A propos des fossés transcontinentaux européens : coupes structurales à travers le "fossé de Zürich"

Autor(en): **Chenevart, Charles J.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin der Vereinigung Schweiz. Petroleum-Geologen und -Ingenieure**

Band (Jahr): **54 (1988)**

Heft 126

PDF erstellt am: **28.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-211742

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Bull. de l'Association Suisse des Géol. et Ing. du pétrole, Vol. 54, Nr. 126, Avril 1988 - P. 53-60

A propos des fossés transcontinentaux européens: coupes structurales à travers le «fossé de Zürich»

avec 2 figures

par CHARLES J. CHENEVART*

Summary

As herein described, the Zurich Graben should constitute, together with the Rawil Graben, the Swiss segment of a large, arc-shaped tectonic feature, that can be traced from North Africa to the North Sea and farther into the Norwegian offshore.

The existence of the Zurich Graben is inferred from surface geology, deep wells, seismic and gravimetric data. Its probable implications in the framework of petroleum prospect of Switzerland are briefly discussed.

Zusammenfassung

Wie in einer früheren Arbeit erwähnt, wäre der Trog, welcher hier als Zürich Graben beschrieben ist, ebenso wie der Rawil Graben, ein Segment einer grossen tektonischen Einheit, die von Nordafrika zur Nordsee verfolgt werden kann.

Die Existenz des Zürich Graben ist, hier, auf Grund von Feldbeobachtungen und von tiefen Bohrungen, seismischen und gravimetrischen Daten, als Arbeitshypothese angenommen und ihre Bedeutung für die schweizer Oelexploration versuchweise dargelegt.

Riassunto

Considerato, qui, come l'omologo strutturale della fossa del Rawil, la fossa di Zurigo è descritta come il segmento svizzero dell'importante dislocazione transcontinentale che, traversando l'Europa occidentale, si stende dal Sud del Mar Mediterraneo fino al Mar del Nord.

L'esistenza della fossa di Zurigo è dedotta dai dati ottenuti dalla geologia strutturale, da alcuni pozzi profondi e da campagne sismiche e gravimetriche.

E' brevemente discusso ciò che implica questa esistenza, dal punto di vista della ricerca di idrocarburi in Svizzera.

Résumé

Selon une première ébauche, qui pourrait, plus tard, être complétée, le fossé de Zürich est décrit, ici, comme constituant, avec le fossé du Rawil, le segment suisse d'un important arc de dislocation, que l'on peut suivre des rives méridionales de la Méditerranée à la Mer du Nord et au-delà, jusqu'au large des côtes de Norvège.

Les données fournies par la géologie de surface, les forages profonds, la sismique et la gravimétrie ne permettent guère de contester l'existence du fossé de Zürich traité ici en tant qu'hypothèse de travail.

En conclusion, il est tenté d'exposer, brièvement, ce qu'implique cette existence, dans la poursuite, en Suisse, d'objectifs pétroliers.

---

* Dr C.J. CHENEVART AND ASSOCIATES, consulting geologists and geophysicists, 76 Avenue d'Ouchy, 1006 Lausanne, Switzerland.

Introduction

L'étude de ce qui, dans le présent travail, est appelé «fossé de Zürich» procède du souhait, formulé par quelques collègues, de voir préciser la structure du segment suisse de l'arc transcontinental de dislocation, traité dans un ouvrage récent (CHENEVART et RIESEN 1985), segment suisse qui, paradoxalement, est le moins connu de l'ensemble décrit.

Rappelons le fait, étayant la théorie de la dérive différentielle des continents, qu'il existe, à travers l'Europe, des fossés disposés en forme d'arcs à convexité tournée vers l'Ouest, arcs parallèles entre eux et plus ou moins parallèles à la dorsale médio-atlantique (Op.cit. 1985).

Le plus occidental de ces arcs comprend le fossé du Rawil, dont l'existence n'est pas contestée, du moins dans son tronçon alpin, et le fossé de Zürich dont la réalité est, actuellement, fort controversée.

Il n'est pas question, ici, d'affirmer péremptoirement que le fossé de Zürich existe mais, adoptant cette existence comme hypothèse de travail, nous tenterons d'en établir le bien-fondé, en apportant à la controverse quelques faits positifs, tirés de la géologie de surface, des forages profonds, de la sismique et de la gravimétrie.

