

Zeitschrift: Mémoires de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles.
Géologie et géographie = Mitteilungen der Naturforschenden
Gesellschaft in Freiburg. Geologie und Geographie

Herausgeber: Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

Band: 8 (1913-1919)

Heft: 1: Les gîtes d'hydrocarbures de la suisse occidentale

Artikel: Les gîtes d'hydrocarbures de la suisse occidentale

Autor: Girard, Raymond de

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-306986>

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: 21.01.2026

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

Table des Matières

	Page
Préface	VII

I. Le Canton de Genève.

Situation et historique des gîtes	1
Données générales sur les travaux anciens	8
Etude sur le terrain	14

II. Les Cantons de Neuchâtel et de Vaud.

Généralités	21
Gisements urgoniens	21
Gisements jurassiques	26
Gisements miocènes	27
Autres indices dans la région subjurassienne	33
Présomptions relatives à la vallée de l'Orbe	34
Le pétrole à Payerne	36

III. Le Canton de Fribourg.

Historique	38
Nouvelle étude de la question du Burgerwald :	53
Le cortège du gypse	54
Les eaux salées	54
Les gaz inflammables	55
Le rôle des dislocations	58
Etude sur le terrain :	62
Tectonique	62
Stratigraphie	73

IV. La région préalpine en général	80
--	----

V. Le Plateau	83
-------------------------	----

VI. Le Canton du Valais	84
-----------------------------------	----

VII. Etat actuel	85
----------------------------	----

Préface.

Il y a déjà plusieurs années, la *Commission suisse des houillères* me fit l'honneur de me confier l'étude de nos gisements bitumineux. Mon travail devait porter sur trois points : l'histoire des tentatives faites en Suisse pour découvrir des gîtes hydrocarburés et les mettre en valeur ; la description géologique et technique des gisements connus ou soupçonnés ; enfin des conclusions relatives à l'avenir de cette branche de l'industrie minérale, dans notre pays.

Mon cher et vénéré maître, M. le professeur Heim, de Zurich, voulut bien me transmettre tous les renseignements qu'il possédait sur la Suisse orientale et centrale. Ce dossier était complet et il en ressortait l'absence de tout gisement digne de mention, dans ces deux tiers de notre patrie. La Suisse occidentale, seule, restait en cause mais là, par contre, il y avait beaucoup de souvenirs et d'espoirs à examiner.

Il fut donc convenu que je me bornerais à étudier les Cantons romands et pour que mon travail, qui d'emblée parut devoir prendre des proportions considérables, pût rester dans les limites fixées, nous décidâmes de laisser de côté tout ce qui se rapporte à l'utilisation industrielle des produits bruts. Je me bornai donc à l'étude des gisements, en eux-mêmes et quant à leur exploitation.

Pour ce travail, je trouvai un précieux collaborateur dans la personne d'un ancien élève, M. René de Buman, actuellement professeur à l'Ecole professionnelle, qui voulut bien faire quantité d'extraits bibliographiques et m'accompagner dans plusieurs courses.

Je remis mon manuscrit à la *Commission des houillères*, en 1906 ; il était destiné à paraître dans la « Série géotechnique » des *Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse*, mais des circonstances diverses ayant empêché la Commission de le publier, jusqu'à l'année dernière, je sollicitai d'elle l'autorisation de faire moi-même cette publication. Je l'obtins, en date du 5 mai de cette année, et la *Société fribourgeoise des Sciences naturelles* fut assez aimable pour accueillir mon travail.

Comme on le verra, le passé est rempli de tentatives infructueuses ; quant à l'avenir, je serais bien embarrassé d'émettre une opinion catégorique et préfère garder ce silence qui, chez les médecins, n'est pas, en général, de bon augure. La conséquence de cet état de choses est que le présent mémoire sera surtout historique, bien que je me sois cru obligé de revoir par moi-même la plupart des gîtes qui furent exploités ou qui paraissaient dignes d'attention. Enfin, mon manuscrit étant vieux de sept ans, il fallait le remettre au point ; c'est l'objet du chapitre VII : « Etat actuel ».

I

Le Canton de Genève.

Situation.

Les gisements bitumineux de cette région sont situés dans le quart N.-W. du canton, sur la rive droite du Rhône, entre la route de *Saint-Genix* et la frontière française, dans les communes de *Satigny*, *Russin*, et *Dardagny*. La carte Dufour¹, feuille XVI, porte, exactement à l'W du mot *Dardagny*, la mention : « *Mine de goudron* » et le point qui se remarque au-dessus du dernier *n*, sur le cours d'un petit affluent du *Roulavaz*, marque l'emplacement d'un sondage effectué en 1827 en ce point du *Bois de Roulavaz*. Il ne se rapporte pas, comme on pourrait le croire, à la maisonnette cotée 492, sur la feuille 449 (*Dardagny*) de l'Atlas Siegfried². Cette mention très insuffisante d'ailleurs puisqu'il a été fait beaucoup d'autres travaux dont les vestiges subsistent, a même disparu de la carte d'Etat-Major.

Historique.

La première mention qu'il nous a été possible de retrouver remonte à 1769. A cette époque, M. de Dardagny chercha à former une société pour l'exploitation du

¹ Carte topographique de la Suisse, réduite au $1/100000$, en hachures noires.

² Carte de l'Etat-major, à l'échelle des levés originaux ($1/25000$ pour la plaine, $1/50000$ pour la haute montagne), en courbes équidistantes de 10 et 30 mètres et couleurs.

bitume du voisinage, lequel était regardé comme un indice de la présence du charbon de pierre. Cette idée fausse est encore dans les esprits à l'heure qu'il est. Nous avons fait notre possible pour la déraciner chez les gens à qui nous avons parlé dans la contrée. Quoi qu'il en soit, les personnes qui s'intéressaient à la question furent réunies, le 15 février 1770, en une assemblée au cours ou à la suite de laquelle un personnage dont le nom est inconnu offrit au « Comité d'économie rurale et domestique » vingt-cinq louis « pour l'aider à découvrir une mine de charbon ». On le remercia, tout en trouvant que c'était peu¹. Dans la même réunion, Senebier présenta un mémoire sur les mines de houille en général où il était question de *Dardagny*.

En 1770 encore, à la fête des Promotions, H. B. de Saussure consacrait un passage de son discours académique à attirer sur les matières bitumineuses enfouies dans le sol genevois l'attention de ses concitoyens. Il les engageait « à faire des fouilles dans le *nant de Roulavaz*, croyant qu'il y avait lieu d'espérer qu'on y trouverait des couches plus considérables de charbon de pierre »². Dans cette espérance, quelques particuliers lancèrent une souscription qui devait permettre d'entreprendre des fouilles. On réunit ainsi quatre cents louis, mais la difficulté de s'entendre avec les propriétaires du sol fit échouer l'entreprise.

De nouvelles recherches, ayant toujours pour objectif le charbon, furent faites plus tard au *nant Punais*, mais sans résultat³.

Ce fut aussi pour trouver du charbon de pierre que,

¹ Registre du comité d'économie rurale et domestique de la Société des Arts, 6 janvier 1778, cité par Alph. Favre, Description géologique du canton de Genève, II, 124.

² Les gisements bitumineux du canton de Genève, brochure citée plus loin, p. 6. — Voyage dans les Alpes, par H. B. de Saussure, § 64, cités par Favre, loc. cit.

³ Registre de la Société des Arts, du 26 décembre 1794, in Favre, op. cit., p. 125.

le 29 décembre 1825, le sieur Tessier, de Genève, négociant à Roanne, fit entreprendre un puits et une galerie, au point culminant de *Dardagny* (Bois de Roulavaz ?). Malheureusement, il ne rencontra que de la molasse bitumineuse et abandonna l'affaire¹.

Le 16 novembre 1826, le *Journal de Genève* annonçait la découverte d'une source abondante d'huile de pétrole aux environs de *Dardagny*². Un « savant géologue gênois », M. Pareto, examina le lieu de la découverte et donna du gisement pétrolifère la description que voici : Pour arriver à la couche qui contient le bitume, on a dû traverser un banc de grès gris-jaunâtre, micacé, de huit pouces d'épaisseur, puis un grès dur, d'un gris bleu-verdâtre, de vingt pieds d'épaisseur. Au-dessous, vient la couche contenant le pétrole ; elle est formée d'un grès brun. On y voit, dans la partie supérieure, des nodules gris-verdâtres, non imprégnées de bitume, qui renferment des débris de coquilles. L'auteur rapporte ces dernières au genre *anodonte* (Moule des étangs)³.

En 1834, les frères Bouqueau, de Paris, firent une nouvelle tentative, mais la mort de l'un d'eux vint l'interrompre brusquement.

De 1836 à 1839, l'emploi du bitume dans les dallages s'étant généralisé, une société de propriétaires genevois, ayant à leur tête M. de Grenus, installèrent des chaudières pour cuire la molasse bitumineuse. Le goudron extrait était envoyé à Genève où MM. Saudino et Giriel, applicateurs d'asphalte, l'employèrent à divers travaux en

¹ Ibidem. On nous assure que ce puits, poussé jusqu'à 16 m. dut être abandonné à cause de très fortes venues de gaz. Un autre puits foré beaucoup plus tard, dans un petit bois, près de la London, sur la rive droite, presque au pied du viaduc P. L. M. à la Plaine porte aussi quelquefois le nom de « puits Tessier ». Ici, l'abondance des gaz avait même nécessité l'établissement d'un ventilateur, mais il est probable que la vraie cause d'abandon fut le coût.

² Férussac, Bull. des Sc. nat. et de géol., XI, 221, in Favre, loc. cit.

³ Giornale ligustico di scienze, lettere ed arti, mai 1827, p. 239. — Férussac, op. cit., 1829, XVIII, 214, in Favre, loc. cit.

ville et au fort de l'Ecluse¹. Une attestation de M. Girel déclare la matière employée excellente, supérieure même à plusieurs goudrons des plus renommés². La mort du principal contre-maître arrêta les travaux et ceux-ci ne furent pas repris, ce qui semble indiquer que la quantité du minerai ne répondait pas à sa qualité. Il ne nous a pas été possible, d'ailleurs, d'apprendre la cause réelle de cette interruption, dont la soudaineté cadre mal avec ce qu'on dit des résultats obtenus.

Quoi qu'il en soit, les bitumes genevois paraissent oubliés jusqu'aux environs de 1868. A cette époque, des associations provisoires se forment entre M. Gaillard, propriétaire à Chouilly, d'une part, et MM. Gardy, ingénieur, Chevassu-Clément et Galland, à Dardagny et La Plaine, d'autre part, dans le but de chercher ailleurs que que dans le puits Tessier, jusqu'alors seul exploité et presque entièrement noyé, des bancs bitumineux plus facilement exploitables. Ces Messieurs se firent concéder les communes de *Satigny*, *Russin* et *Dardagny*; et, afin de diriger leurs recherches, ils s'adressèrent, dès 1868, à M. Burtin, ingénieur à Taninges qui, après avoir visité les lieux, crut pouvoir engager les sociétaires à persévérer avec toutes les ressources en leur pouvoir, afin d'opérer des fouilles sérieuses. Il se déclarait convaincu que « si les recherches répondaient en résultats à ce que promettait l'étude de quelques points que l'on remarquait à la surface, l'affaire serait industriellement bonne et dédommagerait amplement des sacrifices qui auraient été faits. »

Encouragés par ces conseils, les concessionnaires firent exécuter divers travaux et foncèrent même quelques puits aux environs de Granges. Ils prirent encore l'avis de plusieurs personnes compétentes, firent analyser les mine-

¹ Cet ouvrage, situé dans la cluse profonde que le Rhône a réussi à maintenir à travers le Jura, porte sur les vieilles cartes le nom de Fort de la Cluse. Le nom actuel est le résultat de cette altération, tout à fait dans le génie du vieux français, qui fait dire entre autres *étenailles* pour *tenailles*.

² Les gisements bitum. du Canton de Genève, p. 6.

rais extraits et publièrent finalement, dans une brochure destinée sans doute à « lancer » l'affaire¹, l'ensemble des consultations qu'ils avaient reçues. Cette notice forme le document principal pour cette partie de notre travail.

Les auteurs de cette notice ont soin d'indiquer que l'industrie minérale est, depuis plusieurs années, leur préoccupation constante. Ils ajoutent qu'ils ont déjà réuni dans leurs mains un certain nombre de concessions de diverses natures, et leurs signatures prouvent qu'ils avaient entr'autres exploité des gîtes asphaltiques. Ils étaient donc bien qualifiés pour mener à bonne fin l'entreprise des bitumes genevois, si elle en était susceptible. Ils le croyaient certainement à ce moment-là ; leur activité l'indique et d'ailleurs ils disent en toutes lettres que « parmi les plus importantes des concessions qu'ils possédèrent, soit par leur facilité d'exploitation, soit par la quantité du minerai et ses nombreuses applications, ils peuvent citer les gisements de molasse bitumineuse de *Dardagny*, *Satigny*, *Russin*, etc., dans le canton de Genève ». Leur but était de « donner un corps à des éléments (études) précédemment disséminés ; de concentrer sous une seule impulsion des efforts individuels (travaux de recherches) demeurés jusqu'alors stériles ». Le moment leur semblait propice, ces gîtes avaient à leurs yeux « un intérêt tout d'actualité » : Dans les grandes villes, en effet, l'édilité aux abois ne savait plus quel système de pavage adopter sans sortir des conditions économiques fixées par les budgets municipaux : leurs produits résoudraient avantageusement cette question grave et difficile. L'industrie voyait chaque jour augmenter le prix du combustible indis-

¹ Les gisements bitumineux du Canton de Genève, etc, Paris, Genève et Neuchâtel, Sandoz, 1877. — L'introduction est signée V. Manuel, ancien concessionnaire des mines d'asphalte du Val-de-Travers, Antony Rey, ancien concessionnaire et directeur des travaux de la Société des asphaltes du Val-de-Travers, à Paris et à Londres, et Georges Perusset, ingénieur. Ces messieurs semblent être au nombre des concessionnaires de Dardagny etc. et même en être les chefs de file. Tout porte à croire que la notice en question émane d'eux.

pensable à son activité : ils le lui offriraient à des conditions remarquablement favorables. Outre la chaleur, ils fourniraient la lumière, des huiles pour certaines industries, des engrais à l'agriculture, des ciments éminemment hydrauliques et divers autres produits d'un emploi général.

C'était tout un programme ; l'affaire était entre bonnes mains, on a l'impression qu'elle allait entrer enfin dans une phase active. Qu'arriva-t-il ? Pourquoi s'arrêta ce bel élan ? Nous avons interrogé à Genève les gens les mieux placés pour le savoir. On nous a dit « avoir entendu dire » que l'on avait rencontré beaucoup de goudron, il est vrai, mais que, pour un motif inconnu, l'exploitation en avait été trop coûteuse. Dans la contrée même, on nous a affirmé que le tout était monté trop grandement ; on nous a parlé d'engins d'un prix excessif, d'états-majors exagérés, etc. Il est probable que la cause principale est celle déjà indiquée par Jaccard¹ : l'extrême inégalité d'imprégnation des molasses. Nous avons pu, comme lui, nous assurer de l'impossibilité où l'on est de suivre un affleurement bitumineux sur une longueur un peu considérable. Il y a toujours coïncement ou disparition de l'imprégnation à peu de distance, à droite et à gauche. Pareillement nous avons refait les constatations suivantes, mentionnées en 1880, dans une lettre de M. H. Schardt, à Jaccard :

« Le banc de bitume lui-même est une molasse friable, micacée, composée de matériaux plus ou moins fins ; elle est brune ou noire, suivant la quantité de bitume qu'elle renferme ; elle est grise et dure lorsqu'elle n'en renferme pas.

« La puissance du banc est de 18 mètres en moyenne ; il paraît imprégné de bitume dans toute son épaisseur, mais d'une manière très inégale, de telle sorte qu'on trouve sur un espace de quelques mètres carrés des places tellement riches que le bitume suinte de la roche à l'état

¹ Le pétrole, l'asphalte et le bitume, (1895), p. 166.

semi-liquide, surtout lorsqu'elles sont exposées au soleil, tandis que, quelques centimètres plus loin, la roche en est dépourvue. Cette molasse est suivie d'une série innombrable de couches marneuses violacées, sans fossiles et sans bitume, lequel ne se trouve que dans le banc de 18 mètres. Ce n'est pas précisément de l'asphalte, mais plutôt une espèce de goudron, dont l'odeur est semblable à celle du pétrole brut.»

Jaccard donne encore la coupe suivante, relevée par lui-même en 1872, — mais qu'il nous a été impossible de retrouver — de la molasse pétrolifère de *Dardagny*. Il insiste sur la disposition lenticulaire des bancs et sur la présence d'une zone de poudingues au milieu des marnes sableuses :

Finalement il admet que la couche imprégnée s'est appauvrie, ici comme à *Chavornay*, dans le canton de Vaud, et que c'est ce qui a motivé la disparition de la mention « Mine de goudron » des cartes les plus récentes.

