porte en elle les principes d'une révolution en géomorphologie. L'argument d'autorité joue à fond : là où les vues de Penck sont échenillées, celles de Davis ne sont pas remises en cause car elles sont la science normale. Dans son manuel de 1942, von Engel affecte de mettre en scène un

débat entre Davis « the Master » et Penck « the Challenger », un chapitre complet étant consacré à l'exposé de la théorie de Penck. Mais ce chapitre est une reprise de Davis (1932) et le Penck de von Engel n'un homme de paille [Chorley *et al.*, 1973, 715-717 ; Beckinsale & Chorley, 1991, 368-369]. Pourtant, un collègue de Sauer à Berkeley, J.E. Kesseli, distribue dès 1940 un polycopié illustré (Fig. 3) expliquant à ses étudiants le chapitre 6 de *Die morphologische Analyse* sur la théorie des pentes.

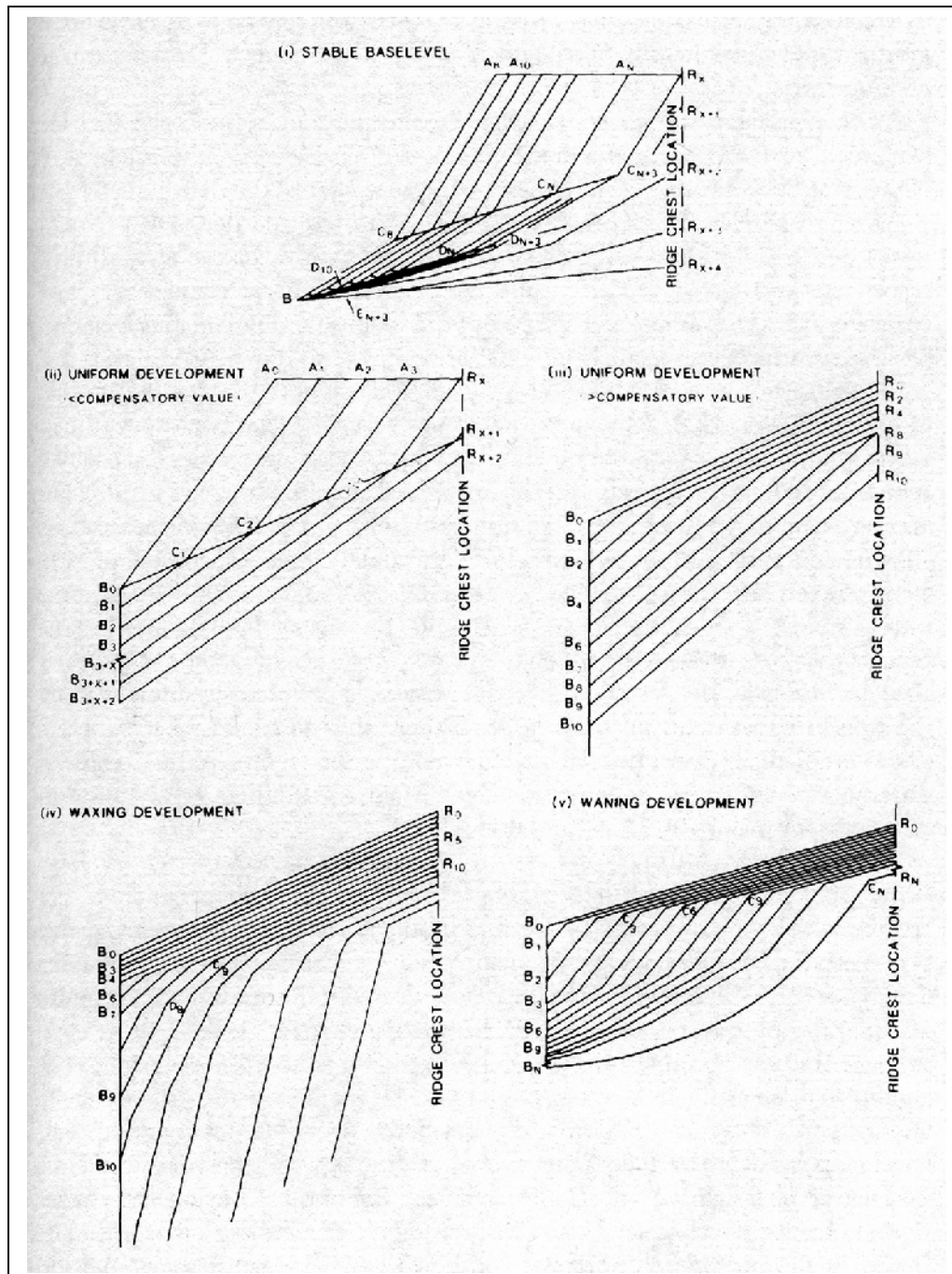


Figure 3 – La théorie des pentes de W. Penck (1924) selon J. Kesseli (1940)
 In : R.P. Beckinsale & R.J. Chorley (1991, fig. 10.8, p. 359)

La parution de *Morphological Analysis of Landforms* [Penck, 1953] n'a pas été un événement. Il faut attendre le début des années 1960 pour que les idées de W. Penck commencent à être diffusées, en partie du fait de J.E. Kesseli (1940) et Y.F. Tuan (1958) aux États-Unis, et du travail de comparaison réalisé par M. Simons (1962) sur les textes de Penck (1925) et Davis (1932). Mais le facteur clé réside dans les profondes transformations de la géomorphologie aux États-Unis et en Grande-Bretagne après 1945, lesquelles, à la suite des travaux impulsés par Strahler, Schumm, Leopold, Hack, Chorley, d'une part [Kennedy, 2006], et de l'évolution de la notion de système, d'autre part (par ex., Huggett, 2007), créent un terrain favorable à la redécouverte des idées de W. Penck. Hors