Ces faits étant synthétisés dans la carte et les coupes structurales qui figurent dans le texte (Fig.1 et 2), nous n'en ferons qu'un bref exposé, tout en nous gardant de les enfermer dans des schémas trop rigides.

1. Situation géographique et expression structurale

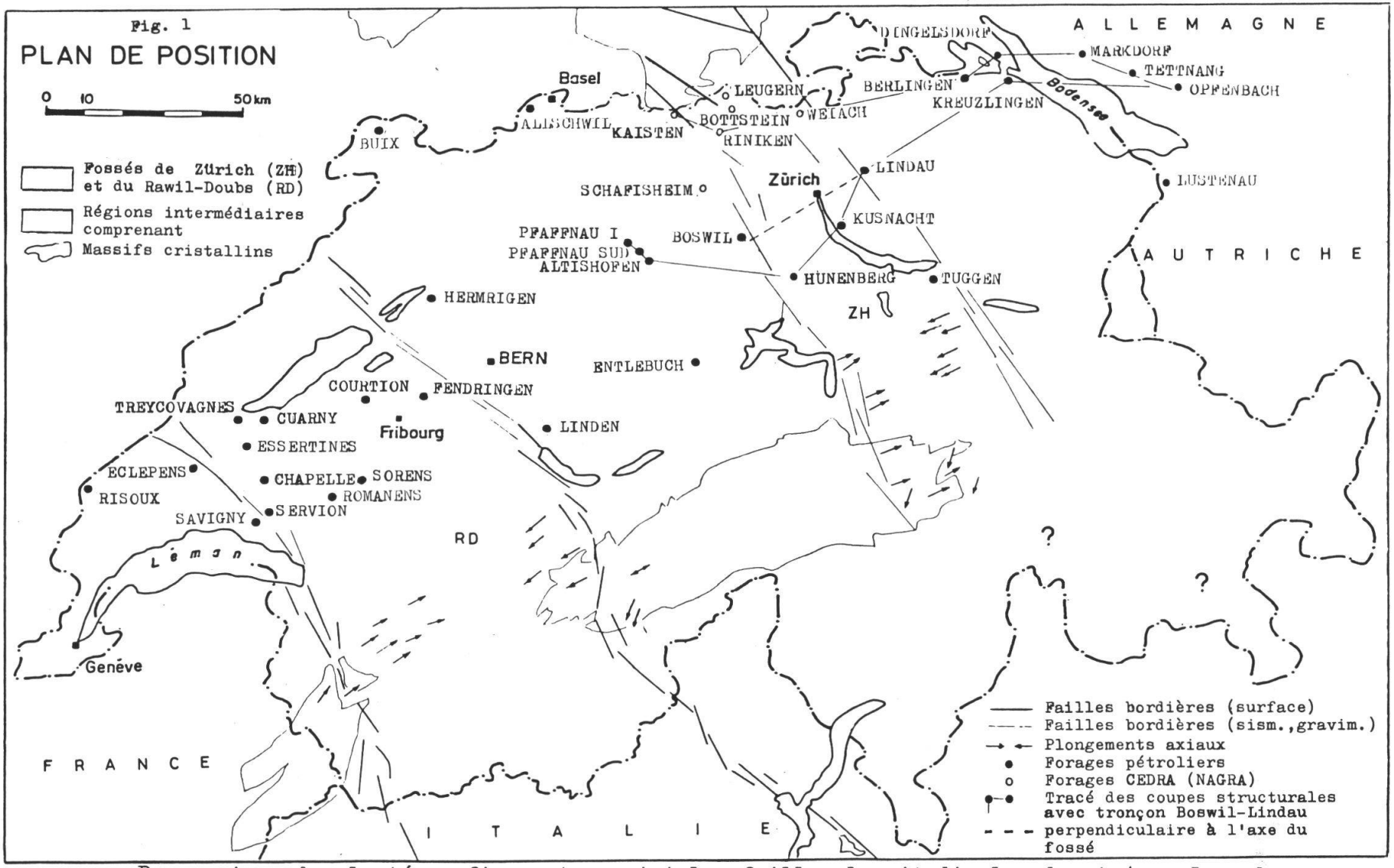
1.1. Ce que nous appelons «fossé de Zürich» est situé dans la moitié orientale de la Suisse, où sa partie décrite ici s'étend, en direction S 35°E - N 35°O, sur une longueur d'environ 125 kms et una largeur variant de 30 à 50 kms (Fig. 1).