Vingt ans s'écoulaient et nous arrivons en 1887. A ce moment, un consortium, à la tête duquel se trouvait M. Th. Turrettini¹, se décide à reprendre deux sondages commencés précédemment, dans le but de chercher du charbon, par M. Manigler, ingénieur et propriétaire de mines à Saint-Etienne. L'un de ces ouvrages se trouvait sur la rive gauche du Rhône, à 150 m. environ, en amont du pont de *La Plaine*; l'autre à *Malval* (?); enfin quelques travaux avaient été faits aussi dans le Nant de Roulavax, en 1879². Ces travaux avaient été abandonnés : on les reprenait dans le but primitif, en se servant de l'outillage resté sur place. M. J. Mégevand, entrepreneur à Genève, alors conducteur de travaux aux « Forces motrices du Rhône », fut appelé à la surveillance des sondes et il a bien voulu nous fournir divers rensei-

¹ Je suis redevable à M. Turrettini, conseiller chargé des travaux techniques, de plusieurs renseignements qui, donnés avec la plus parfaite obligeance, contribuèrent beaucoup à me « mettre sur la piste ».

² C'est de ceux-là que parle Favre (ob. cit., p. 126).

gnements¹. C'est lui encore qui, se basant sur les indications données jadis par son chef sondeur (mort à l'heure qu'il est), lequel avait travaillé à tous ces sondages, a bien voulu nous faire savoir que les fouilles Turettini rencontrèrent identiquement les mêmes conditions générales et la même série de couches que les ouvrages plus anciens de Manigler. Les « *journaux de sondage* » des puits du consortium — que le directeur des services industriels de la ville de Genève, M. Buttica, a bien voulu mettre à notre disposition — renferment donc toutes les indications qu'il est aujourd'hui possible d'avoir sur cette double série de travaux².

Données générales sur les travaux anciens.

A l'époque où il était question de les mettre en valeur, les gisements bitumineux du Canton de Genève ont donné lieu aux travaux monographiques suivants :

¹ Dans la Notice sur les exploitations minérales de la Suisse, publiée sous les auspices du Comité de l'Exposition nationale suisse de 1896, à Genève, M. G. Favre donne (p. 231) les renseignements que voici sur ces travaux de 1888 : Ces travaux, dit-il, furent poussés jusqu'à 150 m. environ. Partout on trouva des couches alternantes de marne et de molasse plus ou moins imprégnée. L'analyse donne, pour 100 parties de molasse, 8 $\frac{1}{4}$ parties de bitume, qui contiennent : 1 partie de goudron ; 3,9 d'huile minérale et 1,60 d'eau.

² Ajoutons ici la remarque suivante : M. A. Brun, Dr. ès-sciences, nous a dit avoir observé fréquemment, sur le lac Léman et sur le Rhône, des tâches de goudron flottant dans des conditions qui excluent une origine industrielle : résidus de fabriques ou de bateaux à vapeur. Il suppose des affleurements de molasse bitumineuse quelque part sous le lac. — Rapprochons de ceci la citation suivante de Jaccard (Le pétrole, etc., p. 215) : Il n'est pas rare, dit-il, que les vaisseaux qui doublent le Cap Vert, sur la côte occidentale de l'Afrique, presque sous l'équateur (Sénégal), aient à traverser une nappe d'huile, qui recouvre les flots sur une surface de plusieurs centaines de lieux carrés ».

« Le même phénomène se rencontre quelquefois près de l'île de Terre-Neuve, non loin de la côte orientale de l'Amérique du Nord. Sous l'action du soleil, l'huile s'évapore presque en totalité, et le résidu de cette évaporation constitue les globules et rognons de matières solides que l'on voit dans ces parages, flotter sur les eaux de la mer ».

« D'où vient cette huile abondante flottant à la surface de l'Océan ? C'est ce qu'on ignore ».

- Rapport de M. F. Burtin, Ingénieur des mines (1868) ;
Lettre de M. Burtin à M. Chevassu (1868) ;
Essais de M. le Prof. de Marignac sur les sables de Dardagny (1868) ;
Analyses du Conservatoire des Arts et Métiers (Laboratoire de chimie générale) sur des échantillons envoyés par M. Gardy ;
Notice de M. A. Rochat-Maury, Ingénieur (1872) ;
Rapport géologique par M. Renaud, ingénieur (1874) ;
Lettre sur les grès bitumineux de Dardagny, adressée à M. Janin par M. E. Gardy Ingénieur (1875) ;
Lettre de M. H. Couchet, Chimiste (1876) ;
Lettre de M. A. Rey, ancien Directeur des travaux à la Société des asphaltes du Val-de-Travers (1876) ;
Lettre de M. Janin-Bovy, Ingénieur, ancien Conseiller d'Etat, au Journal de Genève (1876) ;
Rapport de M. H. Pitorre, Ingénieur des mines à Paris (1876) ;
Rapport de M. A. Rey (1877) ;
Relation de M. Mégevand, conducteur de travaux aux Forces motrices du Rhône, sur les sondages de La-Plaine et de Malval (1888—1889).
• Cette relation a été faite pour l'auteur du présent mémoire, en 1900 ;
Journal du sondage de Granges (1888—1889) ;
Journal du sondage de La-Plaine (1889) ;
Rapport de M. A. Brun, Lic. ès-Sc. phys., Dr. ès-Sc., sur le puits foré à La-Plaine (1899).

Si l'on fait abstraction des hors-d'œuvres et des redites que ces documents contiennent, on en peut tirer les données générales que voici :

Etendue de la formation bitumineuse. — Elle apparaît, le long du Rhône, sur plusieurs points, à partir de la frontière française et de Chancy, jusqu'à l'usine Gardy, à La Plaine. De là, sa limite orientale semble remonter vers Dardagny ; on la voit aux Charmilles ; au Nant-Punais (dont le nom pourrait bien venir de l'odeur qui se dégage sur ses rives) ; au Nant de Roulavaz, sous Essertines ; dans le lit de la London, sous Malval ; enfin aux Granges, où elle plonge N.-E. vers Choully. Elle est sans doute recouverte par le quaternaire à l'est de Dardagny. On l'a constatée également sur la rive gauche du Rhône, vers Bernex.

Le territoire de Dardagny est de 816 hectares ; celui de Satigny en compte 1834 : partout on constate la pré-

sence des couches bitumineuses, avec une imprégnation très variable, il est vrai.

Anciennes concessions. — Le périmètre de l'espace concédé formait un cercle irrégulier comprenant les territoires de Malval, Chouilly, Satigny, Peney et Challex. Dans ce cercle étaient compris le village de La-Plaine tout entier, une partie du cours de la London, Dardagny et une partie du Nant de Roulavaz, où se présentent les coupes les plus favorables à l'étude. Le champ d'exploitation était donc très considérable. Si, aux deux territoires sus-indiqués, on ajoute en effet celui de Russin qui comptait 445 hectares, on arrive, pour l'ensemble de l'espace concédé, au total de 3 095 hectares.

Géologie. — A partir de la surface et jusqu'à 6 m. environ de profondeur, les travaux ont rencontré un complexe de petites couches molassiques marneuses entremêlées de marnes franches. De 6 à 8 m. environ, c'était, selon les endroits, un grès plus quartzeux et plus solide, avec fentes de retrait imprégnées de bitume en enduit ou des argiles irisées. De 8,60 m. à 9,50 m. environ, une molasse dure. Enfin, à partir de 9 mètres et demi, le sable bitumineux, noir-brunâtre, pulvérulent, au-dessous duquel se trouve le grès bitumineux proprement dit. On a percé ce dernier sur plus de 6 m. sans en atteindre la base ; sa puissance est inconnue.

L'absence de fossiles n'a pas permis de déterminer rigoureusement le niveau stratigraphique du grès bitumineux, mais il n'y a pas de doute qu'il appartient au groupe des molasses tertiaires du Plateau suisse.

Au puits de La-Plaine (1899), M. Brun a observé un système de diaclases courant du N.-E. au S.-W. et un second orienté N.-W, S.-E. Ces deux groupes de cassures découpent la roche d'une façon assez intime et donnaient lieu à des infiltrations d'eau. Partout, le pendage est faible.

Je l'ai dit, la puissance du grès bitumineux est in-

connue. Toutefois, il est bon de rappeler qu'un puits, foncé il y a plus de 50 ans, pour chercher des lignites, a pu être poussé jusqu'à 36 m. sans sortir de la molasse bitumineuse. Le sondage des Granges (Malval) a été arrêté (le 6 janvier 1889) par 137,65 m.; celui de la Plaine (le 2 mars de la même année) par 124,25 m. Partout on a observé que le niveau bitumineux est sans stratification; c'est plutôt un ensemble de lentilles, séparées par des régions vertes, non imprégnées.

Pétrographie. — Le grès bitumineux est micacé, à grain fin, uniforme, sans cailloux, tendre et mal agrégé; son ciment est calcaire. Il a été étudié par M. Gruner, alors Inspecteur de l'Ecole des Mines de Paris, qui l'a comparé en tous points à celui de Seyssel-Pyrimont.

Imprégnation. — Le sondage effectué à La-Plaine, dans l'usine Gardy, en 1889¹ a rencontré du goudron dès les graviers superficiels, au-dessus de 6 m. de profondeur et, régulièrement, les eaux retirées du trou portaient des traces de bitume. Certains jours, la couche de goudron surnageant sur le fond était de 5 à 6 centimètres. Les venues furent toujours plus abondantes dans la molasse que dans les bancs de grès dur. Pareillement, l'imprégnation est moindre dans les régions exposées à l'air ou au lessivage par les eaux. En somme, les lois générales des gîtes bitumineux se vérifient ici comme ailleurs, mais un caractère propre aux molasses genevoises, c'est l'irrégularité de leur imprégnation.

La variation de la teneur en bitume a pour conséquence une variation correspondante de la cohésion et de la teinte. En revanche, les personnes qui ont examiné ces gisements à l'époque où on songeait à les exploiter sont unanimes à penser que l'irrégularité de richesse n'y était pas de nature à entraver l'exploitation. Elles supposent toutes que la teneur utile se serait uniformisée en profondeur.

¹ Presqu'en face du sondage Manigler, à 450 m. du « Nouveau puits Tessier ».

Cubage du gîte. — Sur ce point encore, l'opinion des spécialistes était concordante : tous admettaient l'existence d'une quantité considérable de matière exploitable. Ils se fondaient sur le grand nombre des affleurements connus, sur la quantité de bitume en suspension dans les eaux courantes, etc., mais aucun d'eux n'a donné de chiffre, de sorte qu'en réalité le gîte n'a pas été cubé. A l'heure qu'il est, maintenant que la plupart des affleurements sont oblitérés, toute estimation est impossible.

Exploitation. — On se proposait de travailler à ciel ouvert, en tranchées et en galeries par gradins droits. La molasse étant partout irrégulièrement imprégnée, le point d'attaque était indifférent ou plutôt les considérations économiques seules devaient le déterminer. Or, à ce point de vue, les experts étaient d'accord pour indiquer le voisinage de la station de La-Plaine. On réduisait de la sorte, les frais de transport, tout en se plaçant le plus près possible d'un thalweg. On recommandait de donner aux chantiers une faible pente vers l'extérieur, afin d'écouler les eaux et de faciliter le roulage du minerai. Enfin, on projetait d'ouvrir des galeries à proximité des chantiers découverts, pour que le travail pût continuer par la pluie et durant la mauvaise saison. On pensait ne pas devoir recourir à l'épuisement mécanique.

Quant aux travaux de recherches, je note seulement que les sondages de la Plaine et de Malval furent exécutés à l'aide du dispositif Fauvel le plus simple : trépan découpeur et curage continu. La sonde était actionnée par cinq hommes. L'avancement journalier alla jusqu'à 6 et 8 mètres dans la molasse tendre et les marnes.

On se proposait de faire les choses grandement et, pour cela, on estimait à 600 000 francs le capital nécessaire au premier établissement et à la constitution du fonds de roulement.

Etude des produits extraits. — Les grès genevois contiennent 7,3 pour cent de bitume, 17 de calcaire et 75 de sable. La densité du sable séché à l'air est de 2,5,

bitume compris. Ce sont là des moyennes, car la teneur en matière carburée est fonction de la profondeur. Trois échantillons provenant de la galerie de Russin ont donné en effet : l'échantillon d'affleurement 3 pour cent, celui prélevé à la profondeur moyenne 9 pour cent et celui du fond 18 pour cent. La moyenne serait ici de 10 pour cent, mais on ne la trouverait pas aussi élevée ailleurs. Néanmoins, cela constitue une richesse supérieure à celle des gisements de Seyssel et de l'Auvergne. Au point de vue du facies général, on comparait les grès du Nant Punais à ceux de Cœur, de Lussat et de Chamalière, près de Clermont-Ferrand.

Le bitume extrait des molasses genevoises est un liquide épais, foncé, transparent en brun sous une faible épaisseur. Il est soluble dans le pétrole et l'éther. La solution présente une fluorescence verte prononcée. Au contact de l'air à 100 degrés, il noircit, perd de l'ammoniaque et ses éléments les plus volatils et devient insoluble dans les liquides précités. Il est probable que c'est l'ammoniaque contenu dans le bitume qui exerce sur les roches avoisinantes l'action désagrégeante dont on voit partout les effets.

Voici le résultat des analyses faites naguère par MM. F. Burtin, ingénieur des mines, et Chevassu, à Paris, sur des sables provenant de Dardagny : Le bitume extrait contenait :

Huile de schiste brute	45 pour cent.
Coke	40 »
Gaz	14,60 »
Ammoniaque	0,40 »
Sur 100 parties d'huile de schiste brute, on trouve	
Photogène	38 parties.
Huile grasse	30 »
Paraffine	2,36 »
Créosote	17 »
Résidus	12,64 »

Ainsi donc, les huiles obtenues par la distillation du minerai de Dardagny offrent les caractères du pétrole.

américain. Elles lui seraient même supérieures en ce sens qu'elles ne renferment pas d'essences légères et que leur degré d'inflammabilité est plus élevé.

Usages. — Les bitumes genevois se prêteraient, disait-on, aussi bien que les mastics fabriqués avec du calcaire bitumineux au revêtement des surfaces. Ils ne seraient point inférieurs, à ce point de vue, à ceux de Seyssel et de Travers.

Rendement. — On supposait qu'un mineur pourrait extraire 4 à 5 mètres cubes de roche par jour. Prenant pour base un minimum de 2 mètres et un rendement en huile de deux pour cent seulement, on aurait pour résultat d'un jour de travail effectué par 20 ouvriers :

Roche extraite, 40 m. c. (à 2,500 kg. le m. c.)	100,000 kg.
Rendement en huile	2,000 kg.
Valeur (à 60 fr. les 100 kg.)	1,200 fr.

Les frais seraient les suivants :

Salaire de 20 hommes à 4 fr.	80 fr.
Frais d'épuration	35 »
Matériel et amortissement	40 »
Direction et surveillance.	30 »
Intérêts et frais généraux	45 »
Total.	230 fr.

Le bénéfice net, par jour, serait donc de 970 fr.
 » par an (à 300 jours ouvrables). 291,000 fr.

Etude sur le terrain.

J'ai visité la région des bitumes genevois le 13 août 1900 et cette course m'a permis de compléter, de rectifier au besoin, les informations prises à Genève et les données fournies par les documents écrits.

Le territoire que j'avais à parcourir s'étend sur la droite de la ligne ferrée qui va de Genève à La Plaine, à partir de la station de Satigny jusqu'à la frontière française. Les dépôts erratiques couvrent presque tout ; Seul, le ravin du Rhône, sous *Vernier*, et celui de la *London*, dans sa partie haute, montrent la molasse d'eau douce

inférieure. La carte l'indique de même, mais on ne la voit pas, sous la longue colline de *Chouilly*. La molasse renferme ça et là des lentilles de gypse. L'une d'elles est indiquée par la carte au *Crêt de Vigny*, sur *Satigny*; elle est absolument cachée par les vignes, rien n'affleure, il m'a été impossible de la découvrir.

Descendant de *Chouilly* et traversant les *Grands Bois*, j'atteins la *London* un peu en aval du *Moulin Fabri*. Dans les escarpements, je constate la molasse représentée par des grès marneux et sableux gris ou bleuâtres, surtout dans le haut, sans trace bitumineuse ni pyriteuse aucune. Ça et là une plaque de gypse ou de calcite semble revêtir une surface de glissement. Le ruisseau a creusé dans ces grès tendres des sillons fantastiques qui, à chaque instant, s'élargissent en « marmites » remplies de galets que le tourbillon y a déposés. Cela me rappelle les *calderon* des rivières diamantifères du Brésil. J'arrive bientôt à l'orée du bois, dans le voisinage de la borne N° 136, qui porte d'un côté un grand G et de l'autre le lys de France. Les divagations de la *London*, qui entame fortement sa terrasse, ont obligé à placer la borne beaucoup plus en arrière, vers le S.-E., qu'il n'y paraît d'après la carte.

A en juger d'après le carton très imparfait qui accompagne la brochure sur *Les gisements bitumineux du canton de Genève*, de 1877, c'est sur cette terrasse fluviale, en amont du pont des *Granges*, que devaient se trouver deux des trois puits ou fouilles entrepris par les concessionnaires, auteurs de cet opuscule. En réalité, il n'en est pas ainsi : il n'existe aucun ouvrage en amont du pont des *Granges*; les trois fouilles se trouvent en aval, sur la rive gauche de la *London*, à gauche du chemin qui descend de *Peissy*. Le croquis fig. 1 permettra de les retrouver, à la seule condition de fourrager énergiquement dans les ronces :

En G, on découvre en écartant le branchage, émergeant d'une énorme fourmillère, le chapeau et le haut des montants du boisage d'une galerie, M. Meunier, aubergiste,

qui a bien voulu me faire voir ce point, m'a assuré que la galerie subsiste encore sur une longueur de 30 m. environ. Quelques coups de pioche suffiraient à en débayer l'entrée. Au fond de la galerie se trouvait, et se trouve peut-être encore, le puits aveugle P_1 , qui devait avoir quelque chose comme 30 m. de profondeur, peut-être même davantage.

