Zeitschrift: Mémoires de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles

Band: 13 (2021)

Artikel: Histoire de la connaissance géologique du Jura franco-suisse

Autor: Malvesy, Thierry / Tripet, Jean-Pierre / Schaer, Jean-Paul

Inhaltsverzeichnis

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1055688

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: 22.11.2025

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

Table des matières

Résumé	11
Geschichte der geologischen Erkenntnisse über den Jurabogen	
Zusammenfassung	13
History of the geological knowledge of the French-Swiss Jura Summary	15
Table des matières	17
Thierry Malvesy	
Préambule sur la genèse, l'historique et l'évolution de l'ouvrage	29
Jean-Paul Schaer avec la contribution de Jacques Mudry	
Avant-propos: aspects institutionnels	33
Anna Sommaruga 1 ^{re} partie:	
Introduction	
Les grandes lignes actuelles de la géologie	
du Jura franco-suisse	37
Chapitre 1 Situation géographique et géologique	41
Chapitre 2 Stratigraphie	43
Chapitre 3 Unités structurales	45
3. 1. Unités autochtones	45
3. 2. Unités allochtones	46
Chapitre 4 Formation du Jura	49
Chapitre 5 Morphologie jurassienne	51
Conclusion	55

Michel Campy

<mark>2° partie</mark> Géologie de la surface	. 5
Introduction	. 5
Chapitre 1 La géomorphologie : le relief jurassien	. 6
Chapitre 2 Le problème des surfaces d'érosion	. 6
2. 1. Les précurseurs de la notion de surface d'érosion	
2. 2. La présence de surfaces d'érosion est réaffirmée par Georges Chabot (1890-1975)	
2. 3. Les critiques de la théorie des surfaces d'érosion	
2. 4. Les survivances tardives de la théorie des surfaces d'érosion	. 6
Chapitre 3 Les glaciations quaternaires dans le Jura	. 7
3. 1. Le problème des blocs erratiques allochtones, d'origine alpine	. 7
3. 2. L'hypothèse de l'origine alpine des glaciers jurassiens	. 7
3. 3. L'hypothèse des glaciers d'origine locale	. 7
3. 3. 1. La dernière glaciation dite « Würm » : le Front morainique interne (FMI)	
3. 3. 2. L'avant-dernière glaciation dite « Riss » : le Front morainique externe (FME)	. 7
Chapitre 4 Formes et phénomènes du karst superficiel (épikarst)	. 8
4. 1. Les formes de l'épikarst	8
4. 2. Le fonctionnement de l'épikarst	. 8
4. 3. Le rôle de l'épikarst dans l'évolution morphologique du Jura	8
Jean-Paul Schaer & Thierry Malvesy avec des contributions de Anna Sommaruga, Michel Campy, Jon Mosar, Jacques Mudry, François Pasquier & Jean-Pierre Tripet	
<mark>3°</mark> partie	
Tectonique, structure et généralités	8
Chapitre 1 Les Pionniers (avant 1840)	8
1. 1. Horace-Bénédict de Saussure (1740-1799)	
1. 2. Qualité des cartes topographiques disponibles	8
1. 3. Jean-André de Luc, ou Deluc (1727-1817) dans le Jura	9

1. 4. Léopold von Buch (1774-1853) à Neuchâtel.....

