Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 62 (1969)
Heft: 2

Artikel: Phénomènes et formes du Karst jurassien
Autor: Aubert, Daniel
Kapitel: Généralités
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-163704

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Eclogae geol. Helv.	Vol. 62/2	Pages 325–399	Avec 44 figures dans le texte et 4 tables	Bâle, Dec. 1969

551.448 (494.431)

Phénomènes et formes du Karst jurassien

par DANIEL AUBERT (Lausanne et Neuchâtel).

ABSTRACT

The aim of this work is the study of Jurassic karst, more precisely, that of its evolution and its laws.

Chemical corrosion is aided by the joints; therefore, in the fissured areas, particularly on the anticlinal bends and where it cuts dolina and closed basins, it is the most active. On the other hand, the regulating influence of the soil contributes to reduction or even interruption where the soil thickens and fills with impermeable residue. This prevents the karstic depressions from deepening indefinitely.

Stimulated by the joints, stabilized by the soil, limestone erosion tends more to level than to accentuate the relief; thus the bevelling of the anticlines, characteristic of Jurassic morphology, can be explained without applying the traditional theory of tertiary peneplaning.

Superficial erosion by dissolution is approximately 0,05 mm each year, a relatively small amount, but not negligible on the geochronological scale. It is for this reason that the surfaces are not "immunized by the karst" but suffer appreciable erosion in the sense of always more pronounced levelling.

GÉNÉRALITÉS

1. Introduction

La dernière phrase de ma «Monographie de la vallée de Joux» (AUBERT, 1943) dit en substance que le relief du Jura vaudois semble résulter d'une érosion karstique de longue durée, bien que ses formes soient peu évoluées. Cette remarque a été le point de départ de ce travail.

Depuis BRÜCKNER (1902) et MACHACEK (1905), de nombreuses théories morphogénétiques jurassiennes ont été énoncées. Presque toutes présentent une unité remarquable, en ce sens qu'elles font intervenir un ou plusieurs cycles d'érosion préalables qui auraient nivelé plus ou moins le relief jurassien au cours de l'ère tertiaire. A la suite de quoi, cette «pénéplaine» aurait été déformée ou soulevée par un dernier sursaut orogénique. En revanche, les points de vue diffèrent considérablement sur l'âge et la nature de ces événements. Cette conception n'est guère mise en doute, même pas en discussion, la plupart des auteurs se bornant à en rechercher la confirmation, plutôt que de la confronter avec les faits.

En dépit de cette quasi unanimité, elle ne me paraît pas suffisante ou, plus exactement, pas nécessaire, pour des raisons qui apparaîtront par la suite. Peut-être est-ce parce que mes recherches initiales m'ont confiné dans une région où l'image d'une pénéplaine s'impose moins qu'ailleurs. Quoi qu'il en soit, j'estime que le problème mérite d'être repris sur des bases nouvelles. Auparavant, il s'agit de connaître le karst

Adresse de l'auteur: 5, Chemin des Grands Champs, 1033 Cheseaux.

jurassien actuel – le karst superficiel bien entendu, à l'exclusion du souterrain – et de tenter d'en établir les lois. C'est l'objet de la présente étude. Puis un travail ultérieur, basé sur les résultats du premier, tentera de mettre sur pied une théorie personnelle de la morphogénèse jurassienne.

Le karst jurassien n'a jamais été étudié systématiquement; en revanche, la littérature abonde en descriptions locales dont la plupart seront signalées en cours de route et figurent dans la liste bibliographique.

2. Méthodes

Deux méthodes s'offraient à moi: ou bien envisager l'ensemble de la chaîne, avec ce que cela suppose de dispersion, ou concentrer mes efforts sur un territoire restreint, y faire des observations précises, tenter d'y établir des lois, puis les vérifier ailleurs. C'est cette voie que j'ai choisie. La plupart de mes observations ont eu pour point de départ la vallée de Joux (Jura vaudois) dont la géologie m'est familière, et la zone circumvoisine vaudoise, neuchâteloise et française.

A l'usage, cette région restreinte s'est révélée particulièrement favorable à ce genre d'études, car c'est justement celle qui a été occupée par d'importants glaciers jurassiens, dont l'action érosive a débarrassé les calcaires des sols qui les dissimulent encore dans les autres territoires, rendant ainsi possible l'observation de la morphologie des calcaires (AUBERT, 1965). Sans le secours glaciaire, cette étude n'eût pas été possible.