En P_2 , soit 40 pas environ après avoir quitté la tête du pont, on remarque sur le chemin d'exploitation qui longe la *London*, une place où la végétation forestière, beaucoup plus jeune qu'alentours, s'est évidemment établie depuis peu. C'est l'emplacement d'un sondage, aujourd'hui complètement oblitéré. Tout a disparu, chevallement, excavation, murage. Il paraît que, sur ce point, on a rencontré du bitume en quantité telle que l'eau de la *London* « en était bleue ».

Enfin, en P_3 , sur la droite du chemin qui monte à *Peissy*, on parvient, en descendant d'abord dans le fossé du ruisseau, à une sorte de grotte dans la molasse, qui n'est autre que l'ouverture d'une nouvelle galerie. Celle-ci, s'ouvrant dans la roche vive, n'était pas boisée et, disposition curieuse, un puits s'ouvrirait immédiatement à la sole de la porte d'entrée. La molasse est compacte et cependant elle sent nettement le bitume ; on en voit même des taches d'un noir luisant, sur la roche, lorsqu'il fait chaud. On m'assure que la molasse rencontrée par le sondage P_2 était analogue à celle-ci.

C'est en creusant les fondations du *pont des Granges*, lequel porte la date de 1842, qu'on rencontra du charbon dans la molasse de la berge gauche. Cette trouvaille fut le point de départ des travaux que nous venons de décrire. Ceux-ci furent accomplis de 1885 à 1888. sous la direction de M. Lormier. On m'assure qu'ils ne coûtèrent pas moins de 130 000 francs. J'ai déjà dit qu'ils rencontrèrent le pétrole, du moins « théoriquement ».

La carte de 1877 mentionne encore, en face de *Malval*, mais toujours sur la rive gauche de la *London*, une galerie qu'elle appelle « galerie des Débaillets ». Il y

a effectivement dans le voisinage, mais un peu plus en amont, au fond du dernier méandre de la rivière avant le confluent du ruisseau du *Crêt* et aujourd'hui déjà dans le bois, des vestiges d'une galerie qui avait, elle aussi, quelque chose comme 30 mètres de long et un « puits aveugle » au bout. Ici, ce sont les infiltrations de la *London* qui ont arrêté les travaux. La galerie subsiste, mais elle est noyée. On avait construit, pour en faciliter l'accès, un pont en bois sur la *London*; on l'appelait le « pont des mines ». Le torrent l'a emporté un jour de crue et les riverains le regrettent, assurant qu'il leur était beaucoup plus commode que le pont en pierre actuel situé au bas de la descente des *Baillets*.

Quittant la *London*, je monte à *Essertines* et, traversant le *nant de Roulavaz*, j'arrive au bois du même nom qui domine *Dardagny*. C'est dans ce bois, au voisinage du point coté 492, que se trouve, sur la carte Dufour, la mention « Mine de goudron ». La carte de la brochure de 1877 y joint l'indication d'un puits dans la même région. C'est une erreur de dessin : il y a, en réalité, à cet endroit, une maisonnette en pierres calcaires du Jura, qui porte la date de 1839, le chiffre E.H. et, à la craie rouge sur le mur, la mention : « dangereux », qui fait supposer que ce fut une poudrière. Le chiffre doit être, à ce qu'on nous a dit, celui d'un membre de la famille Hutin, très répandue dans la contrée. On m'a affirmé que cette maisonnette n'avait rien à faire avec les mines ; que c'était simplement un abri pour les bûcherons communaux. J'ai peine à m'expliquer, dans ce cas, sa construction très soignée en matériaux de choix apportés de loin. En outre, si c'est une hutte de bûcherons, elle doit servir encore, or les broussailles ont grandi tout autour et le petit fourneau de cuisine qu'on y aperçoit par le trou de la serrure a l'air de n'avoir pas fonctionné depuis longtemps. Il n'y a pas un copeau à terre, dans l'intérieur et le tuyau du fourneau-potager n'atteint pas le toit. Je pense qu'on a bien là une ancienne

poudrière, laquelle sert d'abri aux bûcherons depuis que les mines sont abandonnées. Quant au puits, il était situé au N.-E. de ce point, vers l'origine du *nant Punais*, petit affluent du *Roulavaz*. Il fut creusé il y a une trentaine d'années et un sondage se trouvait aussi par là, dans la forêt. Tout a disparu et c'est à peine si une demi-éclaircie révèle l'emplacement des anciens travaux.

Je traverse maintenant le plateau de *Dardagny*, par la *Tuilière* et les prés des *Mules*, pour descendre dans le nant de *Roulavaz* par le *bois des Grottes*. Les versants sont escarpés et la végétation touffue ; qui se douterait que ce ravin a été le théâtre d'efforts héroïques pour arracher à la terre des trésors que probablement hélas elle ne renferme pas ? Glissez-vous entre les branchages, le long des corniches de rocher, comme un braconnier qui visite ses lacets, et vous découvrirez, dans le petit espace compris entre le pont d'*Essettines* et le premier coude du ruisseau, sept ou huit galeries, deux ou trois puits ! L'une de ces galeries, creusée dans la molasse compacte, avait 100 mètres de long : elle est éboulée ; une autre avait 30 mètres. L'un des puits, qui descendait à 100 mètres, n'est plus visible, mais il y en a un autre, dont la partie supérieure, murillée en briques, se voit encore. Il est noyé, mais, comme il avait 90 mètres de profondeur, une chute y serait fatale et l'autorité communale de *Dardagny* a soin que sa gueule béante soit toujours recouverte de branchages. «Toujours», et cependant elle était entièrement dégarnie le jour de ma visite. Sa gueule débouche au jour ; trois ou quatre mètres plus bas, une galerie, venant du nord, rejoint le puits qui s'enfonce alors aux grandes profondeurs. Enfin, il y avait, au fond, un tracé de 5 à 6 mètres de galerie vers l'W. Ce puits se trouve assez exactement en-dessous (au N.) de *Bellevaux*, en avant du plateau des *Mules*. Il paraît qu'au fond de ce puits, était installé un sondage destiné à explorer le terrain plus profondément encore.

J'ai visité trois galeries, senti partout, dès l'abord, une

odeur bitumineuse prononcée, et vu le bitume suinter de la roche, au front de taille de chacune d'elles ; il est vrai que la journée était extrêmement chaude. Dans une galerie, peu profonde d'ailleurs, située sur la rive gauche du ruisseau, on voyait un bitume noir et visqueux suinter de petites fissures très limitées de la roche, laquelle est compacte et ne présente pas trace d'imprégnation en dehors des fentes. Cela m'a rappelé absolument, bien qu'en petit, les « plaies saignant l'asphalte » du calcaire à *Helix Ramondi* de Pont-du-Château près de Clermont-Ferrand. Cependant, je n'ai pas retrouvé ici, dans le bitume débordé, les ampoules pleines de gaz carburés crépitant sous les pas. Dans la première excavation en amont, sur la rive gauche, se trouve un puits noyé et là, on voit distinctement le bitume, plus noir encore, flotter en longues traînées à la surface de l'eau. Il est aisé d'en recueillir et la présence de cuillères sur le sol de la grotte témoigne que les enfants viennent s'amuser à puiser ce bitume. Ce point est le plus riche en matière bitumineuse que je connaisse dans la Suisse romande ; cependant je doute qu'une exploitation sérieuse y soit possible et n'oserais engager personne à la tenter, car cette richesse, alléchante au premier abord, semble étroitement localisée sur ce point. En tout cas, la première chose à faire serait de se rendre compte du rendement local et, pour cela, de mettre le gîte en observation. C'est-à-dire qu'il faudrait enlever tout le bitume qui nage sur l'eau du puits et voir combien de temps le suintement mettrait à en reproduire une quantité donnée. Il faudrait savoir si le suintement est régulier, s'il est influencé par la température, la pression barométrique, les saisons ou les mouvements microsismiques de la région.

Une dernière phase s'ouvrit pour les travaux du *nant de Roulavaz*, en 1877. M. Lormier, travaillant pour le compte de M. de Bains, installa alors, dans le voisinage une chaudière à vapeur pour cuire la molasse. Cet appareil fonctionna jusqu'en 1881. En 1884, M. l'ingénieur Chappuis visitait les excavations au nom du

consortium Turrettini. Enfin, en 1894, un Monsieur Ay-mar, de Paris, exécutait les derniers abattages et envoyait des échantillons de molasse bitumineuse à Lyon. J'ai eu la bonne fortune de trouver, pour m'accompagner sur les lieux, un ouvrier, domicilié à Dardagny, qui avait encore pris part à ces derniers travaux. Il m'a affirmé que l'une des galeries creusées l'avait été entièrement dans la marne, au-dessus du niveau où commence la molasse. Il ajoutait que le souci d'écouler les eaux d'infiltration faisait donner aux galeries une pente vers l'extérieur, tandis qu'à son avis, on aurait dû chercher à s'approfondir le plus possible.

Mais la nuit tombait. J'étais d'ailleurs au bout de ma tâche. Je quittai donc le *nant de Roulavaz*, emportant l'impression pénible qu'un très grand effort y avait été tenté en vain, sans qu'il soit facile de discerner exactement les causes, peut-être en partie humaines, de cet insuccès. En passant à travers *Dardagny*, je cherchai, sans y réussir, à retrouver les traces du sondage effectué sur la rive gauche du ruisseau de la *Charmille*, au bord du chemin, en dessous de la route, droit en face du bureau de poste. On était descendu à 230 mètres et avait trouvé un peu de gaz ; aujourd'hui un petit pré recouvre le tout de son tapis vert insouciant. En rédigeant mes notes, j'éprouve l'impossibilité d'établir une corrélation exacte entre les renseignements pris sur les lieux et les données de mon introduction historique. C'est souvent comme ça : cela tient à ce qu'ont de forcément borné les souvenirs personnels qu'on recueille.

II

Les Cantons de Neuchâtel et de Vaud¹.

Généralités.

Les gisements bitumineux et pétrolifères de cette région, échelonnés sur une ligne parallèle au pied du *Jura* sont presque tous des indices de gîtes plutôt que des gisements véritables. Ils se divisent géologiquement en trois groupes :

1. Les gisements urgoniens ;
2. Les gisements jurassiques ;
3. Les gisements molassiques.

Le seul gîte qui ait un passé et un avenir, ce sont les asphaltes du *Val de Travers*, mais comme il fera l'objet d'une étude à part, nous le passerons sous silence ici.

Gisements urgoniens.

Pendant un certain temps, on a paru croire que l'asphalte ne se trouvait que dans l'étage urgonien, ce qui n'est pas exact. Cependant, il est incontestable que c'est dans ce terrain que se présentent la plupart des gisements connus et exploités dans le *Jura central* et, dès lors,

¹ Les indications données dans ce chapitre sont extraites des Etudes géologiques sur l'asphalte et le bitume au Val-de-Travers, dans le Jura et la Haute-Savoie, par A. Jaccard, professeur de géologie à l'Académie de Neuchâtel (1890) et d'une brochure postérieure (1893) du même auteur sur le Pétrole de la molasse vaudoise.

Nous y avons intercalé et ajouté les observations faites par nous mêmes lors de nos visites à ces gisements.

il est naturel que nous fixions d'abord notre attention sur les dépôts de cet âge.

Les gisements urgoniens qui commencent au pied du *Jura* forment une bande qui se prolonge dans les vallées du *Rhône* et de la *Valserine*.

Auvernier. — Du *Landeron* à *Concise*, l'urgonien forme une zone presque ininterrompue au pied de la chaîne. Tantôt c'est le calcaire jaunâtre à échinodermes de l'étage inférieur qui s'observe dans les tranchées et les carrières, tantôt c'est l'étage supérieur, compact ou saccharoïde. La présence du bitume a été signalée par M. Desor dans les couches du calcaire blanc compact, à la gare d'*Auvernier*. C'est le point le plus avancé vers le nord de l'urgonien asphaltique.

Bevaix. — Jaccard a découvert ici, il y a quelques années, des indices beaucoup plus importants de l'existence du bitume et même de la roche asphaltique dans les calcaires blancs de l'urgonien supérieur. La roche, exploitée dans une carrière au nord du village, présente un aspect caverneux et bréchiforme particulier ; elle est criblée de trous et de perforations irrégulières qui lui donnent un aspect tufacé¹. Tandis que, dans son ensemble, le calcaire est dur et compact, il devient, par places, terreux et plus ou moins coloré en brun par la présence du bitume. D'après Jaccard, ces vacuoles représenteraient la partie intérieure de certains fossiles, caprotines ou autres mollusques, ainsi que polypiers. Chez ces derniers, la partie solide et calcaire eût été dissoute, en laissant une empreinte nette et déterminable des calices rayonnés, constituant les colonies d'individus agglomérés. Le facies serait donc assez semblable à celui qu'on peut observer dans l'aptien, la roche est ici absolument blanche et dépourvue de grains glauconieux, en sorte que le bitume ressort nettement par sa couleur brune.

¹ Voyez la figure 2.

A la partie inférieure de la carrière, la roche présente une disposition plus régulièrement stratifiée, en couches plongeant vers le lac; l'une de ces couches, moins caverneuse, plus homogène quoique tendre, n'est autre chose qu'un banc d'asphalte maigre, tout à fait semblable à la « crappe » du *Val de Travers*. D'abord peu puissante, elle augmente d'épaisseur en s'enfonçant sous le calcaire blanc, recouvert lui-même par les dépôts erratiques, en sorte qu'il ne peut être question, pour le moment, de reconnaître si, en profondeur, la crappe passe à l'asphalte de bonne qualité. Remarquons que l'asphalte de la vallée du *Rhône* se présente dans des conditions assez semblables¹.

Saint-Aubin. — Ce gisement est connu depuis longtemps; il a fait l'objet d'une concession et d'une exploitation temporaire de peu de durée. Jaccard l'a visité à plusieurs reprises, mais toujours il a constaté que la roche de bonne qualité faisait défaut. Ici encore on ne trouve que de la crappe en plusieurs couches, séparées par des bancs stériles.

Ce qui est particulièrement intéressant, c'est qu'ici le bitume imprègne l'urgonien inférieur, le calcaire jaune à échinodermes, et non pas comme partout ailleurs, le calcaire à caprotines.

L'exploitation de *Saint-Aubin* portait sur trois couches de calcaire bitumineux, d'une richesse moyenne de 3 0/0. Leur épaisseur réunie était de deux à trois mètres. Au-dessous venaient quelques couches sans asphalte, puis de nouveau une seconde et une troisième zones asphaltiques d'environ un mètre, avec une teneur en bitume de 0,75 0/0 seulement.

Les couches supérieures, inclinées à peu près comme le sol, se retrouvaient sous le bâtiment de l'hôtel Pattus, ainsi que sur la grève du lac. Elles ont disparu, sur ce dernier point, par suite de dépôts et de constructions. En face de l'hôtel, un puits, qui fut exploité vers 1860,

¹ Les échantillons recueillis par nous déposent au musée de Fribourg

se voit encore avec son orifice recouvert. Le bitume extrait était employé à la fabrique Moser, à la confection du carton bitumineux pour tuyaux. La couche qui alimentait ce puits reparaît dans la cave de M. le notaire Rossiaud, qui a bien voulu nous le faire voir. On n'y distingue pas de trace de bitume.

Le Mormont. — Après Saint-Aubin, il faut arriver jusqu'au *Mormont*, près de *La Sarraz*, pour retrouver des traces de bitume dans l'urgonien. A mesure qu'on avance vers le sud, ce terrain devient plus compact; le facies saccharoïde disparaît déjà aux carrières de la *Raisse*, près de Concise, aussi n'est-ce point l'asphalte que nous pouvons nous attendre à rencontrer, mais bien le bitume pur, un *malthe*, en quantité peu considérable d'ailleurs. C'est sous cette forme qu'on l'a rencontré au milieu des bancs de calcaire massif qui constituent la colline du *Mormont*, sorte de promontoire avancé de la bordure crétacique du *Jura* dans la région de la molasse.

D'après Jaccard, ce ne serait pas «positivement» dans des fissures ou des crevasses, comme celles que remplit le terrain sidérolitique qu'on découvre ici le bitume, mais plutôt dans des cavités ou poches tapissées de carbonate de chaux, en plein banc calcaire. Il en conclut qu'ici encore, le bitume a été emmagasiné dans la roche au moment de sa formation, et n'a pu y pénétrer postérieurement. Il ajoute que, parfois, lorsqu'on brise la roche, une partie du bitume plus liquide, semblable au pétrole, s'épanche à l'extérieur, en sorte qu'on ne peut recueillir que le résidu solide.