de France (où jusqu'à la conférence de Manchester en 1985, de nombreux travaux impulsés par des chercheurs comme P. Birot, J. Tricart, F. Joly et A. Godard, suivent leur voie propre : cf. Calvet et Giusti, 2010), les idées de W. Penck vont féconder l'épistémologie de la géomorphologie (A), la *Hillslope Geomorphology* (B), et la *Tectonic Geomorphology* (C).

A. Théories et modèles en géomorphologie

En la matière (et si on laisse de côté tout ce qui concerne la notion de système), un événement marquant a été le 6^e colloque annuel de Binghamton (Melhorn & Flemal, 1975), *Theories of landform development*, que ses organisateurs placent dans le prolongement du *Walther Penck Symposium* de Chicago (AAAG, 1940) : « *Thirty-six years later the Davisian and Penckian systems, both in their original and derivative forms, as well as several additional systems, continue to vie for general acceptance. The purpose [...] and proceedings volume are nearly identical to those of the 1939 meeting* » (Melhorn & Flemal, 1975, VI). La table des matières révèle un ensemble de haut niveau, avec les communications de Meyerhoff⁵ sur le modèle de Penck, de Schumm sur le concept d'érosion discontinue, de Hack sur l'équilibre dynamique à l'échelle des paysages, de Crickmay sur l'inégale activité de l'érosion et de Morisawa sur les rapports de la tectonique et de la géomorphologie (voir ci-dessous). Mais les théories, quelles qu'elles soient, semblent dans la deuxième moitié du XX^e siècle, moins compter que la façon dont doit se faire le travail de terrain : le portrait de Grove Karl Gilbert qui illustre l'avant-propos du volume témoigne, face à la multiplication des modèles, d'un retour sur le devant de la scène de la méthode des hypothèses multiples.