De toute façon, elle n'a pas été aisée; il est difficile en effet de tirer de l'observation de formes apparemment immuables, des éléments permettant de comprendre leur évolution, ou, si l'on préfère, de saisir l'importance de phénomènes imperceptibles et diffus agissant en permanence sur de grandes étendues. On en est réduit à utiliser les données de la morphologie pour établir les lois du relief, qui serviront en retour à expliquer la morphologie. Pour échapper à ce que ce raisonnement pourrait avoir de vicieux, il faut s'astreindre à multiplier les observations, soumettre chaque explication à d'innombrables contrôles de terrain et acquérir une connaissance approfondie des conditions géologiques locales.

Quelques schémas mis à part, les figures qui illustrent ce travail représentent des cas réels, choisis évidemment parmi les plus significatifs et un peu simplifiés pour les rendre plus expressifs. Elles ont donc une valeur documentaire.

Les localisations topographiques se réfèrent à la carte nationale de la Suisse au 1 : 25 000 et lorsqu'on le précise, à la carte de France au 20 000e ou au 50 000e, ainsi qu'aux cartes géologiques correspondantes.

Enfin, je tiens à remercier ici M. Jean-Paul GUIGNARD, technicien-horloger et naturaliste, de la vallée de Joux, qui m'a secondé à maintes reprises avec l'efficacité que lui confèrent sa parfaite connaissance du Jura et sa passion des sciences naturelles.

3. Conditions générales du modelé jurassien

Le relief est déterminé par un certain nombre de facteurs généraux, qu'il faut définir brièvement avant d'envisager ceux qui concernent plus particulièrement le modelé karstique.

a) Stratigraphie

La stratigraphie du Jura central est caractérisée par les séries calcaires du Dogger, du Malm et du Crétacé, entre lesquelles s'intercalent des niveaux marneux de moindre épaisseur. Dans la région envisagée, le Dogger n'affleure qu'au cœur de quelques anticlinaux profondément échancrés par l'érosion, tandis que le Crétacé se trouve confiné au fond des synclinaux de la haute chaîne. En revanche, les calcaires clairs du Malm occupent de vastes territoires; ce sont eux qui constituent la carapace de tous les anticlinaux et des principaux plateaux, ainsi que les escarpements et les versants rocheux des canyons et des cluses. Par la force des choses, notre étude se limite donc au karst du Jurassique supérieur. Celui-ci comprend les étages Séquanien, Kimeridgien et Portlandien de la stratigraphie traditionnelle, auxquels vient s'ajouter dans la partie française, le Rauracien. Dans la zone interne, cette série repose sur les marno-calcaires de l'Argovien et dans la région externe, sur les marnes oxfordiennes. Son toit est formé du Purbeckien qui la sépare du Crétacé inférieur.

Epaisse de près de 400 mètres, elle est fréquemment interrompue par des intercalations marneuses. Les plus importantes – marnes séquaniennes, marnes du Banné, marnes à Exogyra virgula – occupent une position stratigraphique déterminée; les autres sont de minces niveaux, voire de simples délits. A l'exception des faciès zoogènes, les bancs calcaires renferment en outre des quantités relativement importantes de minéraux argileux, et, au sommet, de dolomie.

Dans le territoire occupé jadis par la calotte glaciaire, le calcaire est souvent recouvert de moraine locale, composée d'éléments calcaires de toutes dimensions, emballés dans une matrice de consistance argileuse ou sableuse.

b) Tectonique

Dans les grandes lignes, la haute chaîne jurassienne se compose d'un faisceau d'anticlinaux et de synclinaux, d'amplitude décroissante de l'intérieur vers l'extérieur. Toutefois, ce style classique dissimule, selon toute vraisemblance, une structure disharmonique imprévisible, comme on a pu le constater au Risoux. Dans cet anticlinal d'aspect particulièrement tranquille, un sondage a révélé en effet, à 1300 m de profondeur, l'existence d'un important plan de charriage (WINNOCK, 1961). Mais de telles dislocations de la couverture ne paraissent pas influencer le relief.

De distance en distance, le cortège des plis est perturbé par des décrochements qui le traversent de part en part, accompagnés de leur réseau d'accidents secondaires. Ces dislocations sont bien marquées dans la topographie. Du côté externe, les plis en s'atténuant, passent graduellement aux plateaux, vastes compartiments subtabulaires, articulés les uns aux autres par d'étroits faisceaux de failles et de plis.