Les observations que nous avons faites, lors de notre visite du 15 novembre 1899, ne concordent pas tout à fait avec celles de Jaccard: Dans la première carrière, la plus inférieure, à l'est de la gare d'*Eclépens*, nous avons vu un massif calcaire «vif» avec de nombreux miroirs de glissements, horizontaux ou légèrement inclinés vers l'est. Il y a, de plus, des fentes verticales et des géodes remplies de calcite cristallisée, tandis que la

pyrite blanche est assez généralement disséminée. Le bitume que nous avons vu était épais et poisseux ; peut-être est-il plus fluide en été. Ce qu'il y a de certain, c'est que ce bitume se trouve exclusivement dans les fentes ; le reste de la roche n'en montre pas trace. Le haut du banc exploité est ocreux par suite de l'oxydation des pyrites au voisinage de la surface.

Les mêmes circonstances se reproduisent à la carrière supérieure, du même côté de la voie, par contre, la carrière de l'ouest montre une brèche à ciment ocreux, plus ou moins analogue au « bolus », avec quelques grains de « bohrnerz ». L'ensemble nous a rappelé la partie très tourmentée du gîte de fer de la Voulte (Ardèche) qui porte le nom de « mine reployée ». Il est certain que la contrée a subi des dislocations et que le bitume est en relation avec elles. La roche, dans son ensemble, a le même aspect que celle de *Chamblon*, près d'*Yverdon*, quant au bitume, dans cette troisième carrière, on ne peut pas le détacher au couteau. Il forme seulement des taches noires ça et là.

Au sud de *La Sarraz*, l'urgonien disparaît rapidement sous un épais manteau de glaciaire ; ce n'est qu'au sud de *Divonne* qu'on voit reparaître les trois étages du néocomien, formant un promontoire qu'on appelle le *Mont-Mouret* ou *Mont-Mussy*.

L'asphalte vraie a été exploitée non loin du *Mormont*, d'après ce que nous lisons dans les *Actes de la Société helvétique des sciences naturelles* de 1829.

Ajoutons encore que V. Gilliéron avait communiqué à Jaccard des observations relatives à des couches de pierre à chaux, fortement inclinées du sud-est au nord-ouest, dans les environs de *Goumæns*, et à l'asphalte qu'on y aurait exploitée jadis.

Gisements jurassiques.

Vallorbes. — La présence de l'asphalte aux *Epoissats*¹, sur la route de Vallorbes à la *Vallée de Joux*, est connue depuis la fin du siècle dernier. Un nommé Glardon exploitait alors cette substance pour la fabrication d'un ciment ou mastic qui jouissait d'une certaine réputation.

En 1872, une société entreprit le fonçage de galeries et de puits, en vue de l'exploitation. Appelé à étudier ce gisement, Jaccard a reconnu les faits suivants :

L'asphalte proprement dite est une espèce de brèche de graviers calcaires, cimentés par le bitume et remplissant une fissure du calcaire oolitique inférieur. Cette fissure, verticale, orientée sud-nord, correspond exactement à un axe de dislocation qui affecte tous les chaînons du *Jura*, au sud et au nord de *Pontarlier*². A priori, on serait naturellement porté à voir dans cette disposition une preuve de l'origine interne et profonde du bitume qui cimente la roche calcaire. « Mais, dit Jaccard, j'ai pu me convaincre qu'il n'en est rien, en rencontrant, dans les galeries creusées à travers les couches verticales du calcaire marneux bathonien, des fissures remplies de bitume noir, luisant, visqueux, se ramollissant par une faible élévation de température. Les parois de ces fissures sont tapissées de cristaux de carbonate de chaux, mais ceux-ci non plus que la roche, ne sont jamais pénétrés par le bitume. Il est pour moi incontestable que c'est latéralement que le bitume, sortant de la roche calcaire à ciment, a envahi la fissure remplie de matériaux calcaires et en a cimenté les éléments. J'ajouterai que le filon ne présente qu'une étendue très restreinte, soit une longueur d'une centaine de mètres. Large de deux ou trois

¹ Ancienne mine dans le jurassique inférieur, au nord-est du lac de Joux.

² Cette ligne de dislocation est marquée sur la f. XI de la carte géologique de la Suisse, au 1/100000, 2^e éd. géol. 1893.

mètres à la surface, il disparaît en profondeur et ne présente aucune chance favorable d'exploitation». Il nous semblerait, quant à nous, que les circonstances qui viennent d'être décrites doivent s'interpréter, dans le sens d'une origine profonde. Mais peu importe : ce mémoire n'est pas destiné aux questions théoriques.

Noiraigue. — Dans les carrières ouvertes au *Furcil*, près de *Noiraigue*, au milieu de couches d'âge géologique semblable, c'est-à-dire bathoniennes, on trouve également des filons tapissés de carbonate de chaux et remplis de bitume, que la chaleur solaire fait suinter à l'extérieur, en été. D'autres cavités, moins étendues, sans cristaux, laissent également s'écouler au moment de l'exploitation et même plus abondamment, un bitume tout à fait semblable à celui de *Valloarbe*. Enfin, on trouve encore ici cette substance dans les fissures de grandes Ammonites.

Autres gisements. — Dans une tranchée de la route de *la Brévine* à *Couvet*, Jaccard a observé dans le calcaire spongieux des fissures renfermant un bitume peu abondant, mais très liquide, presque semblable au pétrole. Ici encore, de l'aveu même de Jaccard, la roche est absolument impénétrable au bitume, ce qui prouve qu'on a affaire à un gîte remanié.

Il en est de même à deux ou trois kilomètres de là, vers l'est, au *Châble*, où la tradition place une mine d'asphalte. Le bitume s'y trouve dans les mêmes conditions et dans les mêmes couches qu'aux gîtes précités.

Jaccard a aussi trouvé du bitume dans le calcaire ptérocérien des *Pargots*, près des Brenets.

Enfin on a signalé sa présence dans le calcaire compact également ptérocérien des *carrières de Soleure*¹.

B Gisements molassiques.

Le « plateau Suisse », compris entre les Alpes et le Jura, est formé de couches de grès et de marnes sableuses,

¹ Comparez *Le pétrole, l'asphalte et le bitume*, (1895), p. 122 et suiv.

auxquels on a donné le nom général de *molasse*. On distingue dans celle-ci plusieurs étages, marins ou nymphéens, et on est en présence de couches tertiaires appartenant au groupe miocène.

La présence d'indices bitumineux n'a jamais été signalée dans l'étage supérieur (*molasse marine*). Par contre, on voit les couches de la division inférieure (d'eau douce) présenter sur les deux versants de la vallée de l'*Orbe*, à *Boudry*, etc., des filets de gypse alternant avec des bancs calcaires et des marnes sableuses. Celles-ci présentent vers la base une coloration de plus en plus variée, rouge, jaune violacée.

C'est au milieu de ces marnes sableuses, bigarrées qu'apparaissent, sur divers points, des couches de sable ou même de grès, pénétrées de bitume, dont l'existence avait été remarquée déjà au siècle dernier¹.

Mathod (*près Yverdon*) — Le terrain tertiaire du pied du Jura, à *Saint-Blaise*, à *Boudry*, ainsi que dans la zone qui s'étend de *Concise* vers le sud, jusqu'au *Fort l'Ecluse*, est un ensemble de marnes sableuses, rouges, violacée ou verdâtres, de grès molassiques et de calcaire lacustre. Ce calcaire lacustre, aussi appelé *calcaire fétide*, à cause de l'odeur qu'il répand au choc du marteau, est désigné, généralement à tort, sous le nom de calcaire bitumineux. Il est aisé en effet de reconnaître que ce n'est point un bitume solide qui peut être extrait de cette molasse, mais bien une substance plus ou moins fluide, c'est-à-dire du pétrole.

Les gisements connus jusqu'à ce jour sont ceux de *Mathod*, d'*Orbe* et de *Chavornay*, dans le Canton de Vaud.

Le gisement de *Mathod*, le plus au nord, a été signalé en ces termes par S. Chavannes, dans le *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles*:

¹ Jaccard, Le pétrole, etc., p. 163.

« On retrouve, dit-il, la molasse près de *Mathod* où l'on a exploité dans le temps une couche de grès bitumineux. »

Jaccard chercha, mais en vain paraît-il, à découvrir, en 1889, le gisement signalé par Sylvius Chavannes ; puis, quelques années se passèrent avant que le professeur neuchâtelois pût reprendre ses recherches en ce point. Voici le résultat de ses observations, consignées dans divers écrits :

Les fouilles et l'exploitation, dit-il, ont dû avoir lieu au sommet de la colline, à droite de la route qui conduit d'*Yverdon* à *Orbe*. A la lisière de la forêt, il a recueilli, sur le bord du chemin, des échantillons d'une molasse sableuse désagrégée, à grains verts, ayant une forte odeur bitumineuse, mais, néanmoins trop pauvre en hydrocarbures pour donner des produits rémunérateurs. Au-dessous de cette couche, et s'enfonçant sous les alluvions, on voit les marnes sableuses bigarrées, en couches horizontales.

Nous avons visité ce gisement en septembre 1897, en compagnie de M. le prof. Marguerat, d'*Yverdon*. Toute trace d'exploitation avait disparu et c'est en fouillant, avec l'autorisation du syndic de *Mathod*, dans un champ de pommes de terre, sur la lisière sud du bois de *Rances* ou de *Vuavre*, que nous retirâmes des fragments de molasse sableuse, brune, donnant au moindre choc une forte odeur bitumineuse.

Orbe. — Le ravin de l'*Orbe*, à l'ouest de la ville, laquelle est assise sur un îlot urgonien, présente des indices beaucoup plus satisfaisants de l'existence du pétrole, ainsi que le montre une coupe empruntée à Jaccard :

Au sommet, ou plutôt à la partie supérieure du ravin, se présente une assise de molasse sableuse, tendre, pénétrée d'un bitume assez abondant, et ayant l'odeur caractéristique du pétrole. Cette molasse est fissurée et livre passage à l'eau, qui forme de petites sources à la rencontre des couches marno-sableuses. C'est elle qui doit avoir donné lieu à une exploitation au siècle dernier.

A 20 ou 30 mètres au-dessous, on a ouvert une carrière dans les bancs de grès, passant à un conglomérat assez dur. On y perçoit un suintement caractéristique de goudron, tapissant la roche d'un dépôt noir et luisant. Il ne peut y avoir de doute ici sur l'imprégnation pétrolifère, car en brisant la roche, on ne voit plus le goudron, mais en revanche le grès dur présente un aspect huileux bien caractérisé, prouvant qu'ici il n'y a pas encore eu volatilisation du pétrole.

Ainsi, la molasse d'*Orbe* est moins homogène que celle de *Mathod* et de *Chavornay*. Elle est traversée par des filons de marne bigarrée et enchevêtrée de couches de molasse plus dure. L'odeur du pétrole y était encore caractéristique en 1872, au dire de Jaccard. Ce qu'on entend, à proprement parler, par «gisement de l'*Orbe*» se trouve au lieu dit «*au Chalet*», à l'ouest du ravin escarpé de la rivière.

Razoumowsky, dans son *Histoire naturelle du Jorat*, en parle dans les termes suivants :

«A un quart de lieu à l'ouest de la ville d'*Orbe*, MM. Venel ont découvert un banc bitumineux qu'ils exploitèrent en galerie de 1789 à 1810.» Le même auteur ajoute qu'il se trouve dans un petit vallon nommé le «*Creux Genoux*», près d'*Orbe*, une mine d'asphalte que, déjà alors, les exploitants, MM. Venel, avaient abandonnée ou du moins fort négligée.

Jaccard, poursuivant ses recherches aux environs d'*Orbe*, vers 1893, découvrit, comme à *Chavornay*, des bancs de grès, mais sans odeur bitumineuse, au-delà de la colline sur laquelle est bâtie la ville d'*Orbe*, dans la tranchée du chemin du «*Chalet*». A la partie supérieure du ravin, à gauche, se trouvait la molasse ayant encore l'aspect et l'odeur caractéristique du pétrole. A mi-hauteur une carrière, ouverte dans des bancs de molasse assez dure, présentait des caractères plus satisfaisants encore. On voyait clairement le suintement du pétrole qui, arrivant à la surface, se volatilisait, laissant un résidu bitumi-

neux gras, noir et luisant, pareil à la suie sur les parois d'une cheminée humide.

Enfin, en redescendant dans le ravin de l'*Orbe*, Jaccard apprenait des entrepreneurs que la roche pétrolifère avait été rencontrée en creusant les fondations du bâtiment des turbines.

Chavornay. — En juillet 1872, Jaccard visita le ravins du *Talent*, au sud de *Chavornay*, afin d'étudier un gisement bitumineux signalé depuis longtemps. Voici ce qu'il observa :

La molasse imprégnée de bitume constitue un banc horizontal d'un mètre d'épaisseur, dans le lit de la rivière. Ce banc est intercalé dans une série de couches de molasse marneuse, rouge violacée. Le bitume est peu abondant, mais on conçoit facilement que, dans les jours chauds de l'été, il soit entraîné en gouttelettes par l'eau courante.

Pour savoir ce qu'était ce gisement de 1789 à 1810, il faut s'en rapporter à l'« *Histoire naturelle du Jorat* », où Razoumowsky s'exprime en ces termes :

« Dans la molasse du ravin du *Talent*, près de *Chavornay*, existe une couche qui n'est bitumineuse que par places et de laquelle il découle une si grande abondance de pétrole que l'eau qui baigne le roc en est chargée. Il découlait aussi de l'huile en abondance des rochers situés plus loin sur la rive opposée du *Talent* ».

Vingt ans plus tard, les « *Etrennes helvétiques* » reproduisaient, en partie, la note de Razoumowsky, sur le gisement de *Chavornay*, en y ajoutant divers détails. On apprenait ainsi que ce gisement, déjà connu en 1722, avait été exploité à diverses reprises, soit pour la fabrication d'un mastic très résistant, soit comme ciment impénétrable à l'eau. Mais des éboulements avaient obstrué ou recouvert le gîte en question.

Au cours de recherches postérieures (vers 1893), Jaccard observait de nouveau à *Chavornay*, sur plus d'un kilomètre de longueur, les bancs de grès, affleurant dans

le lit à sec du *Talent*, mais sans aucune odeur bitumineuse. Des couches semblables se retrouvent à l'ouest de la gare, dans la tranchée du chemin de fer électrique.

Moulin de Bavois. (Exploration du 15 novembre 1899). — Deux points étaient signalés comme bitumineux, l'un en amont, l'autre en aval du moulin de Bavois, tous deux sur la rive gauche du *Talent*. Ils se trouvaient dans la molasse qui forme les berges et sont devenus invisibles depuis que celles-ci ont été revêtues de maçonnerie. Le suintement d'amont est le plus récent; il fut découvert en 1898, par la fondation du mur de revêtement, 150 m. en amont du moulin. Le suintement d'aval est ancien.

Sur l'un et l'autre des deux points, on a trouvé, outre le suintement du pétrole, un peu de charbon. Ces points coïncidaient avec de petits éboulements dûs à l'action érosive du torrent et étaient marqués sur l'ancien plan de la rivière, levé, avant la correction, par MM. Deriaz, ingénieur à *Orbe*, et Barraud, géomètre, actuellement juge de paix de cette localité. Nous étant adressés à ce dernier pour obtenir la communication de ce vieux plan, il a bien voulu nous faire connaître, par lettre du 26 janvier 1900, que l'original de ce document, où étaient marqués les dégagements de pétrole, est actuellement égaré.

Voici les observations que nous avons pu faire dans le voisinage: La berge est constituée par la molasse grise, grès très homogène, plus grossier que celui de *Fribourg*. Le torrent y a creusé par places de belles marmites. Le plongement des couches est dirigé vers l'aval, c'est-à-dire au N.-W. On a trouvé un peu de charbon, sur la rive droite, près du mur, 100 pas en amont du premier pont: le tout est aujourd'hui recouvert et les éboulis des versants atteignent le lit du torrent.

Un peu en amont, tout près de l'écluse qui commande le bief du moulin, la molasse d'eau douce inférieure, reconnaissable à ses teintes bigarrées, devient visible sur la rive gauche, tandis que, sur la rive droite et presque en

face, on voit toujours la molasse grise. Le contact des deux molasses est bien visible, un peu en amont encore, sur la rive gauche, derrière un mamelon boisé, formé d'éboulis de molasse mal joints et criblé de terriers de renards. Si l'on tourne le dos au ruisseau, on a devant soi la paroi du ravin, d'où s'est détaché (un dimanche matin à quatre heures) l'éboulement de 1844 (ou 1846?). La molasse d'eau douce, en marnes plaquetteuses, est surmontée très nettement par la molasse grise sous forme de grès compact.

Parmi les éboulis, au pied de la pente, nous avons trouvé un bloc de molasse grise, devenue friable, qui renfermait un feuillet de charbon semblable à ceux de *Bavois*, et à ceux qu'on trouve disséminés dans les « grêpes » de la molasse de *Fribourg*. C'est tout ce qu'il nous a été possible de distinguer.

Autres indices de l'existence du pétrole dans la région sub-jurassienne.

Presque partout où il a été reconnu, le pétrole est accompagné de dégagements plus ou moins importants de gaz hydrogène carboné. Un soufflard de ce genre se trouve dans la molasse qui affleure sur la route de *Pomy* à *Cuarny*, près d'Yverdon. Par suite d'un relèvement assez considérable, accusé du reste par l'affleurement urgonien de *Chévressy*, la molasse rouge se trouve rapprochée de la surface et Jaccard n'hésite pas à considérer ce gaz comme un indice de l'existence du pétrole à une profondeur peu considérable. Nous avons visité ce point en 1897 et constaté que le gaz, parfaitement inflammable, est accompagné d'hydrogène sulfuré comme cela a lieu au lac de la Braie, à la Trinité¹.