98

Chapitre 2 Plis de soulèvement vs théorie des refoulements
2. 1. Jules Thurmann (1804–1855) : les plis de soulèvement
2. 2. La réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Porrentruy en 1838 10
2. 3. Critiques des plis de soulèvement lors de la réunion extraordinaire à Porrentruy
2. 4. De nouveaux arguments pour les plis de soulèvement
2. 5. Essai de synthèse et questions pour le futur
Chapitre 3 Les premières études locales
3. 1. L'école neuchâteloise : Louis Agassiz (1807–1873) et ses successeurs
3. 2. Dans le Jura bâlois
3. 3. Dans le Jura franc-comtois : Alexandre Vézian (1821-1903)12
Chapitre 4 Premiers tunnels ferroviaires et cartes géologiques
4. 1. Percement des premiers grands tunnels dans le Jura
4. 1. 1. Une belle réussite géologique : les tunnels des Loges
et du Mont Sagne (Jura neuchâtelois) en 1860
4. 1. 2. Incertitudes structurales et hydrologiques : premier tunnel du Hauenstein
4. 1. 4. Tunnels de Glovelier et de La Croix
4. 2. Premières cartes de la Commission géologique suisse
4. 2. 1. Les précurseurs
4. 2. 3. Une vue d'ensemble du Jura géologique selon Auguste Jaccard
4. 2. 4. Les débuts d'une cartographie moderne
Chapitre 5 Les grandes réunions géologiques de la fin du xix ^e siècle
5. 1. Réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans le Jura en 1885 14
5. 1. 1. Programme de la réunion
5. 1. 2. Les plis en éventail
5. 2. Congrès géologique international de Zürich de 1894 et ses conséquences
5. 2. 1. Le rôle important de Friedrich Mühlberg
5. 2. 2. Opposition entre Friedrich Mühlberg et Gustav Steinmann (1856-1929) 14
5. 3. Réunion de la Société géologique de France de 1897 (Vosges, Belfort, Porrentruy)
Chapitre 6 Le passage xixe-xxe siècle : l'époque des grandes synthèses
6. 1. La fin de l'ancienne théorie contractionniste d'Élie de Beaumont
6. 2. De grands changements
6. 3. Albert Heim (1849-1937)
6. 4. Hans Schardt (1858-1931)

6. 5. August Buxtorf (1877-1969)	166
6. 5. 1. Couverture décollée	166
6. 5. 2. Tunnel du Weissenstein	169
6. 5. 3. Le tunnel de base du Hauenstein	172
6. 5. 4. Le tunnel Granges – Moutier ou du Grenchenberg	174
6. 5. 5. Les études hydrogéologiques associées aux tunnels ferroviaires	180
6. 6. Conclusion	181
Chapitre 7 L'après-guerre: l'empreinte de Hans Peter Laubscher (1924-2015)	183
7. 1. Des années 1940 aux années 1960	183
7. 1. 1. Maurice Lugeon (1870-1953)	183
7. 1. 2. Louis Glangeaud (1903-1986)	184
7. 1. 3. Le Jura, source d'inspirations internationales	186
7. 2. Hans Peter Laubscher (1924–2015)	186
7. 2. 1. De 1961 à 1973	186
7. 2. 1. 1. La surface du socle	186
7. 2. 1. 2. Conditions mécaniques associées au chevauchement de la nappe du Jura	188
7. 2. 2. De 1973 à 1983	193
7. 3. Conclusion	206
Chapitre 8 Les éléments structuraux	207
8. 1. Fernschub ou charriage	207
8. 1. 1. Le rôle de Jean Goguel (1908-1987)	207
8. 1. 2. L'apport de Hans Peter Laubscher (1924-2015)	208
8. 1. 3. Les évaporites	208
8. 1. 3. 1. Les assises évaporitiques triasiques du Jura	209
8. 1. 3. 2. La déformation des niveaux évaporitiques du Jura	211
8. 2. Structures transversales : décrochements et abaissements d'axe	211
8. 2. 1. Les précurseurs	212
8. 2. 2. Le rôle de Nazario Pavoni (1929-2014)	214
8. 2. 3. L'importance de Hans Peter Laubscher	
8. 2. 4. Les décrochements selon Max Suter	
8. 2. 5. Abaissements d'axe	219
8. 3. Failles et fracturation	219
8. 3. 1. Le comportement du socle	219
8. 3. 2. La fracturation des assises calcaires	220
8. 3. 3. Failles et fractures	
8. 3. 4. Apport de la microtectonique dans le Jura	223
8. 4. Stylolites et dissolution – recristallisation	225
8. 5. Les paléocontraintes et le champ de contraintes actuel	232
8. 6. Âge du plissement	233
8. 7. Les méthodes des coupes équilibrées	236