La topographie marque son passage en plusieurs endroits des Alpes, du Plateau et du Jura, plus particulièrement de part et d'autre de lac de Zürich et de la vallée de la Limmat.

1.2. Les levés géologiques sur le terrain, notamment dans la vallée inférieure de la Limmat et sur le flanc des collines qui dominent les deux rives du lac de Zürich, révèlent un série de failles bordières, de direction SE — NO, qui délimitent une zone basse correspondant au bloc affaissé de ces failles et qu'il est logique d'assimiler à un fossé: le fossé de Zürich (Fig.1). Le prolongement vers le NO et le SE de ces failles de surface est nettement décelable sur les cartes gravimétriques. (V.entre autres, les cartes d'anomalies de Bouguer au 1:100.000 et 1:500.000 de KLINGELE et OLIVIER 1980).

1.3. L'expression structurale la plus méridionale du fossé de Zürich est la plongée axiale, vers le NE, des massifs cristallins du Gotthard et de l'Aare et, plus manifestement, le profond ensellement vers lequel convergent les plongements axiaux de la nappe de l'Axen (Fig.1).

Il ne nous a pas été possible de poursuivre nos investigations plus loin vers le sud, région marquée, sur la figure 1, par de points d'interrogation. Néanmoins, nous croyons pouvoir considérer comme probable que le fossé de Zürich trouve un prolongement dans le «creux» gravimétrique circonscrit par l'isanomalie -180 mgal (Ref. carte gravimétrique de la Suisse 1:500.000).



Pour raison de clarté,ne figurent pas ici les failles longitudinales du pied du Jura,du front des nappes préalpines et alpines,ni celle de l'Ada-Centovalli (transform faults).

1.4. Dans la région qui lui confère son nom, le fossé de Zürich est mis en évidence par la corrélation structurale des forages pétroliers de Pfaffnau, Altishofen, Hünenberg, Küsnacht et Lindau (Fig.1). A partir de ces forages, a été tracée la coupe inférieure de la figure 2. Quatre niveaux de référence y sont portés: le Socle cristallin, le Permo-carbonifére, le Trias et le Jurassique supérieur.

A Pfaffnau I, le Socle cristallin a été atteint à -1343 mètres. Le sommet du Jurassique s'y trouve à -191 mètres, tandis qu'à Hünenberg il est à -2.798 mètres, donc *dénivelé = 2.607 mètres.*

Remarquons cependant que, le ligne de section étant un ligne brisée, ce dénivelé de 2.607 mètres augmente indûment la profondeur du fossé, puisque celle-ci ne saurait être mesurée que sur une perpendiculaire à l'axe de ce dernier. Cette perpendiculaire relierait directement Boswil à Lindau (en l'absence de forage intermédiaire) et passerait à 14 kms au NO de Hünenber. En calculant à 6% sa montée structurale vers le NO, le fossé, au niveau du sommet jurassique, se trouve alors 840 mètres plus haut qu'à Hünenberg. C'est ce qui est figuré en tireté, sur la coupe inférieure de la figure 2.

1.5. Plus au nord, non loin de la frontière germano-suisse, les affleurements de Jurassique et les forages CEDRA (NAGRA) de Kaisten, Riniken et Weiach nous ont permis d'établir les corrélations structurales qui constituent la base d'une partie de la coupe supérieure de la figure 2. Les mêmes niveaux de référence, que ceux mentionnés ci-dessus, y ont été portés.

Notons qu'à Kaisten, le sommet du Socle cristallin se trouve à 23 mètres au-dessus du niveau de la mer, tandis qu'il est à -1652 mètres à Weiach, point que sa corrélation structurale avec Riniken révèle être le point le plus bas du sommet cristallin atteint par la CEDRA. *Dénivelé = -1675 mètres.*

De même, à Kaisten, la base du Trias est à 195 mètres et à Weiach à -623 mètres (-431 mètres à Riniken). *Dénivelé = 818 mètres.* Quant au Jurassique supérieur affleurant le long du Rhin, notons que sa base se trove à -110 mètres à Weiach et à 175 mètres à Riniken, comme d'ailleurs, l'indique la sismique.