Ce gaz de *Cuarny* n'est pas cité dans le *Conservateur*

¹ Jaccard, Le pétrole, etc., p. 211. Fuchs et de Launay, op. cit I 165.

suisse, mais en revanche, nous y lisons : « Près de ce village, il y a des indices d'une eau très sulfureuse, dont on ne fait aucun usage ».

Or, il est connu que des sources minérales, salines et aussi sulfureuses, accompagnent fréquemment le pétrole. Faute d'une meilleure explication, on a attribué jusqu'ici la minéralisation de la source d'*Yverdon* au passage des eaux souterraines à travers des roches triasiques, supposées devoir exister dans les profondeurs de la montagne *Suchet*. Selon Jaccard, c'est aller chercher bien loin la cause d'un phénomène qui trouverait son explication toute naturelle si l'on admettait une épaisseur de 4 à 500 mètres pour la molasse rouge.

Au sujet de cette source d'*Yverdon*, le *Conservateur suisse* dit encore : « Eau tiède contenant du *sel commun*, du gaz hépathique... A un quart de lieue de la ville, il y a encore une source d'eau acidulée, etc. »

Enfin, il résulte de la notice du Dr de la Harpe, qu'elle renferme environ vingt centigrammes de chlorure de sodium, dix centigrammes de bicarbonate de magnésie, douze centigrammes de bicarbonate de chaux, etc.; toutes ces substances peuvent se rencontrer sur place, sans qu'il soit nécessaire d'évoquer un long parcours souterrain et un transport lointain.

La molasse rouge existe aussi à la base de la falaise de la rive droite de *La Reuse*, près de *Boudry*. On a rappelé, il y a quelques années, certaine légende relative à l'existence d'une source salée dans ce voisinage, en faisant observer que la présence du gypse pouvait donner créance à cette tradition.

Présomptions relatives à l'existence du pétrole dans la molasse inférieure de la vallée de l'Orbe. — L'existence du pétrole dans certaines couches de la molasse rouge constitue une série d'indices propres à nous guider dans les recherches, tout comme cela s'est passé à *Pechelbronn*. Car, en aucun cas, il ne pourrait être question de procéder à des recherches qui seraient limitées aux

couches de la molasse, visibles à la surface ou au flanc des collines de la vallée d'*Orbe*.

L'insuccès des essais antérieurs le prouve suffisamment. Ce qu'il faut, ce sont des sondages profonds, atteignant les couches inférieures de la molasse marneuse et les lentilles de la molasse sableuse pétrolifère. Jaccard présumait leur existence ici et recommandait déjà, comme nous l'avons fait depuis, une campagne sérieuse de sondages¹.

Les indices recueillis de l'existence du pétrole dans la molasse de *Chavornay*, *Orbe*, *Mathod*, *Dardagny*, *Torens*, *Pyrimont*, etc., disait-il², ne sont pas suffisants par eux-mêmes pour assurer un résultat favorable dans le cas d'une exploitation de couches pétrolifères, suivant la méthode usitée autrefois. Mais, en revanche, ces indices constituent, ajoute-t-il, des présomptions en faveur de l'existence *en profondeur* de couches également pétrolifères qu'il serait possible de reconnaître par des sondages pratiqués en différents points de la région.

Pour fixer ces points, il pose d'abord comme bien entendu, qu'il laisse de côté tout ce qui se rapporte aux indices ou à l'existence d'asphalte ou de bitume antérieurs à la molasse, pour s'en tenir aux affleurements reconnus jusqu'ici dans ce terrain. Ces affleurements constituent trois groupes que Jaccard figure sur une carte.

Ce sont les groupes : de la vallée du Rhône — de *Dardagny* — et de *Chavornay-Orbe*. Le premier, dit-il paraissant peu puissant et peu étendu, doit être réservé pour des recherches ultérieures. Le second présente déjà des conditions plus favorables ; mais c'est dans la vallée de l'*Orbe*, entre le lac de Neuchâtel et le *Mormont*, que

¹ L'Aargauer Tagblatt du 9 mai 1895 annonçait qu'il venait de se constituer à Yverdon une société dont le but était de rechercher par voie de sondages les gîtes pétrolifères que Jaccard supposait dans la région d'*Orbe*. Ces sondages n'eurent pas lieu, il nous a été impossible de savoir pourquoi,

² Le pétrole, p. 277.

sont réunies l'étendue du territoire et les présomptions les plus sérieuses relativement à la puissance des bancs de molasse pétrolifère.

Non seulement les deux flancs de la vallée, de *La Sarraz* à *Onnens*, et de *Bavois* à *Yvonand*, présentent des affleurements connus depuis longtemps, mais encore le fond même de cette large vallée est constitué par un dépôt peu épais d'alluvions modernes, au-dessous duquel peuvent exister quelques centaines de mètres de molasse pétrolifère, si l'on en juge par les résultats obtenus dans les sondages de Pechelbronn, dans des conditions analogues.

Quant aux limites du champ de recherches, Jaccard les fait passer à l'ouest, par les affleurements urgoniens, de *La Sarraz* à *Concise* ainsi que par les pointements du même terrain, à *Orbe*, au *Mont-de-Chamblon*, etc.

Il donne, en outre, une série de coupes en travers de la vallée de l'*Orbe*, propres à indiquer les emplacements de sondages éventuels, et remarque qu'il suffira de l'exécution de quelques-uns seulement d'entre eux, pour justifier ou infirmer ses présomptions sur l'existence du pétrole, la profondeur et la puissance des couches molassiques.

Jaccard estime que le coût de ces travaux, en servant du système Fauvel (forage à tige creuse), appliqué à Pechelbronn, ne saurait être très élevé. Nous ne croyons pas le moment venu de se livrer déjà à des calculs de ce genre¹.

Le pétrole à Payerne. — Dans son numéro du 26 août 1893, la *Neue zürcher Zeitung* annonçait qu'une source de pétrole venait d'être rencontrée à *Payerne*, par sept mètres de profondeur. Le journal ajoutait qu'au moment de sa découverte, la source était assez abondante, puisqu'elle avait pu donner d'emblée quelques cents litres.

Informations prises (le 11 février 1899), il n'y a

¹ Voir, à ce sujet, l'art. de Ch. Grad, dans *La Nature*, 1890, p. 171.

là qu'une mystification : M. Perrin, qui possède près de la gare de Payerne une fosse à pétrole eut, il y a une vingtaine d'années un accident : 80 barils d'huile minérale crevèrent et le liquide se répandit dans le sol. Il y a quelque dix ans, en creusant les fondations d'une maison, dans le voisinage, on retrouva ce pétrole. On prétend même que le pétrole du terrain était meilleur que celui du réservoir : il se serait bonifié par son séjour dans le sol ? La quantité de liquide retrouvé correspondait, ajoute-t-on, à peu près exactement à ce qui s'était perdu.

III

Le Canton de Fribourg.

Historique.

Le gypse est connu et exploité de vieille date dans nos montagnes et, dès 1800, l'idée s'était fait jour que cette roche pourrait être accompagnée d'anhydrite salifère, soit chez nous, soit dans le *Simmenthal*. C'est qu'en effet, l'origine lagunaire analogue de ces deux minéraux, et par conséquent leur tendance à se présenter ensemble, sont depuis longtemps connues des géologues.

A cette première donnée, les progrès de la géologie minière en ont ajouté une seconde en révélant une tendance pareille chez le soufre et les hydrocarbures. C'est aujourd'hui un fait acquis à la technique des mines que le sel gemme, le soufre et le pétrole forment avec le gypse un « *cortège caractéristique* », c'est-à-dire se rencontrent habituellement dans les mêmes gîtes ou du moins dans un même groupe de gîtes, une même contrée ou un même horizon stratigraphique. Et voilà comment la question de la présence des hydrocarbures chez nous se trouve intimement liée à l'étude de nos amas gypseux et aux présomptions relatives au sel.

Dans la période de 1801 à 1824, et sur l'indication qu'on avait trouvé du sel, en relation avec le gypse, près de *Grübenwald*, dans le *Simmenthal*, Escher, Struve et Tscharnier firent des recherches dans cette localité et dans les environs, mais leurs trouvailles se réduisirent à quelques traces de sel dans l'une ou l'autre source.

La question fut reprise entre 1830 et 1840. Attirés, sans doute par la présence de la dolomie, de la corneille et du gypse, alors regardé comme éocène, chargés d'ailleurs de contrôler une bonne fois les suppositions sans cesse renaissantes relativement à la présence de l'anhydrite salifère ou même du sel massif, de Charpentier, Simon et Studer explorèrent à nouveau le *Simmenthal* tout entier. Charpentier essaya en vain un grand nombre de sources : le résultat général de l'exploration fut négatif.

Dans les années 70, pendant qu'il travaillait à la carte géologique de notre canton (Feuille XII de Dufour), M. le Dr V. Gilliéron a plus d'une fois entendu parler de sources salées, même sur le plateau molassique, mais, dit-il, sans parvenir jamais à connaître d'une manière précise leur emplacement. Il cite *Cheyres*, dans la Broye, où une source de ce genre eût été ensevelie sous un éboulement¹. Ce qu'il y a de certain, c'est qu'un hôtel, construit depuis plusieurs années, dans une position superbe au flanc du grand escarpement molassique qui domine les grèves du lac de Neuchâtel a trouvé ou retrouvé une source salée qui y est utilisée.

Il y a, dans notre pays, un certain nombre de noms locaux tels que *Semsaies* (*semen salis* ?), le *Saulgy*, *Sâles* (*sales* : « les sources salées »), auxquels certaines personnes attribuent la racine « *Sal*, *salis* »², tandis que d'autres les rapportent aux étymologies toutes différentes « *salix* », le saule, ou « *salvia* », la sauge. A l'appui de la première interprétation, on fait remarquer que plusieurs pâturages, spécialement dans les environs de *Châtel-St.-Denis* (p. ex. le *Chaussin*, du patois « *chaux* » : sel), sont réputés avoir un goût salin très apprécié du bétail.

Quelques recherches, entreprises il y a longtemps sur le territoire de *Semsaies*, également dans la Veveyse, de-

¹ Mater. pr. la carte géologique suisse, XVIII^e livr., p. 511.

² Se rappeler les noms analogues du *Salzkammergut* : *Ischl*, *Hallstadt*, *Hallein*, dérivés de « *hallos* » le sel, et en possédant effectivement des mines.

meurèrent sans résultat, peut-être pour avoir été trop superficielles¹. Mais il est un autre point qui a attiré, il y a déjà bien des années, l'attention du public et des savants, et dont il nous faut dire quelques mots. C'est l'ancienne carrière de gypse, — la « *Roche à gy* », comme on l'appelle dans la contrée, — ouverte dans la grande forêt du *Burgerwald*, au-dessus de *Saint-Sylvestre*, au flanc nord du *Cousimbert*, dans la chaîne de flysch de la *Berra*. Ce point a toute une histoire :

Le Burgerwald.

Vers 1835, des ouvriers qui abattaient le gypse remarquèrent un « souffle » qui s'échappait des fissures de la roche. Des dégagements gazeux analogues avaient été signalés par Scheuchzer sur plusieurs points des Alpes, et l'un d'eux était connu en Gruyère, derrière les *Moulins de Broc*, sur le chemin de *Charmey*, en-dessous de *Montsalvens*. L'air de ce « soufflet » était tantôt tiède, tantôt froid, et le dégagement gazeux, intermittent, pouvait être perçu déjà d'une certaine distance. De nuit, on voyait une flamme, parfois deux, sortir des ruines du château. Parfois, la flamme était remplacée par une colonne de vapeur.

Au *Burgerwald*, le dégagement n'était pas enflammé par lui-même. Ce n'est que le 26 février 1840 qu'un des carriers y mit le feu en présentant à ce soufflet naturel un tison qui brûlait mal : Une forte déflagration se produisit, en même temps que jaillissait du roc fendu une longue flamme qui brûlait le bonnet et les cheveux de l'individu. Celui-ci, en présentant le tison, avait dit, par manière de plaisanterie : « Tiens, soufle, diable », mais, en voyant le météore, il s'enfuit à toutes jambes, persuadé que « le malin » avait répondu à son appel². Ceci se

¹ Protocoles du Cons. d'Etat de Fribourg, années 1680, 1681, 1690, 1732, 1733, 1757. Manual du Cons. des Finances, 1818.

² Relation verbale d'un témoin oculaire.

passait au fond de la carrière principale, et le gaz continua de brûler pendant assez longtemps, en attirant de nombreux visiteurs. On prétend que la flamme se voyait de la promenade des Grand'Places, à Fribourg.

Le Conseil communal de Fribourg, alors propriétaire de la forêt du *Burgerwald*, fut averti de ce qui se passait et, dans sa séance du 3 mars 1840, il invitait la Commission d'édilité à examiner cet objet en s'adjoignant des experts compétents¹. Cette commission se transporta sur les lieux et, dans son rapport, elle indique que le «foyer» du dégagement gazeux se trouve sur un banc de gypse, à l'angle W. de la carrière; que ce «foyer» est creux et mesure deux pieds de profondeur, trois de longueur et deux de large; que la flamme qui en sort est rosée, sans fumée, semblable à celle que donne le hêtre, et d'une hauteur de deux à quatre pieds. Elle ajoute que la flamme sort du gypse et se déplace quand on creuse dans son voisinage; qu'un clou, lancé dans ce feu, a été «rouge» en un instant; qu'une odeur de charbon se dégage d'un certain côté; que de l'eau, jetée dans la fissure principale (5 pouces de long) semble bouillir et prend, au bout de peu de temps, une température de 36° Réaumur avec un goût salé.

Dans le même temps, M. Chodzko, professeur de physique et de chimie au collège de Fribourg, déclarait que le phénomène était dû au gaz hydrogène proto-carburé, tel qu'il se trouve dans les «feux naturels», les «fontaines ardentes», les feux-follets, les salses et dans le grisou des houillères. Agassiz, alors professeur d'histoire naturelle à Neuchâtel, venait aussi visiter le *Burgerwald*, mais sans se prononcer sur la cause du phénomène. Il supposait, en profondeur, du sel, des grès houillers ou des schistes bitumineux. M. Muller, pharmacien à Fribourg, analysait l'eau sortant de la carrière et y trouvait du sel de cuisine et du sulfate de soude. D'autre part, M. Götz, pharmacien, envoyait à Jean de Char-

¹ Protocoles du Conseil communal de Fribourg.

pentier, directeur des salines de Bex, du gaz et de l'eau du *Burgerwald*, et transmettait au Conseil communal (séance du 24 mars) les observations que ce géologue lui avait communiquées par lettre du 22 : L'eau qui accompagne le dégagement gazeux, disait Charpentier, contient principalement des sulfates de soude et de magnésie, du chlorure de sodium, un peu de sulfate de chaux, peu ou point d'acide carbonique, d'hydrogène sulfuré et de fer. L'eau provenant de la condensation des vapeurs sur la paroi du rocher gypseux ne contient que du sulfate de chaux. Quant au gaz lui-même, c'est de l'hydrogène carburé sans mélange d'hydrogène sulfuré.

S'étant rendu sur les lieux, le 18 mars, en compagnie du Dr de Welz, Charpentier y avait trouvé deux enfoncements taillés dans le gypse, dont l'un contenait un peu d'eau et d'où le gaz sortait sur trois points rapprochés, pour brûler, d'une manière presque continue, en flammes de un à trois pieds de hauteur. Dans l'autre creux, rempli d'eau celui-là, le dégagement était intermittent et le gaz s'éteignait à mesure qu'on le rallumait. Il avait analysé aussi l'eau des deux creux et obtenu les mêmes résultats qu'avec celle que lui avait envoyée M. Götz, bien que celle des creux fût chargée de limon.

Charpentier rappelle, en outre, que les dégagements gazeux de ce genre sont fréquents dans les terrains calcaréo-gypseux ou houillers, c'est-à-dire renfermant des matières charbonneuses ou bitumineuses. Il s'en produit de temps à autre, par exemple dans les galeries des salines de Bex, tracées dans de la « chaux anhydrosulfatée » et dans un « calcaire fortement carburé », auquel le gypse est intercalé.

Revenant maintenant au phénomène analogue qui venait de se produire au *Burgerwald*, Charpentier déclare d'abord qu'il ne présente aucun danger, qu'il n'y a à craindre ni explosion ni formation d'un volcan, comme quelques personnes l'avaient pensé. D'autre part, il ne croit pas que ce phénomène présage aucune découverte avantageuse pour le pays. Quoique les éruptions de gaz

inflammable soient assez fréquentes dans certaines houillères, elles ne sont cependant pas un indice certain de la présence du charbon. D'ailleurs, le terrain dans lequel se trouve le gypse du *Burgerwald* étant, d'après Studer, du jurassique moyen¹, il n'y a aucune chance d'y trouver de la houille. L'eau qui accompagne le gaz contenant du chlorure de sodium, on pourrait songer à la rencontre d'une source salée abondante, mais, en tout cas, le peu d'étendue de la formation gypseuse dans cette contrée interdit de compter sur un gîte de sel exploitable. La présence des sulfates de soude et de magnésie fait, à la vérité, de l'eau de *Burgerwald* une source médicalementeuse, mais il y en a trop peu pour songer à créer des bains, d'autant plus que cette eau n'est pas thermale. En effet, celle contenue dans le creux où le gaz brûlait était chauffée par les flammes jusqu'à 32° R., mais celle du creux où le gaz ne brûlait pas était à 0° et le bord de l'enfoncement était garni de glace fondante. En somme, ce phénomène est simplement curieux et il est probable qu'il durera peu de temps : six ou sept mois tout au plus, à en juger par l'intensité du dégagement. Telles furent les opinions émises alors par Charpentier.