Chapitre 9 Les recherches modernes sur la tectonique profonde	24
9. 1. Analyse du sous-sol par les forages	24
9. 1. 1. Les forages dans le Jura suisse : Buix-1 et Risoux-1	
9. 1. 2. Les forages dans le Jura français : exemple Laveron-1	24
9. 1. 3. Les forages français en bordure occidentale du Jura	24
9. 1. 4. Les forages suisses en bordure orientale du Jura	24
9. 2. Interprétation des structures du Jura au moyen de l'analyse sismique	24
9. 3. La Nagra	25
9. 3. 1. Les premières études	25
9. 3. 2. Les tremblements de terre	25
9. 3. 3. Les six forages profonds du Jura oriental	25
9. 3. 4. D'autres rapports techniques (Nagra Technische Berichte, NTB) sur le sujet	25
9. 3. 5. Les recherches plus récentes de la Nagra	25
Jean-Pierre Tripet, Pierre-Yves Jeannin, François Pasquier, Jacques Mudry & Jean-Paravec des contributions de François Flury, Marc Luetscher & Thierry Malvesy	ul Schaer
4 ^e partie	
Hydrogéologie et karst	20
Trydrogeologic et karst	26
Préambule	26
Jean-Pierre Tripet, Jacques Mudry & Jean-Paul Schaer	
Chapitre 1 Introduction – Réseau hydrographique et hydrogéologie	26
1. 1. Les particularités du réseau hydrographique	26
1. 2. Évolution du réseau hydrographique dans le temps	26
1. 2. 1. Éocène (-56 à -33,9 millions d'années ou Ma)	
1. 2. 2. Oligocène (-33,9 à -23 Ma)	
1. 2. 3. Miocène (-23 à -5,3 Ma)	
1. 2. 4. Pliocène-Pléistocène (-5,3 Ma à -11 700 ans)	
1. 3. Périodes glaciaires	
1. 3. 1. Extension des glaciers au Quaternaire	
1. 3. 2. Les formations glaciaires dans l'Arc jurassien	
1. 3. 3. Effet des glaciations sur les écoulements souterrains	
1. 4. Particularités des lacs de l'Arc jurassien	
1. 4. 1. Les lacs de la Haute-Chaîne	
1. 4. 2. Les lacs du pied sud du Jura	
1. 4. 3. Les lacs de la région méridionale	
1. 5. Aperçu des sources importantes	28

Pierre-Yves Jeannin, Jacques Mudry & Jean-Paul Schaei	Pierre-Yves	JEANNIN,	Jacques	Mudry	8	Jean-Paul	SCHAER
---	-------------	----------	---------	-------	---	-----------	--------