*1.6.*Le fossé de Zürich se prolongue, vers le nord-ouest, au-delà de la frontière germano-suisse, entre le réseau de failles d'Eggberg-Vorwald et celui de Feldberg-Schluchsee. Il est, alors, presqu'entièrement compris dans le Socle cristallin de la Forêt-Noire. Au fond du fossé reposent des lambeaux de Permo-carbonifère, dont le contact avec le Socle se situe à des altitudes allant de 400 mètres à 920 mètres.

2. Le fossé de Zürich dans le contexte de la géologie de la Suisse

2.1. Alors que la configuration générale de la partie sud-est du fossé de Zürich demeure encore obscure (Fig.1), les données numériques, produites au chapitre précedent, permettent de définir sa partie nord-ouest comme étant *un fossé qui s'élève graduellement de la région du lac de Zürich au massif cristallin de la Forêt Noire.*

Nous avons vu, en effet, qu'au niveau du sommet jurassique, le point le plus bas du fossé, dans la région du lac de Zürich (Hünenberg), est à la cote -2.798 mètres (Fig.2). A ce même niveau, le point le plus bas du fossé, dans la région de Weiach, se trouve à -110 mètres.

Donc, au niveau du sommet jurassique, le fossé de Zürich s'élève de 2.688 mètres entre Hünenberg et Weiach, soit sur une distance de 43 kms.