Le 12 juin, le Conseil communal, informé que le dégagement de gaz est presque étouffé par de récents éboulements, ordonne le déblaiement de la place et la construction d'un baraquement protecteur (Protocole, f° 265).

Nous arrivons ainsi à la vingt-cinquième assemblée de la Société helvétique des sciences naturelles, tenue à Fribourg, sous la présidence du Père Girard, les 24, 25 et 26 août 1840, où l'on s'occupa beaucoup du *Burgerwald*.

Dès la première séance, le président introduit la question en rappelant que les feuilles publiques ont parlé de ce dégagement de gaz inflammable et d'eau salée. Cette eau, ajoute-t-il, a rappelé à son souvenir le fait que

¹ On trouvera plus loin la discussion de ce diagnostic, assez surprenant au premier abord.

deux géologues¹, poursuivant le sel gemme, du Grand Duché de Baden² à travers l'Argovie et le Canton de Berne, cela à une époque qu'il ne peut plus déterminer³, avaient été conduits dans notre Canton et avaient enfin trouvé « le sel à découvert », dans la vallée de *Bellegarde*. Ils avaient en même temps annoncé que cette vallée contenait assez de houille pour l'exploitation du sel⁴. Et le président ajoute que la houille est exploitée, effectivement, par un particulier, tandis que le sel est tombé dans l'oubli. A partir de ce moment, en effet, il n'est plus question du sel de *Bellegarde*; l'attention se concentre sur la houille et le minerai de fer découverts, près de cette localité, par un sieur Buchs. Il en est question, à plus d'une reprise, dans les Manuals du Conseil d'Etat et de celui des Finances. — Le premier de ces recueils (année 1767, p. 312, séance du 31 août) fait mention d'une source salée nouvellement découverte, mais ne dit pas dans quel endroit⁵,

La Société helvétique entendit ensuite la lecture d'un mémoire du colonel de Dompierre, se basant sur l'analogie des dégagements survenus au *Burgerwald* et de ceux qui sont classiques dans les régions salifères de la Virginie (Kenawhay), comme aussi sur l'aspect géologique du *Consimbert* et la présence du gypse, pour recommander d'entreprendre des recherches. — M. de Dompierre exposa en outre l'usage qu'on pourrait faire du gaz, au Mouret et même à Fribourg⁶, à condition que le dégagement aug-

¹ Schlatter, de Berne et Weibel, de Hérissau.

² De Dürrheim. ³ C'était en 1816.

⁴ Allusion à la houille jurassique des Gastlosen. — Pour ceci, comme pour tout ce qui touche aux produits minéraux du Canton de Fribourg, voyez la description que j'en ai donnée dans la Notice sur les exploitations minérales de la Suisse, publiée pour l'Exposition de Genève, en 1896, p. 151. — Voyez aussi mon Tableau des Terrains de la région fribourgeoise, 3^e édit., 1901.

⁵ Le chasseur et guide Albert Boschung, de Bellegarde, m'écrit en date du 4 avril 1906, qu'il existe, au col du Sattel (dans le Flysch), une source salée dont les chamois viennent lécher les abords. Il n'y en a pas d'autre dans la contrée.

⁶ Pour l'éclairage de la ville, selon une idée de M. Hugi, de Soleure.

mente, et termina en émettant la supposition qu'au lieu de sel, on pourrait bien trouver du pétrole. C'est lui qui, le premier, a prononcé ce mot.

M. L.-R. de Fellenberg, président de la « Commission du gaz inflammable », comme on disait alors, fit rapport à son tour. Voici les plus saillantes de ses conclusions : L'eau salée du *Burgerwald* ne contient guère que des sulfates de soude et de magnésie ; le sel marin ne s'y élève pas à un dixième pour cent. Quant à l'origine de cette eau salée, il l'explique dans les termes suivants : « La roche gypseuse est imprégnée de sulfates, lesquels, par un temps sec, ont la propriété de s'effleurir sur les parois du rocher, et de les couvrir, par places, d'un enduit blanc et poussiéreux, ayant un goût amer plutôt que salé. Quand les pluies arrivent, celles-ci dissolvent ces sels, les entraînent dans les rigoles ou dans les creux de la roche, et forment ainsi des mares salées qui, selon l'état d'évaporation, forment des solutions plus ou moins concentrées ».

Le gaz inflammable introduit une certaine analogie entre le *Burgerwald* et Bex, mais cette analogie, toute fortuite, perd sa signification quand on songe aux différences profondes qui séparent les deux localités, au point de vue géologique. En somme, conclut de Fellenberg, un sondage seul peut résoudre l'énigme et le point le plus convenable pour cette opération serait la carrière de gypse elle-même, puisque les couches y plongent au sud, c'est-à-dire vers le centre même de la montagne, et qu'on ne peut approcher davantage de l'endroit où pourrait se trouver le sel ; ou enfin le pied de la montagne, là où elle présente son flanc le plus abrupt vers le nord.

André de Luc (de Genève) écrivait de même au président de l'Helvétique (le 4 septembre 1840) : Dans l'Ohio, tous les puits à sel donnent du gaz hydrogène carboné. Cet agent paraît lié à l'ascension de l'eau salée. Partout où le gaz se dégage, on est sûr de trouver la roche salifère. Ces indices devraient encourager les Fri-

bourgeois à foncer un puits de quelques cents pieds : la chance de trouver des sources salées est grande.

Enfin le Dr Schneider, conseiller d'Etat de Berne, avait écrit déjà (le 13 sept. 1839), à propos d'une explosion survenue à Bex, pour attirer l'attention des Fribourgeois sur l'analogie géologique que ces dégagements gazeux faisaient, selon lui, pressentir et pour les exciter à des recherches.

L'année suivante, c'est-à-dire en 1841, le *Postillon narrateur* (N° du 12 janvier), journal paraissant à Fribourg, consacrait un article au phénomène du *Burgerwald* qui recevait à ce moment-là la visite de nombreux curieux, savants et profanes. La plupart concluaient à la présence du sel, et il paraît, au dire du journal, que l'idée d'un gisement de ce minéral en cet endroit s'était fait jour déjà avant la découverte du gaz, mais on ne nous dit pas pour quels motifs. L'auteur de l'article invite le Gouvernement cantonal à prendre la chose en mains, à faire des recherches sérieuses et même un sondage qu'il devise à quelques mille francs.

Le *Postillon* ajoutait que, même en cas d'insuccès, quant au sel, il serait de toute façon intéressant de connaître avec certitude la structure d'un point aussi bouleversé du territoire national, et il allait même plus loin. Devançant de plus d'un demi siècle les idées que j'ai essayé plus tard de propager, il demandait que les fouilles du *Burgerwald* devinsent le point de départ d'une campagne générale de sondages, embrassant le sol suisse entier et dirigée par la Société helvétique des Sciences naturelles¹.

¹ Les aventures de Rheinfelden et de Cornol, qui laissèrent ouverte la question de la houille subhercynienne, le vague qui plane sur les filons du Valais, et d'autres points encore appellent toujours une solution. Pendant que je professais, l'Art des Mines à l'Ecole polytechnique fédérale et encore depuis, je tentai, mais sans succès, de mettre en train une telle campagne. (Voyez mon Rapport de décembre 1897, qui a déterminé la Motion Bossy aux Chambres fédérales, et abouti tout au moins à accroître les moyens d'action de la Commission géologique en élargissant, son programme).

En 1841 encore, les Protocoles du Conseil communal de Fribourg nous apprennent que les éboulements menacent de recommencer au *Burgerwald*. Ils se produisent, en effet, bientôt, et on parle du dégagement gazeux comme s'il eût pris fin. — En 1842, il est question de déblayer les masses dont l'éboulement « a détruit le phénomène », puis plus rien jusqu'en 1852.

Alors, dans sa séance du 4 mai, le Conseil, « persuadé que la montagne du *Burgerwald* contient dans son sein des richesses d'une nature encore inconnue, décelées par les échappements de gaz qui ont eu lieu, et estimant qu'il serait d'une coupable négligence de ne pas explorer les terrains de cette montagne qui, peut-être, procureront de grands avantages à la commune », décide de faire faire une expertise par des hommes de science (fo 212). On s'adressera à MM. de Charpentier, directeur des mines de Bex, Thurmann, professeur à Porrentruy, et A. Gressly, à Soleure. On porte au budget de 1853, une allocation de 2000 fr. pour l'expertise et les premiers travaux (27 novembre, fo 548).

Turmann ayant refusé, pour raisons de santé (le 17 décembre), on demande Studer, professeur à Berne, qui accepte (14 janvier 1853) en se montrant très sceptique (fo 31). Le mardi, 12 juillet, les experts arrivent à Fribourg¹ et le lendemain, 13, ils se rendent au *Burgerwald*, accompagnés de MM. Thurler, Egger et Ottet, conseillers communaux, Broye, haut-forestier, Chodzko, professeur de physique et de chimie, et Claraz, chimiste. — Le 2 août, leur rapport² fut ouvert en séance du Conseil communal, sous la présidence du syndic Cuony. « Il détruisit les belles illusions qu'on s'était faites » -- Ce document ayant une importance capitale, à la fois

¹ Ils logèrent aux Merciers. Le tenancier, Moosbrugger, fit pour eux une note de fr. 55.95. Chaque expert reçut une gratification de 120 fr. en or. Avec les menus frais, l'expertise coûta à la Commune de Fribourg la somme totale de fr. 442.40. Certes, il en vallait la peine (fo. 479).

² Ce rapport est daté des Devens, sur Bex, le 25 juillet 1853. Il est signé des trois experts. (Protocoles de 1853, fo. 470).

pour l'histoire économique du Canton de Fribourg, et pour celle des idées géologiques en Suisse, j'en reproduirai les parties principales :

Rapport de 1853.

Stratigraphie. — Le terrain qui environne la montagne des « *Muscheneck* » appartient à la même molasse, en grande partie marine, qui constitue les environs de la ville de Fribourg et la partie du Canton comprise entre la Broye et la Singine.

La montagne des *Muscheneck* proprement dite est formée de flysch éocène qui s'y présente sous l'aspect d'un grès, fin et dur, divisé en strates assez régulières, ne dépassant pas quatre centimètres d'épaisseur, et inclinées de 25° à 30° au S.-S.-E.

Le vaste escarpement de 100 à 110 m. de hauteur qui termine la montagne au nord, présente à son pied une masse considérable de gypse, schisteux, grisâtre, rarement rougeâtre, quelquefois grenu, à grains faiblement agrégés, d'un blanc pur et entremêlé de petites veines d'argile grise ou ferrugineuse. Ce gypse forme une couche de 18 à 20 mètres d'épaisseur s'enfonçant dans la montagne sous un angle de 25° au S.-S.-E., parallèlement aux strates du flysch.

Tectonique. — Des éboulements, tant anciens que récents, empêchent de voir le contact de ces deux roches. Faute d'observations directes, on est donc obligé d'avoir recours à l'analogie pour juger les rapports qui existent entre elles.

La molasse et le flysch de la contrée qui nous occupe sont exactement semblables à ceux du Gurnigel, lesquels sont évidemment la continuation orientale des rochers des « *Muscheneck* ». Il en est de même du gypse du Gurnigel qui ne diffère pas de celui du Burgerwald et plonge aussi sous le flysch. Mais au Gurnigel, on a la facilité de voir directement les rapports de gisement qui existent entre ces 2 roches, ce que les éboulements empêchent d'observer au Burgerwald.

Dans la première localité, on reconnaît distinctement, que le gypse n'est point en contact immédiat avec le flysch, mais qu'il en est séparé par une couche de calcaire oxfordien (?) qui, de cette manière lui sert de toit et que le mur du gypse est également de l'oxfordien reposant à son tour sur le flysch. Il est évident que la position remarquable de ces couches est due à un plissement et que le gypse, au lieu d'appartenir au flysch est intercalé dans l'oxfordien.

Nous sommes donc autorisés à admettre que le gypse du *Burgerwald* présente le même gisement que celui du Gurnigel. Cette supposition, contre laquelle il n'y a aucune objection sérieuse à faire, se trouve encore appuyée par le fait qu'on rencontre parmi les éboulis de la carrière du *Burgerwald* des fragments d'un calcaire compact, conchoïde et d'un jaune ou gris clair, ayant tout à fait l'aspect de certains calcaires jurassiques et dont on ne retrouve pas de couches dans la molasse ni dans le flysch. Le gypse du *Burgerwald* paraît donc appartenir aux étages supérieurs de la formation jurassique, et nullement à celle du flysch.

Gaz. — Le sel de cuisine n'opère pas ces décompositions dont l'un des produits est l'hydrogène ou gaz inflammable. Ce sont en revanche, dans la plupart des cas, des sels dont la base est unie à l'acide sulfurique qui donnent lieu à la formation du gaz inflammable. Ces sels sont le sulfate de chaux (gypse), le sulfate de magnésie (sel d'Epsom) et le sulfate de soude (sel de Glauber).

Lorsque ces sulfates, en état de solution aqueuse, sont en contact avec des corps contenant du carbone, tels que les calcaires noirs ou anthraciteux, les bitumes, les lignites, les houilles, etc., il y a décomposition et production de gaz inflammable.

Celui-ci est tantôt de l'hydrogène pur, tantôt de l'hydrogène carboné, tantôt enfin de l'hydrogène sulfuré. Il n'est toutefois pas nécessaire que ces décompositions s'opèrent dans la masse même du gypse, il suffit, pour

qu'elles aient lieu, que des eaux gypseuses pénètrent dans des roches carbonées.

C'est le cas le plus ordinaire à Bex. Là, les dégagements les plus abondants et dont la durée a été la plus longue ont toujours eu lieu dans le calcaire noir plus ou moins carboné (lias) et non dans le gypse. Le gaz qui s'échappe du gypse est communément de l'hydrogène pur ou bien il est mêlé en petite proportion à de l'hydrogène sulfuré.

Ces sortes de dégagements ne continuent pas longtemps, tandis que ceux qu'on rencontre dans le calcaire se maintiennent quelquefois pendant des années et sont toujours de l'hydrogène carburé¹.

Les gîtes de sel étant constamment accompagnés de gypse et d'une certaine dose de sulfate de soude, et de magnésie, il n'est donc pas surprenant de rencontrer du gaz inflammable dans le voisinage des sources salées.

Cependant, nous le répétons, ce gaz n'est nullement produit par l'action du sel de cuisine, mais bien par l'action des sulfates, et par conséquent il n'est point un indice de la présence de l'hydrochlorate de soude.

Nous faisons encore observer que presque tous les dépôts de gypse contiennent des traces de sel, ce qui est la cause de la faible salure que les réactifs révèlent dans les eaux qui s'écoulent du gypse. Ces eaux recueillies par M. de Fellenberg auprès du gypse du *Burgerwald* n'en contiennent que la quantité infiniment petite de $\frac{1}{10}$ pour cent.

Roches. — Les roches qui constituent la montagne des « *Muscheneck* » ne sont pas de nature à donner quelque espoir de rencontrer dans leur intérieur des gîtes

¹ Le 18 mai 1818, on rencontra aux mines de Bex, dans le lias, une fente de laquelle se dégageait du gaz inflammable en si grande abondance qu'il donna lieu à une flamme qui léchait le faite de la galerie sur environ 50 pieds de longueur et produisait un bruit semblable à celui d'une machine soufflante. Ce dégagement alla promptement en diminuant, mais ne tarit entièrement que vers la fin de 1852.

de sel. La roche qui renferme la couche de gypse du *Burgerwald* est, selon toutes les probabilités, du calcaire oxfordien ; et à l'exception de Bex, on n'a pas encore trouvé de sel dans les roches jurassiques de la Suisse¹.

Les dépôts de sel que l'on connaît jusqu'à présent en Suisse appartiennent tous au terrain triasique et particulièrement au Muschelkalk, par conséquent, à une formation beaucoup plus ancienne que celle des « *Muscheneck* » et en général de toute la chaîne des montagnes de *Cousin* (Cousimbert).

Dissolution. — Enfin une circonstance qui mérite d'être prise en considération ; c'est l'état de bouleversement que présentent les couches de cette contrée, comme cela a lieu dans presque toute la chaîne des Alpes. Ces bouleversements font craindre que le sel qui aurait pu exister originairement dans ces montagnes n'ait été dissout et entraîné par les eaux qui ont dû y avoir accès par les fentes dont ce terrain a été coupé et traversé en tout sens par suite des dislocations et des soulèvements qui ont donné aux couches leur position redressée.