B. *Hillslope Geomorphology*

La théorie des pentes [Penck, 1924, 1953] n'est pas un thème central de l'article sur la Forêt Noire, mais il s'agit d'un domaine où, très vite, les propositions de Penck ont été discutées par des géomorphologues comme Bowman (1926) et Kesseli (1940), Baulig et Birot en France entre 1940 et 1960, puis Savigear, Anher, Kirkby [Young, 1972 ; Thorn, 1988]. La *hillslope geomorphology*, devenue une spécialité à part entière comme le montrent les chapitres consacrés à cette sous-discipline dans de nombreux manuels de géomorphologie (par ex., Anderson & Anderson, 2010. Huggett, 2011), touche en fait à de nombreux thèmes comme le ravinement (*gully erosion*) et la météorisation (*weathering*). Des pentes (toposphère) au sol en sub-surface et au sous-sol rocheux en profondeur, des recherches intégrées se poursuivent en direction des interactions entre le minéral et l'organique : *critical zone*, biogéomorphologie et zoogéomorphologie.

C. *Tectonic Geomorphology*

Le sujet est très complexe car il s'agit en fait de quatre questionnements distincts bien que se recouvrant en partie : 1) le vieux problème des interférences de la tectonique et de l'érosion, déjà perçu à la fin du XIX^e siècle, réactivé à partir des années 1980 ; 2) la question posée par W. Penck (1924) de savoir si les reliefs d'un paysage peuvent fournir des indications sur les déformations tectoniques, et, dans l'affirmative, jusqu'à quel point ; 3) la distinction entre les influences tectoniques passives et actives, du fait des connaissances accumulées après 1945 en géologie structurale, en tectonique des plaques, et en géophysique interne ; 4) le renversement du questionnement sur les causes du soulèvement vertical à partir de 1990 avec le débat sur l'allègement crustal par érosion accélérée des grands volumes montagneux. Or, de ces quatre points, seuls les deux premiers sont en relation directe avec les idées de W. Penck.

Tectonics and Geomorphic models, la communication de M. Morisawa (1975) au colloque organisé par Melhorn & Flemal (voir ci-dessus), est un essai dont les deux idées principales illustrent l'influence de la tectonique des plaques sur la géomorphologie, comme si celle-ci était fécondée par celle-là. La première idée rejoint la discussion des effets morphologiques de l'isostasie par P. Birot (1958, 437-443 et fig. 100) dans *Morphologie structurale*, à savoir la vitesse de réaction d'un compartiment de l'écorce, autrement dit, de la réponse instantanée ou différée de ce compartiment aux sollicitations qui l'affectent : « *Erosion, initiated by uplift of the land leads to a positive feedback situation as progressive erosion reduces elevation and promotes isostatic readjustment to cause further rising. If there is no delay in the feedback, the Penckian model results. If there is a delay in the feedback, where isostasy requires a threshold value, the Davisian model with intermittent upward movement is supported* » [Morisawa, 1975, 199]. La deuxième idée est une invitation à développer une géomorphologie à l'échelle de la « jeune » (en 1975) tectonique des plaques : la *global geomorphology* ou méga-géomorphologie [Gardner & Scoging, 1983 ; Summerfield, 1991, 2000] a largement répondu à cette attente.

Parallèlement à la « géomorphologie globale », le 15^e colloque Binghamton voit la résurgence du vieux terme de morphotectonique [Birot, 1958 ; Giusti, 2002], mais avec un nouveau sens : « *The new term morphotectonics has arisen in the literature. The erosion of large areal plate tectonic phenomena by subsequent subaerial processes produce characteristic landforms by which the tectonic events can be identified. Morphotectonics, hence, reflects the relationship between tectonics and surface features. [...] In tectonically active areas the topography reflects the magnitude, intensity, frequency and duration of endogenic forces acting on them* » [Morisawa, 1985]. Ainsi définie, la *morphotectonics* reprend bien une idée fondamentale de W. Penck, puisque des formes « caractéristiques »⁷ sont censées permettre l'identification d'événements tectoniques, sous certaines limites spatiales : ne sont concernées que les régions tectoniquement actives. – Mais qu'est-ce qu'une région « tectoniquement active », et, surtout, *quid* de la médiation que l'érosion différentielle exerce entre le jeu des processus internes et le dégagement des formes externes ? Si pour les géomorphologues anglo-saxons, qui viennent de traverser au cours des années 1960-1970 une période dominée par l'analyse systémique des versants et des processus, la *morphotectonics* ouvre des horizons nouveaux, il en va autrement pour leurs collègues français qui, dans le même temps, ont étudié sous l'impulsion de P. Birot (et parfois jusqu'à l'obsession) les interférences de la tectonique et de l'érosion, en particulier dans tout le bassin méditerranéen (Dufaure, 1984). Rompus à reconnaître les divers effets de l'érosion différentielle sur les structures issues de la tardi-tectonique, de la néotectonique et de la tectonique vivante, ils ne peuvent qu'éprouver un scepticisme certain vis à vis de travaux qui renouent par trop avec la vision penckienne (Dufaure, 2007).