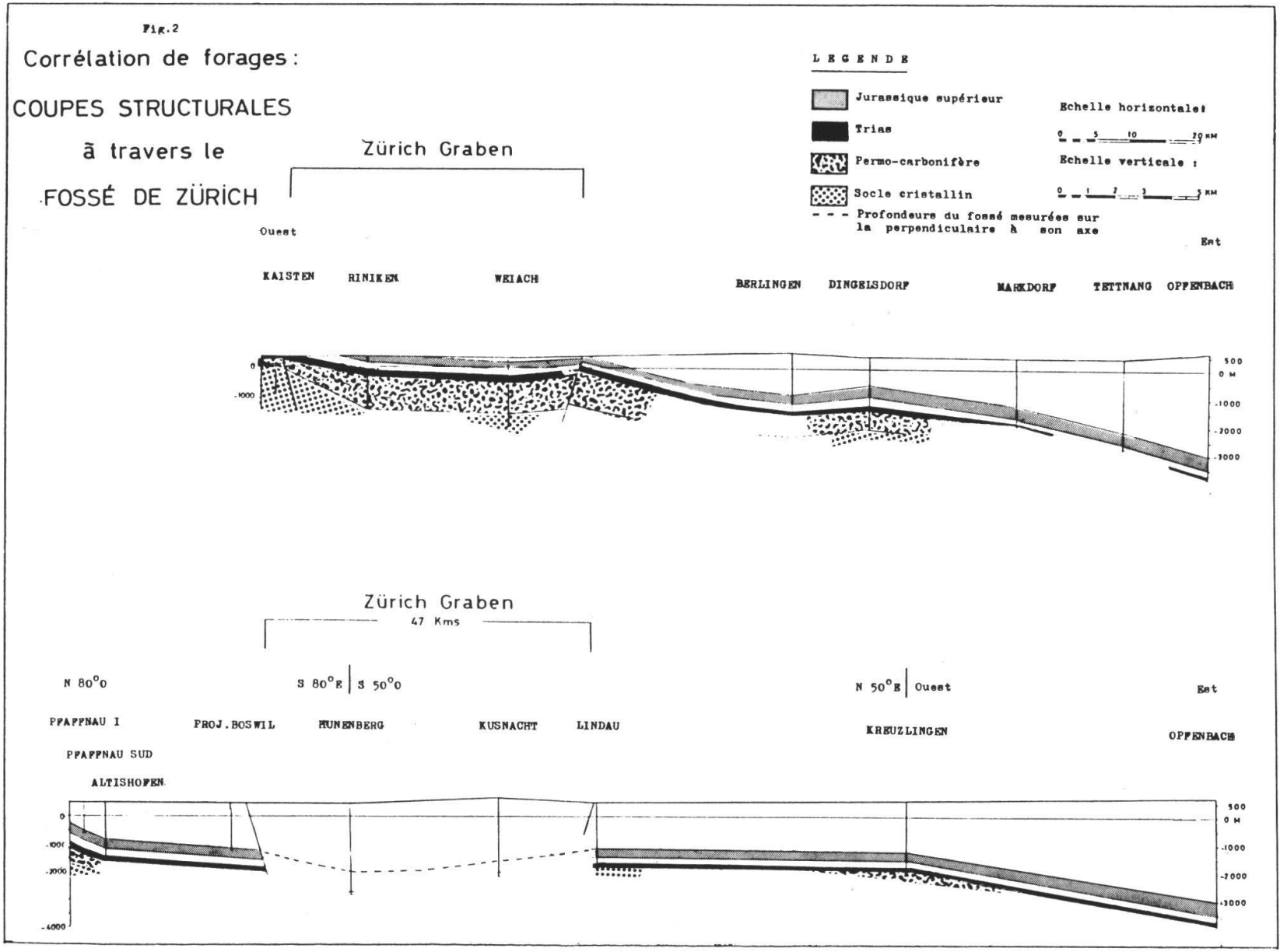
Fig.2

Corrélation de forages :

COUPES STRUCTURALES

à travers le

FOSSÉ DE ZÜRICH



2.2. Que le fossé de Zürich s'élève du SE au NO peut se démontrer, également, au niveau du Socle cristallin, à partir des données numériques citées au chapitre 1 (paragraphes 1.4 à 1.6). Mais intervient, alors, un facteur qui comporte une grande part d'inconnu: la présence sporadique du Permo-carbonifère entre le Socle cristallin et le Trias.

Afin de montrer la répartition régionale de ce Permo-carbonifère, nous avons prolongé les deux coupes structurales de la figure 2, au-delà du fossé de Zürich.

Dans la coupe inférieure (Fig.2), la formation permo-carbonifère, de très faible épaisseur, a été traversée par le forage Pfaffnau I, le sommet du Socle cristallin ayant été atteint à -1343 mètres. Le Permo-carbonifère a, également, été touché dans le forage de Kreuzlingen, mais, à Lindau, il est absent, le Trias reposant directement sur le Socle et, à Hünenberg, soit au point connu le plus profond du fossé de Zürich, il n'a pas été atteint.

En tenant compte de cette répartition du Permo-carbonifère, des corrélations qui précèdent (paragraphe 1.5.) et des profils sismiques, le Socle cristallin, à Hünenberg, ne peut pas être à moins de 3.450 mètres au-dessous de niveau de la mer. (Ce chiffre est obtenu en ajoutant à 2.798 mètres le minimum d'épaisseur des formations comprises entre le Socle et le sommet jurassique, à Lindau (652 mètres).

Dans la coupe structurales supérieure (Fig. 2), le forage de Kaisten a traversé un Permo-carbonifère qui, comme à Pfaffnau I, est de très faible épaisseur, le Socle cristallin se trouvant à 23 mètres au-dessus du niveau de la mer.

De Kaisten à Riniken, le Perm-carbonifère s'épaissit, mais on n'en connait pas la base, laquelle, par contre, a été atteinte dans le forage de Weiach, le Socle cristallin se trouvant, là, à -1652 mètres.

Donc, d'une coupe à l'autre de la figure 2, soit de Hünenberg, point le plus profond de l'une, à Weiach, point le plus profond de l'autre, le Socle cristallin s'élève de -3.450 mètres à -1652 mètres, c'est-à-dire de 1798 mètres sur une distance de 43 kms. (Notons que la remontée du Socle s'opère, également, en bordure du fossé de Zürich: elle est de 1366 mètres sur son bord occidental (de Pfaffnau I à Kaisten) et de 260 mètres sur son bord oriental (de Lindau à un point que la sismique situe à l'Ouest de Weiach), alors qu'au niveau du Jurassique, entre les deux mêmes points, le fossé de Zürich s'élève de 1590 mètres).

*2.3.*De ces faits il ressort que, dans son tronçon septentrional, le fossé de Zürich, de direction SE-NO, s'élève graduellement d'une altitude d'environ -3.450 mètres à une altitude moyenne de 900 mètres, altitude mesurées au niveau du Socle cristallin.