Houille. — Ce que nous venons d'exposer concernant l'existence du sel dans la contrée qui nous occupe, s'applique également à celle de la houille. En effet, les dégagements de gaz inflammable sont aussi peu un indice des couches de houille ou de lignite qu'ils le sont des gîtes de sel ; car pour produire ce gaz, il n'est pas nécessaire que le combustible y soit en quantité notable ; le carbone colorant les calcaires noirs, les fragments de charbon fossile dis-

¹ Les experts ajoutent que le gisement de Bex présente des conditions exceptionnelles et c'est bien l'impression qu'en donne la description de M. Schardt (Livret-guide géologique de 1894, p. 181) : Selon lui, le sel de Bex se trouve, non point en couches mais à l'état de dissémination, dans une brèche de dolomie, d'argilite et de sable d'anhydrite, dont il remplit les interstices. Les lentilles salifères sont des brèches de dislocation ; toute la contrée est formée de zones (lames) répétées de lias et de trias. On a donc bien ici, comme le supposaient les experts de 1853, un gîte remanié.

séminés dans le flysch, et les autres corps organiques renfermés dans les roches sédimentaires, sont bien suffisants pour opérer la décomposition des sulfates et celle de l'eau. En outre, on n'a point encore remarqué, ni dans la molasse ni dans le flysch de cette partie du canton de Fribourg des couches de lignite suffisantes pour être exploitées, et quant à la houille proprement dite, il ne peut en être question, dans cette contrée, parce qu'il n'y existe pas trace de terrain houiller.

Conclusions.

1° Le dégagement de gaz inflammable dans la carrière de gypse de la forêt du *Burgerwald* n'est point un indice de la présence de gîtes de sel ou de combustibles.

2° Un travail (sondage) ayant pour but d'en découvrir dans cette contrée ne présente aucune probabilité de succès.

3° La diminution du gaz, aussi bien que sa qualité inférieure, excluent toute idée de l'employer à l'éclairage.

Telle fut la réponse des experts de 1853. Une nouvelle mention de l'affaire du gaz se trouve au f° 737 : Dans sa séance du 4 novembre, le Conseil ratifie la convention passée entre M. Egger, directeur de l'Edilité, et Paul Piller de Bonnefontaine, pour l'enlèvement des terres et pierres qui encombrent la carrière à gypse d'où s'échappait le gaz inflammable, au *Burgerwald*. A teneur de cette convention, l'entrepreneur recevra une somme de fr. 200 pour l'exécution des travaux dont il s'agit, s'il parvient à faire renaître le gaz et fr. 150 seulement, dans le cas où ce but ne serait pas atteint. — Ainsi perce à chaque instant, dans les délibérations même de notre autorité communale, le sentiment de la déception que le rapport des experts avait infligée au peuple fribourgeois. Cette déception est bien compréhensible et il faut savoir gré à l'autorité de l'opiniâtreté avec laquelle elle a lutté jusqu'au dernier instant contre ce qui paraissait un arrêt fatal.

L'éboulement principal s'était produit en 1843, mais il n'avait pas complètement obstrué les carrières et on put continuer à en exploiter une partie, jusqu'en 1848, époque où l'administration dut interdire les travaux qui devenaient trop dangereux. Le point où le gaz était apparu à l'origine avait été enseveli, mais ce dernier réussit à se frayer d'autres issues, à travers les blocs éboulés, on put encore en recueillir dans une vessie, en 1854¹. On nous a même affirmé, dans la contrée, avoir revu le météore lumineux, c'est-à-dire le gaz embrasé, durant ces dernières années. En ce qui nous concerne, nous sommes allés au *Burgerwald* à plus d'une reprise, tantôt en été, tantôt en hiver, sans jamais rien apercevoir.

En 1870, M. l'ingénieur G. Ritter fit à la Société fribourgeoise des Sciences naturelles plusieurs communications sur les gisements de sulfate de chaux du flysch de la *Berra*, en particulier du *Burgerwald*, et les gaz hydrocarburés qui s'en étaient dégagés. Il avait même insinué, dans le programme des entreprises industrielles qu'il dirigeait à Fribourg, qu'il serait utile de faire quelques travaux d'exploration et, le cas échéant, d'exploitation de ces gaz et de ces plâtres, dont l'épaisseur, à l'affleurement principal (aujourd'hui seul visible), atteint plus de 10 mètres². La chose n'eut pas de suite et, à partir de ce moment, on n'entendit plus parler du *Burgerwald* jusqu'au commencement de nos propres recherches.

Nouvelle étude de la question du Burgerwald.

Frappé de l'importance qu'aurait — au point de vue pratique, à cause de sa proximité de Fribourg ; au point de vue théorique, à cause de la rareté du fait dans nos Alpes — la découverte d'un gisement pétrolifère au *Burgerwald*, je me suis mis, dès 1890, à reviser le

¹ Relation d'un témoin oculaire.

² Lettre de M. G. Ritter à l'auteur, du 29 juillet 1900.

procès géologique que l'expertise de 1853 semblait avoir jugé sans appel.

La première chose à faire était d'examiner à nouveau, à la lumière des faits acquis ailleurs et en tenant compte des progrès accomplis entre temps par la géologie minière, les données de notre problème particulier : Présence du gypse dans des circonstances qui permettent de l'envisager, sinon comme roche encaissante, du moins comme satellite du gîte supposé ; — apparition bien constatée de gaz inflammables ; — âge des terrains ; — allure disloquée de la région.

Le cortège du gypse. — J'ai dit déjà que le sel gemme, le soufre et les hydrocarbures forment avec le gypse un *cortège caractéristique*. C'est là un fait d'expérience qui se vérifie en Pensylvanie¹, au Canada², en Judée³, dans les Abruzzes⁴, en Hongrie, en Galicie, en Roumanie⁵, en Albanie⁶, au Caucase⁷ et ailleurs, spécialement dans la région alpine prise au sens large du mot. Je n'insisterai pas sur ce fait, aujourd'hui acquis aux enseignements classiques de la géologie minière.

Les eaux salées. — L'association du pétrole et de l'eau salée est fréquente, mais — comme le remarque M. Höfer⁸ — elle n'est pas nécessaire. Elle tient souvent, dit-il, au fait seul que les deux liquides empruntent, pour

¹ Ed. Fuchs et L. de Launay, *Traité des gîtes minéraux*, I, 75.

² Rapports du Jury de l'Exposition internationale de Paris, en 1867 ; substances minérales, par M. Daubrée. — A. Jaccard, *Le pétrole, l'asphalte et le bitume au point de vue géologique*, p. 200 à 202.

³ Fuchs et de Launay, *op. cit.*, p. 172.

⁴ *Ibidem*, p. 134.

⁵ *Ibidem*, p. 117 et 124 ; *Mercur scientifique*, oct. et nov. 1893, p. 165 ; Jaccard, *op. cit.*, p. 170 et suiv. ; 181 et suiv. ; Coquand, *Mémoire sur les gîtes de pétrole de la Valachie et de la Moldavie*.

⁶ Coquand, *Descript. géol.* ; *Bull. de la Soc. géol. de France*, 1867, XXV ; Jaccard, *op. cit.*, p. 183.

⁷ Coquand, *Les pétroles du Caucase* ; *Ibidem*, 3^e sér. VI, p. 86 et suiv. ; Jaccard, 195 ; *Annuaire géologique universel*, VIII, 1893, p. 498.

⁸ *Das Erdöl*, p. 86.

circuler, une même fissure. Et il ajoute que la présence de l'eau doit plutôt empêcher le pétrole, suintant du terrain, d'envahir la fente. D'après cela, les sources salées perdraient une grande partie de leur importance comme guides dans la recherche de l'huile minérale. Leur rôle se bornerait à témoigner de l'existence de dislocations propres à conduire les émissions liquides quelles qu'elles soient.

Ces remarques sont justes, mais loin d'infirmes le principe du cortège, elles nous paraissent en rehausser encore l'importance pratique et surtout économique. En effet, si malgré l'obstacle que lui oppose la pression de l'eau remplissant une fente, le pétrole réussit à s'y extravaser, c'est que sa pression à lui, — sans doute en rapport avec sa quantité, — dépasse celle des eaux de faille. Par conséquent, l'association d'eaux salées au pétrole doit, lorsqu'elle se produit, faire conclure à un gîte riche, où la pression hydrostatique est considérable, ou bien à des venues permanentes, dotant la masse hydrocarburée d'un grand pouvoir de réaction dynamique. Le principe des cortèges aurait donc l'avantage inappréciable de nous épargner les illusions ruineuses, en ne nous révélant que les gîtes sûrement rémunérateurs.

Les gaz inflammables. — Dès l'origine, Agassiz soupçonnait une relation entre le dégagement protocarbure du *Burgerwald* et des amas salifères ou bitumineux. Charpentier remarquait de même que les dégagements de ce genre sont fréquents dans les terrains gypseux ou bitumineux et qu'il s'en produit dans l'anhydrite salifère de Bex. M. de Dompierre comparait le phénomène du Burgerwald à ceux qui se produisent aux salines de la Kenawhay, en Virginie, où les éruptions de gaz inflammables sont considérées comme des signes précurseurs certains de la rencontre du sel. Le dégagement gazeux du Cousimbart était pour lui l'indice de la présence en profondeur de sel ou de bitume minéral. De Luc établit le même parallèle avec les sources gazeuses de l'Ohio,

affirmant que là tous les puits à sel fournissent plus ou moins de gaz hydrogène carburé, ce gaz étant un indice certain de l'existence de roche salée, au point que bien des puits ont été foncés sans autre indication. Il conclut en engageant les financiers fribourgeois à entreprendre un sondage, voire même un puits, grande étant, selon lui, la chance de rencontrer des sources salées. Enfin, pour le Dr Schneider, l'analogie des dégagements gazeux, qui se sont produits à Bex et au *Burgerwald*, doit faire conclure à une constitution géologique analogue et pousser les autorités fribourgeoises à entrer dans la voie des recherches. Bref, la plupart des savants qui s'occupèrent du phénomène du *Burgerwald* l'interprétèrent comme un indice de la présence du sel — minéral que nous savons appartenir au cortège des hydrocarbures — et, si les experts de 1853, Charpentier, Studer et Gressly se mirent en opposition avec cette manière de voir, qui était aussi celle du grand public, ce fut pour substituer implicitement, il est vrai, à l'idée d'un amas salifère ou d'une couche de houille celle d'un gîte bitumineux : « Lorsque les sulfates, en état de dissolution aqueuse, dirent-ils, sont en contact avec des corps contenant du carbone, tels que les calcaires noirs ou anthraciteux, les bitumes, les lignites, les houilles, etc., il y a décomposition et production de gaz inflammable. Celui-ci est tantôt de l'hydrogène pur, tantôt de l'hydrogène carboné, tantôt enfin de l'hydrogène sulfuré ». Ce passage remarquable de leur rapport semble avoir passé inaperçu ; nous allons poursuivre la recherche dans ce sens.

Disons d'abord que, de l'avis d'auteurs très compétents, les gaz hydrocarbures paraissent être le produit initial dont l'oxydation plus ou moins complète a produit d'abord les pétroles, puis les bitumes¹.

Il y a des siècles que les Chinois utilisent les gaz naturels des provinces de Sse-Tschoan, Junnan, Schan-Si et Kwang-Si, associés aux émissions salifères et pétro-

¹ Fuchs et de Launay, op. cit., p. 51.

lifères. Les « sources de feu » du Fou-Tscheou ont, pour la plupart, été découvertes par des sondages qui cherchaient le sel. De 100 à 200 mètres, ils recoupent le jurassique et, à ce niveau, apparaissent des sources bitumineuses. Le pétrole, en assez grande abondance, y est associé à l'eau salée. Une trentaine de puits en exploitent.

En Amérique, les grands gisements de gaz naturels, industriellement exploités, de Fundlay dans l'Ohio et de Pittsburg en Pensylvanie, de même que ceux du Saint-Laurent, entre Québec et Montréal, sont en relation étroite avec le sel d'une part et les pétroles de l'autre¹. Il en va de même à la Trinité², à Pechelbronn en Alsace, où l'hydrogène protocarboné a causé à plus d'une reprise des inflammations et des explosions dans les travaux³, en Moldavie⁴, en Valachie⁵, en Galicie⁶, en Albanie⁷, à l'île de Zante, où le pétrole se décèle par des pellicules irrisées, à la surface des eaux stagnantes⁸, phénomène qui n'a pas été signalé au *Burgerwald*; au Caucase, où les dégagements de gaz combustibles, connus de toute antiquité, se trouvent en pleine formation naphthifère⁹, la boue rejetée n'étant autre chose, d'ailleurs, que de l'argile pétrolifère délayée par les eaux d'in-

¹ Jaccard, op. cit., p. 218, citant les études des géologues américains Carl et Lesley.

² Fuchs et de Launay, p. 167; Jaccard, p. 210 à 212; (hydrogène sulfuré, comme à Cuarny, v. plus haut).

³ Jaccard, p. 162; Fuchs et de Launay, p. 139.

⁴ M. Coquand, (Mémoire cité) explique fort bien l'origine de ces gaz: « Lorsque le pétrole, dit-il, pénètre dans des roches perméables pour y former des asphaltes, il perd la majeure partie de ses principes volatils, lesquels, devenus libres, forment des dégagements d'hydrogène protocarboné inflammable ».

⁵ Jaccard, 177.

⁶ Ibidem, p. 181.

⁷ Coquand, loc. cit.

⁸ Jaccard, p. 189.

⁹ Fuchs et de Launay, p. 94 et 97.

filtration¹; en Crimée² et enfin dans la province de Parme, à Salso-Maggiore, où le pétrole est accompagné de sources salines et de gaz hydrocarburés employés à l'éclairage de la ville³.

En résumé, on peut dire que les gaz combustibles accompagnent presque toujours les gisements de pétrole. Ces gaz peuvent exister à l'état latent et sous pression, dans les terrains, ou bien prendre naissance, par transformation chimique du pétrole, au moment où la sonde atteint la nappe hydrocarburée.

Les gaz peuvent, à la vérité, exister ou se former en dehors des régions pétrolifères, de sorte que, théoriquement, on ne saurait les regarder comme un indice infailible de la présence d'huile minérale. Pratiquement, toutefois, il n'est presque pas de gisement d'asphalte ou de pétrole sans dégagements de carbures gazeux et ce fait d'expérience a joué le rôle d'indice dans plusieurs cas⁴. Par exemple, dans la question si importante de savoir si la France manque réellement de pétroles liquides, la « fontaine ardente » de Saint-Barthélemy, à quatre lieues de Grenoble, et celle de Châtillon, en Haute-Savoie, ont été invoquées comme des indices favorables par plusieurs ingénieurs⁵.

Le rôle des dislocations. — C'est un fait constaté dans les contrées les plus diverses que les sources de pétrole ont une tendance à s'aligner dans une direction déterminée, de sorte que la région productive prend une forme allongée, elliptique ou zonaire⁶. Dans une telle figure, la dimension principale, suivant laquelle s'échelonnent le plus grand nombre de gîtes, reçoit le nom d'« *axe* »

¹ Coquand, Bull. Soc. géol., 3^e sér. VI, p. 86. Jaccard, op. cit., p. 194.

² Austed, Revue scientifique, 1886.

³ Fuchs et de Launay, p. 133.

⁴ Jaccard, 216; Höfer, 87.

⁵ Ibidem, p. 75.

⁶ Fuchs et de Launay, op. cit., p. 74.

des hydrocarbures», et son prolongement hors de la région exploitée devient le lieu des points où devront être placés les sondages à venir.

Si, maintenant, on cherche à quoi correspond dans chaque cas, l'emplacement de l'*axe de richesse* du bassin, on trouve que celui-ci coïncide avec la direction ou l'affleurement d'une assise plus fortement imprégnée, avec le parcours d'une faille, ou, plus souvent encore, avec un plissement anticlinal. Partout dans le monde, on retrouve cette concentration des hydrocarbures le long des chaînes de montagnes, indifféremment dans tous les terrains qui affleurent sur leurs flancs, tandis que les mêmes terrains n'en fournissent pas en dehors des régions plissées³. Cette concentration est analogue à celle des sources thermales dans les parties disloquées de la lithosphère et on doit en conclure que le refoulement auquel est dû le plissement a déterminé du même coup l'ascension des hydrocarbures jusqu'au voisinage de la surface. C'est que le pétrole, en sa qualité de corps liquide emmagasiné sous pression dans l'écorce terrestre, saturé de gaz et par conséquent facilement modifiable par toute variation de température ou de volume, se trouve dans les couches en équilibre toujours instable, cet équilibre étant immédiatement troublé par tout mouvement du sol ayant pour effet d'ouvrir une fracture ou une cavité interne entre deux strates décollées. Voilà pourquoi les régions où on le rencontre à portée sont toutes localisées le long de quelque grand plissement ayant produit une compression intense des parties profondes où se trouvaient les gisements primitifs, en même temps qu'il ouvrait, au sommet des anticlinaux, des cavités plus ou moins béantes de décollement. C'est «*l'effet de seringue*», en vertu duquel le plissement chasse les matières mobiles — magma éruptif ou hydrocarbures fluides — de dessous les synclinaux pour les accumuler sous les «*cloches*» anticlinales, jusqu'à ce que la pression toujours croissante les force à s'insinuer dans les fissures radiales ou les béances concentriques que le ploiement des couches aura fait naître.