Chapitre 2 Les précurseurs	
2. 1. Introduction	
2. 2. Auteurs et thèmes importants avant 1895	
2. 2. 1. Jean André Deluc (1727-1817)	
2. 2. 2. Le début du xix ^e siècle	
2. 2. 3. Auguste Napoléon Parandier (1804-1901)	
2. 2. 4. Modernisation des concepts	
2. 2. 5. Thèmes importants développés durant cette période	
2. 2. 5. 1. Eaux thermales	
2. 2. 5. 2. Eaux salées de la bordure ouest du Jura	
2. 2. 5. 3. Qualité des eaux et premiers essais de traçage	
2. 2. 5. 4. Vers une utilisation plus intensive de l'eau	
2. 3. Auteurs et thèmes importants de 1895 à 1930	
2. 3. 1. Personnages importants	
2. 3. 2. Eugène Fournier (1871-1941)	
2. 3. 3. Hans Schardt (1858–1931)	
2. 3. 4. Autres auteurs de la période 1895-1930	
2. 3. 5. Thèmes importants développés durant cette période	
2. 3. 5. 1. Les aménagements hydrauliques des hautes vallées jurassiennes	
2. 3. 5. 2. Karst et épidémies	
2. 3. 5. 3. Explorations spéléologiques	
2. 3. 5. 4. Grands tunnels du Jura	
2. 3. 5. De nombreux ouvrages de captage pour l'eau potable et l'électricité	
2. 4. Conclusion	
François Pasquier, Jacques Mudry & Jean-Paul Schaer avec des contributions de Pierre-Yves Jeannin	
Chapitre 3 Grands travaux à l'époque des précurseurs	
3. 1. Tunnels	
3. 1. 1. L'ancien tunnel du Hauenstein	
3. 1. 2. Le tunnel des Loges	
3. 1. 3. Le tunnel ferroviaire du Bözberg	
3. 1. 4. Le tunnel de Glovelier et le tunnel de La Croix	
3. 1. 5. Le tunnel du Weissenstein	
3. 1. 6. Le tunnel de base du Hauenstein	
3. 1. 7. Le tunnel du Grenchenberg	
3. 1. 8. Le tunnel ferroviaire du Mont d'Or	
3. 1. 9. En conclusion	
3. 2. Travaux d'aménagement hydraulique	
3. 2. 1. Les temps anciens	
3. 2. 2. L'ère industrielle	
3. 2. 2. 1. Les voies de navigation	

3. 2. 2. 2. Le drainage	314
3. 2. 2. 3. L'adduction d'eau	317
3. 2. 2. 4. Le captage de sources	317
3. 2. 2. 5. La production d'électricité	318
3. 2. 2. 6. Conclusion	319
I D' T 0- I	
Jean-Pierre Tripet & Jacques Mudry	
Chapitre 4 Les fondateurs de l'hydrogéologie moderne	321
4. 1. De l'époque des précurseurs à l'ère « moderne »	321
4. 1. 1. Monographies régionales – hydrologie du karst	322
4. 1. 2. Matières premières minérales	323
4. 1. 3. Ressources en eau souterraine	323
4. 1. 4. Thermalisme	325
4. 2. Pourquoi «hydrogéologie moderne»?	326
4. 3. L'apport des fondateurs de l'hydrogéologie moderne dans le Jura	327
4. 3. 1. Enseignement et recherche	328
4. 3. 1. Université de Besançon – Laboratoire de géologie structurale et appliquée	328
4. 3. 1. 2. Université de Besançon – Laouratoire de géologie structurale et appliquée	331
4. 3. 1. 3. Université de Neuchâtel – Travaux de recherche	332
4. 3. 1. 4. École polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ)	337
4. 3. 1. 5. École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), GEOLEP	338
4. 3. 1. 6. Institut de géologie de l'Université de Lausanne	338
4. 3. 2. Cartographie hydrogéologique	339
4. 3. 3. Évaluation et mise en valeur des ressources en eau souterraine	341
4. 3. 4. Réalimentation artificielle des aquifères en roches meubles	342
4. 3. 5. Hydrochimie et géothermie	342
4. 3. 5. 1. Méthodes hydrochimiques	343
4. 3. 5. 2. Géothermie – eaux minérales et thermales	343
4. 3. 5. 3. Géothermie – potentiel de chaleur	344
4. 3. 5. 4. Synthèse hydrochimique pour le nord de la Suisse	345
4. 3. 6. Micro-organismes dans l'eau souterraine	347
4. 4. Conclusions	349
François Pasquier, Jacques Mudry & Jean-Pierre Tripet avec des contributions de François Flury	
Chapitre 5 Évaluation et utilisation des ressources	
en eau souterraine	351
5. 1. Développements méthodologiques et opérationnels	351
5. 2. Rôle des services publics	353
5. 2. 1. En France	353
5. 2. 2. En Suisse	356
5. 3. Législations	357
5. 3. 1. En France	357
5. 3. 1. EN Prunce	357