Conclusion

Il est très difficile de démêler, dans les causes du rejet des idées de W. Penck, ce qui revient purement au débat scientifique de ce qui relève des déterminants socio-culturels : comment cette théorie aurait-elle été reçue dans un contexte autre que l'Entre Deux Guerres, si Penck n'était pas décédé prématurément et si Davis n'avait pas été cet homme d'influence qu'il reste jusqu'à la fin ? Aux éléments de réponse apportés par les volumes 2 et 3 de l'histoire de la géomorphologie [Chorley *et al.*, 1973 ; Beckinsale & Chorley, 1991], il serait tentant d'ajouter que, en 1924 et jusqu'après 1945, la culture de l'honnête homme est imprégnée des vues de la mécanique classique et des principes de la thermodynamique [Huggett, 2007]. Cela ne vous prépare guère à accepter une théorie comme celle de Penck. Comme le note R. Brunet (1968, 10), « *L'attitude la plus répandue consiste à nier les discontinuités, ou du moins leur possibilité théorique* », et l'auteur de citer l'exemple de H. Baulig (1939, 286) à propos de la théorie des *Piedmonttreppen* : « *D'une manière générale, on a déclaré ne pas comprendre comment une évolution continue pouvait engendrer des formes discontinues* ». Or, la notion de « *discontinuité dynamique endogène* » évoquée par Brunet (1968) est ici pertinente : dans un phénomène parfaitement continu tel que le soulèvement en dôme avec son accélération constante et son élargissement basal, des limites sont franchies, qui correspondent à des seuils d'action [Baulig, 1959], de la même façon que dans une rivière, les effets de l'écoulement laminaire ne sont pas les mêmes que ceux de l'écoulement turbulent [Schumm, 1979]. Mais il est bien plus facile d'accepter les idées de W. Penck en 2012 qu'en 1953, *a fortiori* 1924, car la culture « physique » s'est depuis enrichie de maints concepts « étranges ».

Chez Penck, tout ou presque est paradoxal. Il y a d'abord le paradoxe de l'œuvre, la confusion entre le fils qui pense et le père qui signe. Il y a ensuite le paradoxe du prisme, les travaux de Penck étant vus et déformés par Davis, Bowman ou Baulig, avec un bilan mitigé et, malgré une relative empathie, plutôt hostile. Il y a enfin le paradoxe de la redécouverte, quand deux géographes de Berkeley d'origine germanique, Sauer et Kesseli, travaillant sur des territoires de l'Ouest américain où les théories de Davis posent problème, produisent des cours et des articles explicitement penckiens. Aujourd'hui, les idées de Penck imprègnent toute la théorie des pentes, sont prémonitoires du programme de recherches sur les knickpoints, et inspirent la *Tectonic geomorphology* contemporaine.

Notes

¹ Le lecteur qui souhaiterait une vue plus approfondie est invité à se reporter aux volumes 2 et 3 de *The History of the Study of Landforms...* (Chorley *et al.*, 1973 ; Beckinsale & Chorley, 1991).

² « Ces talus et, de la même façon, les surfaces de piedmont semblables à des marches, ne signifient pas le moins du monde que le soulèvement s'effectue par saccades, mais seulement qu'il subit un mouvement constamment accéléré ! » (traduction C. Doublier, dans : Giusti, 2012, 138).

³ La traduction de *geographical cycle* (Davis, 1899) par la malheureuse expression « cycle d'érosion » masque la dimension géographique de la théorie davisienne du développement des formes du relief.