Il faut se souvenir que déformations tectoniques et façonnement du relief sont des phénomènes simultanés et non successifs, comme on les représente généralement dans les schémas. On en tiendra compte, dans la mesure du possible, dans l'étude morphogénétique ultérieure. Dans celle-ci, qui concerne essentiellement les phénomènes actuels, on peut admettre sans inconvénient la conception classique des bâtis structuraux donnés, attaqués par l'érosion.

c) Climat

La fâcheuse réputation du climat jurassien est justifiée! Dans les hautes vallées, à 1000 m d'altitude, les précipitations dépassent 1500 mm en moyenne par an, dont 30% environ, sous forme de neige, et se répartissent à peu près uniformément durant les 12 mois. Elles augmentent encore avec l'altitude. Au Chasseron, à 1600 m, on peut les estimer à 1700 mm, en tenant compte de l'effet de chasse-neige (communication du Service météorologique fédéral). Elles varient aussi dans le même sens vers l'Ouest. A Champagnole, 514 m, elles s'élèvent à 1534 mm (PARDÉ, 1931).

Le nombre des jours à précipitations approche de 180, dont le tiers de jours neigeux.

La température moyenne annuelle est d'environ 5°C dans les vallées de la haute chaîne, 2,7°C au Chasseron. A Sainte-Croix, 1090 m, le mois le plus froid est janvier avec une moyenne de –1,7°C, et juillet le plus chaud avec 14,1°C. Au Chasseron, les valeurs respectives sont –3,8°C et 10,3°C. Il faut signaler encore les froids extrêmes des bassins fermés. A la Brévine, les températures inférieures à –30°C ne sont pas exceptionnelles.

Uniformément humide et tempéré froid, le climat jurassien favorise l'écoulement au détriment de l'évaporation. Dans le bassin de l'Areuse, en effet, le coéfficient d'écoulement calculé par BURGER (1959), s'élève à 71%. Ce climat semble propice à la dissolution. Selon CORBEL (1964), il existe un paroxysme karstique pour des températures moyennes voisines de 0°C, dans le cadre d'un climat océanique. Les conditions jurassiennes ne sont pas très éloignées de cet optimum.

d) Hydrographie

Sur les aires calcaires, l'infiltration est immédiate, sauf dans les bassins fermés où elle peut être différée par le colmatage morainique ou résiduel. Des nappes phréatiques se constituent dans ces terrains meubles, des ruisseaux y prennent naissance, l'eau s'accumule dans des tourbières ou dans des lacs et finit toujours par disparaître dans des pertes. La circulation souterraine alimente de nombreuses sources vauclusiennes dispersées au pied interne de la chaîne, dans les synclinaux ou encore dans les profondes reculées des plateaux.

Les principaux vallons synclinaux sont parcourus par des rivières alimentées le plus souvent par des sources vauclusiennes, auxquelles viennent s'ajouter les ruisseaux de drainage des combes argoviennes et autres terrains imperméables.

Dans la haute chaîne, ce réseau hydrographique superficiel est subordonné à la structure en ce sens que les cours d'eau suivent fidèlement les synclinaux et que les cluses correspondent aux ensellements ou autres accidents tectoniques des anticlinaux. Pour la Birse, le Doubs et l'Ain, qui se dirigent vers l'extérieur de la chaîne, cette relation est moins stricte.

e) Paléoclimats

Le relief jurassien est évidemment polygénique mais il est bien difficile de préciser dans quelle mesure, autrement dit de faire la part des modelés anciens dans le relief actuel. Ce problème prendra toute sa valeur dans le travail ultérieur de morphogénèse.

La présence de galets quartzitiques altérés, disséminés sur de grandes étendues du Jura français, démontre l'existence d'une ancienne activité fluviale dans des régions aujourd'hui essentiellement karstiques. Ces cours d'eau d'âge mal déterminé ont-ils creusé des vallées? Sont-ils parvenus à pénéplainer l'aire jurassienne comme l'admettent beaucoup d'auteurs? Que reste-t-il dans la morphologie actuelle de ces anciennes surfaces d'érosion? Contrairement à DUBOIS (1959), qui croit pouvoir les identifier et les dater, je préfère avouer mon ignorance en l'absence de tout élément matériel déterminant et sachant combien est arbitraire l'interprétation des formes du terrain.