5. 4. Ressources en roche meuble	358
5. 4. 1. En France	358
5. 4. 2. En Suisse	359
5. 4. 3. Approches globales, modélisations	361
5. 4. 4. Réalimentation artificielle	363
5. 5. Ressources en milieu calcaire	365
5. 5. 1. Dans le Jura français	365
5. 5. 2. Dans le Jura suisse	368
5. 5. 2. 1. Première période, années 1955 à 1985	368
5. 5. 2. 2. Deuxième période, à partir des années 1985	373
5. 6. Circulations profondes, eaux thermales et minérales	375
5. 6. 1. Mise en valeur des ressources	375
5. 6. 1. 1. En France	
5. 6. 1. 2. En Suisse	
5. 6. 2. Origine des eaux profondes	383
5. 7. Conclusions	384
Pierre-Yves Jeannin & Jean-Pierre Tripet	
avec des contributions de Jacques Mudry & Marc Luetscher	
Chapitre 6 L'eau dans le milieu karstique	387
6. 1. Évolution des concepts	387
6. 2. Étapes clés	387
6. 2. 1. Avant le travail de Joseph Fournet (1801-1869) de 1858	
6. 2. 2. J. Fournet, 1858 : première esquisse cohérente du karst	
6. 2. 3. 1890 à 1930 : Approche plutôt spéléologique où les écoulements	
souterrains sont dominés par les conduits	388
6. 2. 4. Daniel Aubert (1905-1991): 1943	391
6. 2. 5. 1959 à 1995 : L'école neuchâteloise	
6. 2. 5. 1. De 1959 à 1983 : Époque «Burger - Király -Tripet»	
6. 2. 5. 2. De 1983 à 1995 : Époque «Király – Müller»	
6. 2. 6. De 1995 à 2018 : Retour progressif à une vision plus centrée sur les conduits	
6. 3. Les glacières du Jura : une forme particulière d'eau souterraine	400
Jean-Pierre Tripet & Jacques Mudry	
Chapitre 7 Protection des eaux souterraines	403
7. 1. Problèmes sanitaires à l'époque des précurseurs	
7. 1. 1. Epidémies et hygiène des eaux de consommation	
7. 1. 2. Nécessité d'une protection des ressources : prise de conscience	
7. 2. Avancées conséquentes dans la période 1960-1990	
7. 2. 1. Bases légales	
7. 2. 2. Travaux de recherche	
7. 3. Après 1990, une approche basée sur la vulnérabilité des aquifères	
7. 3. 1. Le programme européen COST 65 (1991-1994)	412

7. 3. 2. Application du concept de vulnérabilité en Suisse : la méthode EPIK	
7. 3. 3. Application du concept de vulnérabilité en Franche-Comté : la méthode RISK	
7. 3. 4. Le programme européen COST 620 (1997-2003)	
7. 4. Autres démarches pour la protection des ressources	
7. 4. 1. Observation à long terme des eaux souterraines	
7. 4. 2. Observation des eaux de surface	
7. 4. 3. Biocénose des eaux souterraines	
7. 4. 4. Inventaire des sites pollués	
7. 4. 5. Assainissement de cavités karstiques	
7. 4. 6. Information du public	
7. 4. 6. IIITOTTIALION du puone	
François Pasquier & Jacques Mudry avec des contributions de Pierre-Yves Jeannin & Jean-Pierre Tripet	
Chapitre 8 Cartes hydrogéologiques	
8. 1. Développement des cartes hydrogéologiques dans le Jura	
8. 2. Cartes générales à l'échelle de 1:500 000 à 1:100 000	
8. 2. 1. En France	
8. 2. 2. En Suisse	
8. 3. Cartes régionales à l'échelle de 1:50 000 à 1:10 000	
8. 3. 1. En France	
8. 3. 2. En Suisse	
8. 4. Développements modernes, géoportails	
Pierre-Yves Jeannin, Jacques Mudry, François Pasquier et Jean-Pierre Tripet avec des contributions de François Flury	
Chapitre 9 Applications particulières récentes	
François Pasquier	
avec des contributions de François Flury	
9.1. Grands travaux d'infrastructure	
9. 1. 1. Tunnels	
9. 1. 1. 1. Les années 1960 à 2000	
9. 1. 1. 2. À partir des années 2000	
9. 1. 2. Barrages	
9. 1. 3. Travaux hydrauliques	
9. 1. 4. Conclusions	
Jean-Pierre Tripet & François Pasquier	
avec des contributions de Jacques Mudry	
9.2. Entreposage de déchets spéciaux	
9. 2. 1. Anciennes décharges pour déchets spéciaux	
9. 2. 1. 1. Entreposage en surface	
9. 2. 1. 2. Entreposage souterrain	
9. 2. 2. Études pour l'entreposage de déchets radioactifs	
9. 2. 2. 1. Évaluation des données disponibles	