⁴ *Comptes-rendus*, tome II, *Travaux de la section IIa*, 99-204 ; *Rapports*, 48-63 ; *Actes*, 199-214.

⁵ M. Simons (1962) traduit par « inclined flats », dont l'équivalent pourrait être « facette » ou « face » (inclinée). Traduire par « section », « partie » ou « portion » ne conserverait pas la dimension surfacique.

⁶ H.A. Meyerhoff était intervenu au colloque de Chicago (AAAG, 1940) sur *Migration of erosional surfaces*.

⁷ Le contexte ne permet pas de savoir si M. Morisawa emploie ce mot dans son sens courant, ou avec celui que viennent de lui donner D. Brunson et J.B. Thornes (1979) en géomorphologie, par opposition aux formes « transitoires », *transient*.

Bibliographie

- AAAG, 1940. Walther Penck's contribution to geomorphology. *Annals of the Association of American Geographers*, 30, 4, 219-284.
- Anderson R.S., Anderson S.P., 2010. *Geomorphology. The Mechanics and Chemistry of Landscapes*. Cambridge (UK), Cambridge University Press.
- Baulig H., 1922. Questions de morphologie vosgienne et rhénane. *Annales de Géographie*, 31, 132-154 et 385-401.
- Baulig H., 1939. Sur les « gradins de piedmont ». *Journal of Geomorphology*, 2, 281-304.
- Baulig H., 1952. Surfaces d'aplanissement. *Annales de Géographie*, 61, 161-183 et 245-262.
- Baulig H., 1959. Morphométrie. *Annales de Géographie*, 68, 369, 385-408.
- Beckinsale R.P., Chorley R.J., 1991. The History of the Study of Landforms or the Development of Geomorphology. 3. Historical and Regional Geomorphology. London, Routledge.
- Birot P., 1958. *Morphologie structurale*. Paris, Presses Universitaires de France.
- Bowman I., 1926. The analysis of land forms. Walther Penck on the topographic cycle. *Geographical Review*, 16, 122-132.
- Bremer H., 1983. Albrecht Penck (1858-1945) and Walther Penck (1888-1923), two German geomorphologists. *Zeitschrift für Geomorphologie*, N.F. 27, 129-138.
- Brunet R., 1968. Les phénomènes de discontinuité en géographie. *Mémoires et Documents de Géographie*. Paris, Éditions du CNRS.
- Brunsdon D., Thornes J.B., 1979. Landscape sensitivity and change. *Transactions Institute British Geographers*, NS4, 463-484.
- Burbank D.W., Anderson R.S., 2001. *Tectonic geomorphology*. Malden (MA), Blackwell Science.
- Calvet M., Giusti C., 2010. La géographie physique en France cent ans après le *Traité* : et après ? In : N. Broc, *Une histoire de la géographie physique en France, XIX^e-XX^e siècles. Les hommes, les œuvres, les idées*. Perpignan, PUP, Postface, 677-706.
- Chorley R.J., 1965. A re-evaluation of the geomorphic system of W.M. Davis. In: R.J. Chorley & P. Haggett (Eds), *Frontiers in Geographical Teaching*. London, Methuen, 21-38.
- Chorley R.J., Beckinsale R.P., Dunn A.J., 1973. *The History of the Study of Landforms or the Development of Geomorphology. 2. The life and work of William Morris Davis*. London, Methuen.
- Davis W.M., 1899. The geographical cycle. *Geographical Journal*, 14, 5, 481-504.
- Davis W.M., 1905. Leveling without baseleveling. *Science*, 21, 825-828.
- Davis W.M., 1909. *Geographical Essays*. D.W. Johnson (Ed), Boston, Ginn and Company.
- Davis W.M., 1911. *Grundzüge der Physiogeographie*. Leipzig, B.G. Teubner.
- Davis W.M., 1912. *Die Erklärende Beschreibung der Landformen*. Leipzig, B.G. Teubner.
- Davis W.M., 1920. The Penck Festband: A Review. *Geographical Review*, 10, 4, 249-261.