Toutefois, un événement paléogéographique a laissé dans le relief des traces indiscutables; ce sont les glaciers, notamment la calotte jurassienne, ainsi que je l'ai exposé dans une étude récente (AUBERT, 1965).

f) Pédologie

Témoins matériels des phénomènes d'altération, les sols devraient nous permettre d'en comprendre le processus. Malheureusement, leur étude chimique, en fonction de celle de la roche-mère, reste encore à faire. Dans l'ensemble, et au point de vue qui nous occupe, on peut distinguer trois zones pédologiques:

- les sols de la zone d'occupation glaciaire rhodanienne, renfermant des éléments erratiques,
- ceux de la zone externe, dont la genèse n'a été influencée par aucun glacier,
- enfin, les sols de la zone occupée par la calotte jurassienne, sols généralement jeunes, les anciens ayant été déblayés, et autochtones à 100%. On en trouvera une brève description page 343.

4. Caractères généraux du karst jurassien

Les cluses, canyons et autres vallées fluviales ont leurs énigmes; toutefois, le problème fondamental de la morphologie jurassienne est celui des vastes surfaces calcaires qui constituent l'essentiel de son relief; il est donc karstique. Ces aires calcaires sont soumises à la dissolution, sauf sur les escarpements où la gélivation l'emporte. Mais elles sont loin d'avoir partout le même aspect. Dans la région située à l'E de la ligne Vallorbe-Pontarlier (décrochement de Pontarlier) qui n'a guère été soumise à l'influence glaciaire, la roche est recouverte dans sa plus grande étendue d'un sol épais et continu qui dissimule ou atténue les formes caractéristiques de la dissolution. Seuls quelques petits escarpements, des têtes de bancs, d'étroites arêtes émergent de ce karst empâté. C'est le «Jura pelouse» (AUBERT, 1965). En revanche, la région occidentale, précédemment occupée par une calotte glaciaire, présente un relief karstique beaucoup plus accentué. L'ancien sol ayant été déblayé, le calcaire affleure presque partout avec sa morphologie chaotique et ses formes bien caractéristiques, lapiez, dolines, etc. Ce «Jura rocheux» se prête tout naturellement à l'observation morphologique, comme on l'a déjà dit.

5. Définitions, précisions

Dans le domaine calcaire, la corrosion donne au relief son accent et il est difficile de faire la part des actions secondaires, ruissellement sur les versants et dans les petites dépressions marneuses, gélivation, solifluxion et déflation éolienne des fines particules du sol.

La dissolution s'opère successivement à trois niveaux:

- dans la zone superficielle, c'est-à-dire dans le sol et au contact de la roche-mère;
- dans la zone des fissures, par l'infiltration de l'eau dans les diaclases, joints de stratification et plans de failles;
- dans la zone des conduites, une fois l'eau parvenue dans des cavités plus spacieuses.

C'est naturellement la zone superficielle qui importe à la morphologie, puisque c'est à ce niveau qu'est façonné le relief. Mais la dissolution dans la masse rocheuse compte aussi, car elle contribue à préparer l'action superficielle. En définitive, dans chaque unité topographique, l'essentiel est l'ablation superficielle, c'est-à-dire la quantité de calcaire éliminé par unité de surface. Cette ablation comprend trois opérations consécutives: la dissolution proprement dite, l'infiltration de la solution carbonatée, et enfin l'évacuation des résidus insolubles. Cette dernière, qu'on a tendance à négliger, a pourtant une grande importance, surtout lorsqu'il s'agit de calcaires impurs comme ceux du Jura.

Comme l'infiltration, l'évacuation des résidus solides se fait par voie souterraine, à l'exception des particules emportées par le vent ou entraînées par solifluxion. Dans le domaine jurassien, l'évacuation est déficitaire; l'excès résiduel contribue à la formation du sol. On a donc affaire à un karst qui tend à se couvrir, contrairement à ceux de certaines zones dinariques et alpines où la surface calcaire est constamment débarrassée des résidus de sa dissolution.

FACTEURS ET LOIS DU RELIEF KARSTIQUE

Accidenté, voire chaotique, le relief karstique est caractérisé par la présence de mamelons irréguliers, alternant avec des bassins fermés, des dolines ou des sillons, ou encore par des têtes de bancs séparées par de petites combes.

Le problème est de savoir ce qui, dans les zones déprimées, favorise la dissolution et ce qui la modère ailleurs, autrement dit, de connaître les facteurs de la corrosion.

1. Facteurs climatiques

Le climat jurassien est trop uniforme pour provoquer localement des variations appréciables de l'ablation. Tout au plus, les précipitations, supérieures en altitude, peuvent-elles favoriser l'ablation sur les hauteurs, comme le pense CORBEL (1956 et 1957a).

Quant à la température, on sait qu'elle intervient d'une façon très complexe dans le phénomène de dissolution, directement dans son mécanisme, mais aussi d'une manière détournée par son influence sur l'activité végétale et l'évapotranspiration.