Dans son parcours, il traverse la région de Riniken, structuralement plus haute que celle de Weiach, comme cela a été dit au paragraphe 1.5, mais qu'une coupe structurale de la CEDRA (NAGRA 1984, Beilage 3) présente à une profondeur hors de proportion avec les données numériques mentionnées ici, profondeur qu'infirme la sismique.

D'autre part, les forages pétroliers, présents dans les deux coupes de la figure 2, engagent à considérer que l'apparition sporadique des sédiments permo-carbonifères aux abords du fossé et dans le fossé de Zürich, leur répartition horizontale, les variations de leur épaisseur, la direction de leur «pinching out» démontrent que ces sédiments ont été déposés en un milieu dont le confinement allait croissant de part et d'autre du fossé.

Tout ceci pourrait inciter à rejeter l'interprétation de la CEDRA d'un fossé permo-carbonifère, orienté d'ouest en est, et *suggèrerait que la région Riniken-Weiach n'est qu'un tronçon du fossé de Zürich orienté SE — NO* (Fig. 2).

2.4. Les forages pétroliers de Berlingen, Dingelsdorf, Kreuzlingen, Markdorf, Tettnang et Opfenbach (Fig.2) indiquent clairement qu'une très forte dépression structurale s'amorce en Suisse orientale. En relation probable avec cette dépression, il se trouve que la bordure orientale du fossé de Zürich coïncide, assez bien, avec la limite d'extension, ver l'ouest, du Portlandien, telle que cette limite apparait, sous la Molasse suisse, dans l'écorché élaboré par plusieurs auteurs (BUECHI, LEMCKE, WIENER, ZINDARS 1965, BUECHI, SCHLANKE 1977 & al.).

Dans ce même écorché, il est intéressant de constater que la limite d'extension, vers l'est, du Portlandien et du Crétacé inférieur, coïncide, à peu près, avec la bordure orientale du fossé du Rawil (Fig. 1), homologue structural du fossé de Zürich, comme cela a été mentionné dans un travail antérieur (CHENEVART et RIESEN 1985). Nous y reviendrons tout à l'heure, dans les conclusions.

Conclusions

En partant de l'hypothèse de travail qu'il existe un fossé de Zürich, nous nous sommes efforcés de recueillir et d'exposer, dans les pages qui précédent, des faits propres à étayer cette hypothèse issue de recherches entreprises hors de Suisse.

Bien que ces faits nous paraissent convaincants, il est inévitable qu'ils puissent l'être insuffisamment face à l'acquis et à certaines tendances (trends) dans l'interprétation géologique de collègues demeurés au Pays. Dussent-ils être, vraiment, insuffisamment convaincants, ces faits ne sauraient être complétés, confirmés ou infirmés que par des campagnes sismiques à objectifs pertinents.

Parce qu'une longue expérience, avec l'ESSO et les autres compagnies pétrolières du groupe IPC, nous a enseigné que la découverte repose, souvent, sur une simple hypothèse émise préalablement au départ des travaux d'exploration, nous dirons que le fossé du Rawil et son probable homologue, le fossé de Zürich, pourraient conférer, à la structure globale de la Suisse, un aspect encore mal connu. Essayons d'en dégager le quelques traits qui peuvent avoir une incidence sur l'exploration pétrolière, en partant du fait que ces deux fossés coïncident, plus ou moins exactement, avec les limites d'extension du Portlandien et du Crétacé inférieur (Ref.paragraphe 2.4.ci-devant).

Le vaste espace, compris entre le fossé de Zürich et le fossé du Rawil (Fig.1), est donc caractörisé par l'absence de sédiments portlandiens et crétacées. Que cette absence résulte d'une non-déposition originelle au d'une érosion, elle signifie, dans les deux cas, que la région en question a émérgé par rapport aux régions situées à l'est du fossé de Zürich (régions actuellement basse, Fig.2) et à l'ouest du fossé du Rawil. Paradoxalement, ce qui est appelé, couramment, «Molasse Trog» est, sous la Molasse du Plateau suisse, une région structuralement haute, par inversion de relief. De là à dire qu'elle présente les meilleures perspectives pétrolières, il n'y a qu'un pas que permettent, peut-être, de franchir les résultats des forages de Linden, Entlebuch, Hermrigen et Pfaffnau. Notons, en outre, que cette partie haute de la subsurface du Plateau suisse, sitée entre les deux fossés, se trouvent sur le prolongement des massifs cristallins Gotthard-Aare et Forêt Noire méridionale-Vosges (Fig.1).