- Davis W.M., 1922. Peneplains and the geographical cycle. *Geological Society of America, Bulletin*, 33, 587-598.
- Davis W.M., 1932. Piedmont benchlands and Primärrümpfe. *Geological Society of America, Bulletin*, 43, 399-440.
- Dufaure J.-J., 1984. *La mobilité des paysages méditerranéens : hommage à Pierre BIROT*. Toulouse, Travaux de la Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, II.
- Dufaure J.-J., 2007. L'analyse des formes structurales revisitée. Relations entre érosion différentielle, aplanissements et tectonique continentale. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 2, 159-176.
- Engeln O.D. von, 1942. *Geomorphology*. New York, Macmillan.
- Gardner R., Scoging H., 1983. *Mega-Geomorphology. Twelve of the papers presented at a conference of the British Geomorphological Research Group held in London, 26-30 March, 1981*. Oxford, Clarendon Press. New York (NY), Oxford University Press.
- Giusti C., 2002. *En Aigoual : la rencontre du Centralien et du Polytechnicien. De l'intérêt du péritexte en histoire des géosciences*. 18^e colloque des Archives d'Agde, Agde, 13-37. Voir : <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00364962>
- Giusti C., 2012. *Du syndrome de Playfair au paradoxe de Penck. Regards sur les concepts de la géomorphologie*. Mémoire HDR Université de Perpignan, vol. 3, 270 p.
- Hallair G., 2010. *Histoire croisée entre les géographes français et allemands de la première moitié du XXe siècle : la géographie du paysage (Landschaftskunde) en question*. Doctorat, Universités de Paris 1 Panthéon-Sorbonne et de Leipzig, 900 p.
- Hallair G., 2011. Théorie du paysage et théorie du relief dans la première moitié du XX^e siècle : Siegfried Passarge (1866-1958) versus William Morris Davis (1850-1934). *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 3, 319-334.
- Hettner A., 1921. *Die Oberflächenformen des Festlandes*. B.G. Teubner, Leipzig & Berlin (2^e éd., 1928, traduite en anglais par P. Tilley : *The surface features of the Earth*. Macmillan, London, 1972).
- Hinsken S., Ustaszewski K., Wetzel A., 2007. Graben width controlling syn-rift sedimentation: the Palaeogene southern Upper Rhine Graben as an example. *International Journal of Earth Sciences*, 96, 979-1002.
- Hinsken S., Schmalholz S.M., Ziegler P.A., Wetzel A., 2011. Thermo-Tectono-Stratigraphic Forward Modelling of the Upper Rhine Graben in reference to geometric balancing: Brittle crustal extension on a highly viscous mantle. *Tectonophysics*, 509, 1-13.
- Huggett R.J., 2007. A history of the systems approach in geomorphology. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 2, 145-158.
- Huggett R.J., 2011. *Fundamentals of Geomorphology*. New York (NY), Routledge (3rd edition).
- Kennedy B., 2006. *Inventing the Earth: ideas on Landscape development since 1740*. Oxford, Blackwell.
- Kesseli J.E., 1940. *The development of slopes: A summary of studies by Walther Penck and Sieghart Morawetz*. Manuscrit non publié (voir Beckinsale & Chorley, 1991, ch. 8).
- Klein C., 1997. *Du polycyclisme à l'acyclisme en géomorphologie*. Gap, Ophrys.