9. 2. 2. 2. Études régionales	447
9. 2. 3. Forages profonds	449
9. 2. 2. 4. Plan sectoriel	453
9. 2. 3. Étude des roches à faible perméabilité	453
Pierre-Yves Jeannin, Jean-Pierre Tripet & Jacques Mudry	
9. 3. L'eau souterraine, cause de dangers naturels	459
9. 3. 1. Introduction	459
9. 3. 2. Jusqu'aux années 1980 : Reconnaissance des phénomènes karstiques responsables de dommages	459
9. 3. 2. 1. Inondations	459
9. 3. 2. 2. Effondrements karstiques	461
9. 3. 2. 3. Cavités à proximité immédiate d'ouvrages de génie civil	462
9. 3. 2. 4. Glissements de terrain	463
9. 3. 3. Dès 1990, réglementation et cartes	463
9. 3. 4. Dès les années 2000 : Méthodologies et études	
pour l'assainissement et la prévention	464
9. 3. 4. 1. Inondations	464
9. 3. 4. 2. Effondrements karstiques	464
9. 3. 4. 3. Glissements de terrain	466
Pierre-Yves Jeannin	
9. 4. Changements climatiques et hydrogéologie	472
9. 4. 1. Introduction	472
9. 4. 2. Avant 2003	472
9. 4. 3. Période de 2003 à 2020	473
9. 4. 3. 1. Changements climatiques et ressources en eau dans le Jura	473
9. 4. 3. 2. Changements climatiques et température des eaux souterraines	474
9. 4. 3. 3. Changements climatiques et composition physico-chimique de l'eau	475
Jean-Pierre Tripet & Jacques Mudry avec des contributions de Pierre-Yves Jeannin, Thierry Malvesy & Jean-Paul Schaer	
Chapitre 10 Les hydrogéologues s'adressent au public	477
10. 1. L'époque des précurseurs : ouverture au public	477
10. 1. 1. Les récits de voyages, en textes et en images	477
10. 1. 2. Publications à caractère didactique, conférences et excursions	478
10. 1. 3. Encouragement de la recherche et diffusion des connaissances	479
10. 2. Les années 1990 : renouveau de l'ouverture au public	481
10. 2. 1. Contribution des administrations publiques	482
10. 2. 2. Contribution des musées d'histoire naturelle	483
10. 2. 3. Contribution des organisations spéléologiques	484
10. 2. 4. Guides d'excursion	487
10. 2. 5. Sites touristiques karstiques	488
10. 2. 6. Ouvrages scientifiques à caractère didactique	488
10. 2. 7. Ouvrages de la catégorie «Beaux livres»	489

10. 3. La notion de géotope et son application	489 490 490
Remerciements	493
Bibliographie	495
Biographie des auteurs	565
Mémoires de la société neuchâteloise des sciences naturelles	567