Et, pour terminer, disons que, parties intégrantes de l'arc transcontinental de dislocation, que jalonnent les gisements de Sirte, Sicile, Plaine du Pô, Groningen et Mer du Nord, les fossés de Zürich et du Rawil, et leurs abords, présentent de nombreuses ana-

logies paléogéographiques et structurales avec les bassins pétrolifères décrits par T.P.HARDING, dans sa remarquable synthèse traitant de la tectonique des fossés et de la production d'hydrocarbures (HARDING 1984).

Mais, plus qu'un raisonnement par analogie, les faits brièvement décrits dans la présente étude, débouchent sur un terrain, où il faut se montrer astucieuxet avoir, pourquoi pas, une conception ludique des choses d'exploration, sans perdre de vue les impératifs de la cohérence et de la vérification.

Ouvrages cités

BÜCHI, U.P., LEMCKE, K., WIENER, G., ZINDARS, J. (1965): Geologische Ergebnisse der Erdölexploration auf das Mesozoikum im Untergrund des schweizerischen Molassebeckens. — Bull.Ver.schweiz.Petroleum-Geol. u. -Ing., 32/82, 7-38.

BÜCHI, U.P. & SCHLANKE, S. (1977): Zur Paläogeographie der schweizerischen Molasse. — Erdöl — Erdgas — Z.93.Sonderausg.

CHENEVART, C.J. & RIESEN, A.R. (1985): Possible significance of Eurafrican wrench-fault zones: differential drift and driving mechnism. — Bull.Ver.schweiz.Petroleum-Geol. u. — Ing., 51/121, 23-58.

HARDING, T.P. (1984): Graben hydrocarbon occurrences and structural style. — Bull.Amer.Assoc.Petroleum Geol. 68/3, 333-362.

KLINGELE, E., OLIVIER, R. avec la contribution de KAHLE, H.G. (1980): La nouvelle carte gravimétrique de la Suisse (Anomalies de Bouguer). — Matér.Géol.Suisse, Géophys. 20.

NAGRA, (1984): Technischer Bericht 84 — 25, 1-234.

Buchbesprechung

Angewandte Geophysik (1984-1987)

Herausgegeben von H. MILITZER und F. WEBER

Bd. 1: *Gravimetrie und Magnetik (1984)*
353 S., 226 Abb. im Text und auf Tafel; DM 86.—

Bd. 2: *Geoelektrik, Geothermik, Radiometrie, Aerogeophysik (1985)*
371 S. 208 Abb. und 44 Tab.; DM 106.—

Bd. 3: *Seismik (1987)*
420 S., 239 Abb. und 9 Tab.; DM 119.—

Springer-Verlag, Wien - New York, Akademie Verlag, Berlin

Das Werk von 16 deutschsprachigen Mitarbeitern will die Anwendung der praktisch sehr bedeutgenden geophysikalischen Untersuchungsmethoden durch die systematische Behandlung des Stoffes erleichtern helfen. Für jede Methode werden die allgemeinen physikalischen theoretischen Grundlagen auch mathematisch ausführlich behandelt. Masse und Messmethoden werden anschliessend von der theoretischen bis zu den praktischen Anwendungen abgehandelt. Anwendungsbeispiele aus der Praxis der Autoren beschliessen die Kapitel. Das Beispiel-Material bietet leider keine Auswahl die als «weltweit» bezeichnet werden kann. Auch der Schwerpunkt der Literaturangaben liegt im osteuropäischen Bereich. Ein Teil der kleinstillustrationen sind kaum mit der Lupe lesbar. Für seismische und ähnliche Film-Vorlagen von Profilen müsste der Druck (Papier) andere Methoden zur Verdeutlichung nutzen. Trotz dieser Mängel ist es erfreulich, dass ein so umfassendes deutschsprachiges Lehr- und Referenzbuch in so kurzer Zeit erscheinen konnte.

GABRIEL WIENER