- Koster E.A., 2005. German Uplands and Alpine Foreland. In: E.A. Koster (Ed.), *The Physical Geography of Western Europe*. Oxford (UK), Oxford University Press, 207-230.
- Martonne E. de, 1913. Le climat, facteur du relief. *Scientia*, 13, 339-355.
- Melhorn W.L., Flemal .C., 1975. *Theories of landform development*. Binghamton (NY), State University of New York Press.
- Meyer H., Hetzel R., Fügenschuh B., Strauss H., 2010. Determining the growth rate of topographic relief using in situ-produced ¹⁰Be: A case study in the Black Forest, Germany. *Earth and Planetary Science Letters*, 391-402.
- Morisawa M., 1975. Tectonics and geomorphic models. In: W.L. Melhorn & R.C. Flemal (Eds), *Theories of landform development*. Binghamton (NY), State University of New York Press, 199-216.
- Morisawa M., 1985. Preface. In: M. Morisawa & J.T. Hack (Eds), *Tectonic geomorphology. The Binghamton Symposia in Geomorphology: International Series, n° 15*. Winchester (MA), Allen & Unwin, vii-x.
- Passarge S., 1904. Rumpfflächen und Inselberge. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 56, 193-215.
- Passarge S., 1913. Physiogeographie und vergleichende Landschaftsgeographie. *Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Hamburg*, 27, 121-151.
- Passarge S., 1919-1920. *Die Grundlagen der Landschaftskunde. Ein Lehrbuch und eine Anleitung zur landschaftskundlichen Forschung und Darstellung*. Hamburg, L. Friederichsen.
- Passarge S., 1923. *Die Landschaftsgürtel der Erde. Natur und Kultur*. Breslau, F. Hirt.
- Penck A., 1894. *Morphologie der Erdoberfläche*. Stuttgart, J. Engelhorn.
- Penck A., 1896. *Die Geomorphologie als genetische Wissenschaft: eine Einleitung zur Diskussion über geomorphologische Nomenklatur*. Comptes Rendus, 6^e Congrès Géographique International, Londres, section C, 735-752.
- Penck A., 1918. *Albrecht Penck Festband. Zur Vollendung des sechzigsten Lebensjahrs gewidmet von seinen Schülern und der Verlagsbuchhandlung*. Stuttgart, J. Engelhorn's.
- Penck A., 1919. Die Gipfflur der Alpen. *Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 17, 256-268.
- Penck A., 1926. A Letter to Isaiah Bowman. *Geographical Review*, 16, 2, 350-352.
- Penck A., Brückner, E., 1901-1909. *Die Alpen im Eiszeitalter*. Leipzig, Tauchnitz.
- Penck W., 1924. Die morphologische Analyse. Ein Kapitel der physikalischen Geologie. *Geographische Abhandlungen*. 2. Reihe, Heft 2, Stuttgart, J. Engelhorn's Nachf.
- Penck W., 1925. Die Piedmontflächen des südlichen Schwarzwaldes. *Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin*, 81-108.
- Penck W., 1953. *Morphological Analysis of Landforms. A contribution to Physical Geology*. Traduction de H. Czech & K.C. Boswell. London, Macmillan and Company.
- Sauer C.O., 1925. The morphology of landscape. *University of California, Publications in Geography*, 2, 19-54.

- Sauer C.O., 1929. Land forms in the Peninsular Range of California as developed about Warner's Hot Springs and Mesa Grande. *University of California, Publications in Geography*, 3, 199-290.
- Schumm A.S., 1979. Geomorphic thresholds: the concept and its application. *Transactions Institute British Geographers*, NS4, 485-515.
- Simons M., 1962. The Morphological Analysis of Landforms: A new review of the work of Walther Penck (1888-1923). *Transactions and Papers, Institute of British Geographers*, 31, 1-14.
- Summerfield M.A., 1991. *Global geomorphology. An introduction to the study of landforms*. Harlow, London, Prentice Hall.
- Summerfield M.A., 2000. *Geomorphology and global tectonics*. Chichester, Wiley.
- Thorn C.E., 1988. *Introduction to Theoretical Geomorphology*. Boston, Unwin Hyman.
- Thornbury W.D., 1965. *Regional Geomorphology of the United States*. New York, Wiley.
- Thornes J.B., Brunsden D., 1977. *Geomorphology and time*. London, Methuen.
- Tuan Y.-F., 1958. The misleading antithesis of Penckian and Davisian slope retreat in waning development. *Proceedings of the Indiana Academy of Science*, 67, 212-214.
- Young A., 1972. *Slopes*. Edinburgh, Oliver & Boyd.
- Ziegler P.A., Dèzes P., 2007. Cenozoic uplift of Variscan massifs in the Alpine foreland : timing and controlling mechanisms. *Global and Planetary Change*, 58, 237-269.