Ainsi on peut bien dire que le plissement détermine l'ascension des hydrocarbures. C'est lui qui, les arrachant aux régions inaccessibles où, bien souvent, ils ont pris naissance, les met à la portée de nos foreurs. Ce que nous exploitons le plus souvent, ce sont des gîtes secondaires, formés dans les couches perméables que l'épanchement a rencontrées sur son chemin¹. Les grès grossiers et les conglomérats, surtout s'ils sont faiblement cimentés, constituent pour le pétrole une véritable éponge, et leur porosité s'accroît encore, dans les régions disloquées, de la somme des fissures que le plissement n'a pu manquer de produire dans ces masses hétérogènes et inélastiques². Or, cette porosité présente un double avantage : après avoir mis le terrain en état d'absorber une part notable de l'épanchement hydrocarboné qui parvenait jusqu'à lui, elle lui permet d'abandonner rapidement à la succion du foreur le liquide qui remplit ses pores, de sorte que le puits a des chances d'être jaillissant. Quant à la position des fissures qui viennent augmenter encore la porosité naturelle du terrain, il est aisé de se convaincre qu'elles doivent coïncider avec les rayons de courbure des inflexions anticlinales ou synclinales, tandis qu'elles manqueront à peu près complètement aux flancs rectilignes des plis. A priori — les fissures synclinales dérivant comme les anticlinales des tractions que le plissement développe dans la région externe des couches fléchies — il n'y aurait pas de raison pour que les fractures du premier groupe fussent *moins imprégnées que celles du second*. Cependant, l'expérience prouvant que, dans bien des contrées, les sources naturelles

¹ Nous n'avons voulu rappeler ici de la théorie générale des hydrocarbures que ce qui était nécessaire pour faire comprendre le rôle qu'y jouent les dislocations. Les développements théoriques relatifs à l'origine première des substances bitumineuses n'ont pas leur place dans ce mémoire tout pratique ; on les trouvera surtout dans les ouvrages déjà cités de Fuchs et de Launay, de Höfer et de Jaccard.

² En supposant, bien entendu, que les couches en question ne se trouvent pas dans l'état de plasticité latente par compression, lequel supprime toutes les différences ordinaires de cohésion en même temps qu'il rend impossible l'ouverture de fentes.

de pétrole et les dégagements gazeux sont cantonnées exclusivement sur les axes anticlinaux, on peut donner de ce fait l'explication suivante : D'abord, les fissures anticlinales s'ouvrent à la face supérieure des couches, tandis que les gerçures synclinales s'épanouissent à la surface opposée, d'où il résulte que les premières ont beaucoup de chances, les dernières, aucune, d'atteindre la surface libre du sol. En second lieu, si les fractures anticlinales se coïncident à leur partie inférieure, vers le milieu de l'épaisseur de la couche, cela ne les empêche pas d'amener jusqu'à sa surface externe les produits des suintements qu'elles auront recueillis sur leur parcours. Au contraire, les fentes syndicales, si remplies qu'elles soient par les épanchements de leur couche ou par les émanations des régions inférieures, seront impuissantes à conduire ces produits à notre rencontre, puisqu'elles se coïncident précisément vers le haut. Enfin, il y a lieu de rappeler, en l'étendant au pétrole liquide, la remarque très judicieuse de M. Chance, d'après laquelle ce serait l'eau qui, s'accumulant dans les synclinaux poreux, en chasserait les gaz hydrocarbonés. De fait, paraît-il, la pauvreté habituelle des régions synclinales disparaît là où l'eau manque¹.

La « *théorie anticlinale des hydrocarbures* », comme on a pris l'habitude d'appeler les considérations qui précèdent, est née chez les praticiens ; c'est le fruit de leurs observations quotidiennes. Elle s'est vérifiée dans tous les pays : en Amérique (Canada et Pensylvanie), comme en Europe (Galicie, Roumanie, Apennin et Caucase), en Asie (Turkestan, Chokand², Beloudchistan³, Makum, Burmah⁴, Penjab, Assam, Aracan⁵ et Japon⁶. La même loi

¹ « The anticlinal Theory of natural gaz ». — Transact. Amer. Inst. Mining Eng., 1886, in Höfer, op. cit., p. 82 et 83.

² Zinken, in Höfer, op. cit., p. 85.

³ R. Townsend, Rep. on the Petr. Exp. at Khatan, Rec. geol. Surv. of India, 1886, XIX, 204.

⁴ Fuchs et de Launay, 143.

⁵ M. B. Medlicott, Note on the occurrence of petroleum in India. Rec. geol. Surv. of India, 1886. — Zinken, Geol. Horiz. fossil. Kohl., p. 114.

⁶ B. S. Lyman, in Höfer, p. 85.

semble d'ailleurs régir les dégagements gazeux. Ceux-ci jalonnent, dans l'Apennin, deux lignes parallèles à la crête de la montagne et il en est encore de même pour les « soffioni » de la Toscane, alignés parallèlement aux Alpes apennines, sur une ligne dont le prolongement passe par les volcans romains et le Vésuve¹.

Il importe de remarquer que la localisation sur les anticlinaux ne semble pas être entravée par le déjettement, voire même par le chevauchement de ceux-ci. Or, ce fait a, comme on va le voir, une grande importance pour nous.

Etude sur le terrain.

La géologie minière a coutume de grouper en trois catégories les indices auxquels peut se reconnaître la présence d'un gîte minéral encore inexploité : indices archéologiques, indices minéralogiques et indices géologiques.

Le premier groupe est représenté, dans la question qui nous occupe, par les recherches anciennes relatées au chapitre « Historique ». Dans le second rentrent la présence du gypse et les dégagements de gaz carburés qui, nous venons de le montrer, peuvent, dans un grand nombre de cas, être regardés comme tout à fait favorables. Par contre, il faut noter comme indication contraire, l'absence de traces bitumineuses dans les ruisseaux et les sources de la contrée. Enfin, les indices du troisième groupe seront stratigraphiques ou tectoniques, selon qu'ils se fonderont sur l'âge ou sur l'état de dislocation des terrains en cause.

Tectonique. — Relativement à ce dernier point, que l'enchaînement des idées oblige à examiner d'abord, nous avons vu que le bouleversement des couches est une circonstance favorable, surtout dans le cas où il se traduit par des plis anticlinaux. Or, on s'en souvient, les experts de

¹ Murchison et Ch. Sainte-Claire Deville, in Frémy, Combustibles minéraux, p. 478.

1853 avaient cru trouver cette disposition réalisée sur le versant nord du *Cousimbert* dont ils donnaient, par analogie avec le *Gurnigel*, une coupe concluant à un anticlinal déjeté vers la plaine et dont le gypse eût formé le noyau.

Pour juger de la vraisemblance de cette structure attribuée au *Burgerwald*, transportons-nous d'abord à l'extrémité opposée de la chaîne. E. Favre a fait connaître¹ en 1870 la coupe du *Niremont*, au-dessus de *Semsaies*, or il se trouve qu'elle présente une assez grande analogie avec celle du rapport de 1853. Plus tard, M. Schardt donnait du ravin du *Dat*, dans la même région, une coupe plus complète² et nous n'avons point l'intention de préjuger la question de savoir si l'on a vraiment ici, comme on l'admettait jadis, des plis couchés empilés ou au contraire, comme M. Schardt semble de plus en plus disposé à l'admettre, des « lames » chevauchées sans liaison en profondeur.

Plus loin, dans la direction du Léman, la structure de la chaîne se complique, ainsi qu'en témoignent ses coupes de la *Veveysa*, du *Mont Corbettes* et du massif des *Pleyades*, qui sont assez nettes pour se passer de commentaire. Il est bon de noter, d'ailleurs, que la correspondance des zones, d'un profil à un autre, marquée par les indices, n'est pas encore à l'abri de toute controverse, spécialement en ce qui touche la région de klippes(?) du pied de la montagne.

A travers une série de variations locales, on voit se dégager, sur le versant externe de l'extrémité S.-W. de la chaîne de flysch de la *Berra*, une structure doublement anticlinale, compliquée, par places, de laminges avec chevauchement ou de cassures inverses formant « cran de retour ». En somme, il est impossible de méconnaître l'analogie de structure de la *région veveysanne* de notre

¹ Le massif du Moléson, etc., Arch. des Sc. phys. et nat., t. XXXIX.

² Matériaux, Livr. XXII (f. XVII), pl. II fig. 1. Comparez les coupes fig. 2 et 3 de la même planche.

chaîne avec l'extrémité opposée, soit le massif du *Gurnigel*.

Quant à la travée intermédiaire, c'est-à-dire aux massifs des *Pâquiers*¹ et du *Cousimbert*, Gilliéron, qui a fait la carte géologique de la région, avoue n'avoir pas réussi à s'en faire une idée schématique générale². Il n'y a, dit-il, qu'un trait constant, c'est que, du côté du plateau, la pente laisse voir les tranches d'une série de couches qui s'enfoncent dans l'intérieur de la montagne.

Revenant jusqu'aux *Alpettes* qui forment, à la limite de son territoire, l'extrémité du massif du *Niremont*, Gilliéron exprime l'idée qu'elles renferment peut-être une voûte couchée — qui ne serait autre que celle du *Dat* et il est tenté d'en dire autant des *Pâquiers*. Cependant, diverses raisons le font hésiter. C'est d'abord la difficulté d'expliquer, dans cette hypothèse, la situation des lambeaux de flysch de la plaine de *Bulle*, qui paraissent limités par un double système de failles longitudinales. Et puis, même à partir de la *Bodevenaz*, il y a encore des difficultés : Il faudrait admettre que le flanc supérieur du pli couché est seul visible, son noyau n'apparaissant que par places, là où le gypse se montre. Les jambages médian et inférieur seraient entièrement masqués ou enfoncés, sauf au *Gurnigel* où on en verrait une partie. Enfin, la présence des klippes lui paraît s'opposer à ce qu'on admette que le jambage médian se prolonge bien loin en profondeur, parallèlement au jambage supérieur. A la vérité, les choses nous semblent avoir un peu changé de face depuis que nous possédons la coupe du *Dat* de Schardt. Dans cette coupe, en effet, rien ne s'oppose à ce qu'on envisage la soi-disant klippe des *Molards* comme l'affleurement du flanc inférieur d'un pli couché dont la couche exploitée à *acanthicus* formerait le jambage supé-

¹ On appelle « massif des Pâquiers », ou des Allières, le tronçon de la chaîne de la Berra compris entre le col de la Bodevenaz, qui la sépare du massif secondaire du Montsalvens, et le sommet de la Berra (1724 m), point à partir duquel la chaîne se bifurque.

² Matériaux, Livr. XVIII, p. 297.

rieur, tandis que le flanc médian, renversé, aurait disparu en grande partie, par suite de la formation d'un « cran de retour ». On peut même, si l'on veut, regarder le néocomien renversé sur le flysch comme un reste de ce flanc médian. On rentre ainsi dans les suppositions demandées par Gilliéron et la difficulté s'évanouit.

En effet, la superposition anormale du flysch Ef_2 au malm Js_1 indique qu'il y a eu laminage en cet endroit, sinon le néocomien Cn_1 devait, après s'être recourbé autour du flysch Ef_2 , venir s'intercaler entre ce dernier et le malm Js_1 . La surface supérieure des couches Js_1 représente donc pour nous le vrai plan de laminage, la région caractéristique du « pli-faille ». Celle-ci n'est pas en F, et voilà pourquoi nous assignons à cette dernière cassure le rôle secondaire d'un « cran de retour ».

Pour Gilliéron, la difficulté principale à l'admission d'une voûte couchée réside dans la disposition générale du *Cousimbert* en une grande synclinale. Ici, nous avouons ne pas comprendre la pensée de cet excellent observateur¹, car rien n'empêcherait le synclinal du Cousimbert d'être flanqué, sur sa bordure N-W, d'une dislocation à allure générale anticlinale, dans le genre de celle que nous venons d'imaginer. Quoi qu'il en soit, cet auteur conclut en supposant, du côté de la molasse, au moins à partir de la Bodevenaz, « une faille plutôt qu'un contournement ». Cette faille eût peut-être été verticale, à l'origine, mais elle serait maintenant inclinée, par suite du refoulement du flysch sur la molasse. Voilà qui ressemble beaucoup au plan de glissement d'un pli faille ou aux surfaces d'imbrication des « lames » chevauchées de M. Schardt. Donc, en définitive, le passage cité de Gilliéron, à qui on peut s'en rapporter pour ce qui a trait à l'observation consciencieuse, est plutôt favorable à l'hypothèse d'une continuité de structure du *Niremont* jusqu'au *Cousimbert*.

¹ C'est en vain aussi que nous avons étudié ses coupes des Pâquiers, du Cousimbert et du Gurnigel.

Quant aux klippes, qui ont une grande importance dans la question qui nous occupe, on en trouve pour ainsi dire tout le long de la chaîne de flysch. Elles sont constituées par les différents terrains secondaires de la région : dolomie, rhétien, lias, jurassique supérieur, néocomien, crétacé supérieur ; on y trouve aussi le nummulitique ; enfin on rencontre des fragments plus petits, qui méritent plutôt le nom de blocs : ils appartiennent à ces divers terrains et au granit. Gilliéron a décrit en détail ces affleurements singuliers¹ dont l'interprétation est loin d'être toujours facile.

Tantôt, en effet, comme à l'est de *Corbières*, dans le massif des *Pâquiers*, on a un alignement de klippes que tout porte à regarder comme le noyau d'une voûte déjetée, bien que le flysch situé en-dessous ne corresponde, ni en situation, ni en facies, à celui de dessus : le premier étant marno-schisteux, tandis que le second est plutôt gréseux. Tantôt c'est une masse, klippe ou seulement bloc isolé, dont la surface montre la disposition en voûte des strates, avec plongement au N. et au S., c'est-à-dire parallèlement à la coupe générale de la chaîne. Ce cas se présente dans la forêt de la *Stockweid*, non loin des bains du *Gurnigel*, et ici une faille, rejetant l'un par rapport à l'autre les deux flancs de la voûte, vient encore renforcer l'impression qu'on a affaire à une masse en place. Il est vrai qu'on n'y a pas trouvé de fossiles, mais cela n'a rien d'étonnant dans nos Préalpes qui en sont partout si pauvres. D'ailleurs un fragment, que Gilliéron a rencontré en dessous, et qui pourrait en provenir contenait l'*aptychus punctatus* Voltz, et puis les dimensions de la masse calcaire — 12 mètres de long et 5 mètres de saillie, bien qu'une partie ait disparu par exploitation —

¹ Ceux du Niremont et des Alpettes, Matériaux, Livr. XVIII, p. 178, 194, 207 et 287 ; Livr. XII, p. 13 et 53 ;

ceux du massif des Pâquiers, XVIII, 194 et XII, 133 ;

ceux du Cousimbart, XVIII, 194 et 291 ;

ceux du massif du Gurnigel, XVIII, 122, 155, 194 et 205 ; XII, 10, 11, 12, 18, 19, 20 et 21.

jointes à sa position harmonique, rendent bien probable qu'on a affaire à une vraie klippe plutôt qu'à un bloc enveloppé dans le flysch. Ailleurs, et spécialement au versant N-W du *Niremont*, on voit apparaître, à l'intérieur du flysch, le néocomien et le crétacé supérieur dans des circonstances telles que de toutes les hypothèses possibles pour expliquer leur présence insolite, celle qui paraît la plus plausible comporte un système de failles dans deux directions perpendiculaires :

« Le néocomien et le crétacé supérieur qui le surmonte au-dessus de *Rapaz*, disait Gilliéron¹, ont été amenés au jour par une faille qui s'est produite en suivant la direction de la chaîne ; si cette faille avait été plus considérable, elle aurait aussi fait surgir le jura supérieur et le calcaire à ciment, comme cela a lieu à Châtel-St.-Denis. »

« La présence de deux zones de crétacé supérieur plus au Sud-ouest et à deux hauteurs différentes, pourrait s'expliquer en admettant qu'elles appartiennent aux deux flancs d'une voûte couchée, si on trouvait le néocomien au-dessus de la zone inférieure ; mais c'est le flysch qui la surmonte. Il faut donc admettre que la craie est venue à jour par la continuation de la faille de *Rapaz*, qui, ici, a été trop peu considérable pour que le néocomien ait aussi surgi. La zone supérieure commençant là où l'autre finit, il me paraît très probable que ces deux lambeaux de craie ont été détachés l'un de l'autre par une autre rupture courant du sud-est au nord-ouest, c'est-à-dire perpendiculairement à la direction de la chaîne. M. E. Favre a signalé un accident de ce genre plus au sud, près de Châtel-St-Denis. »

« La formation de la faille, qui est dans la direction de la chaîne a été suivie ou accompagnée d'un refoulement, car on voit distinctement le flysch plonger immédiatement sous le crétacé supérieur, au nord-est de *Samsales*. Au-dessous du néocomien de *Rapaz*, le flysch a le même

¹ Matériaux, XII, 54.

plongement ; mais comme on ne le voit en place qu'à une certaine distance du néocomien, on ne peut pas affirmer qu'il pénètre dessous ; c'est seulement probable. »

Revenant sur cette question douze ans après, le même savant reconnaît¹ que c'est l'analogie, plutôt que des raisons intrinsèques qui l'ont conduit à invoquer ici l'action des failles : « Le fait que les terrains secondaires du *Montsalvens* sont séparés du flysch par une rupture, m'a fait expliquer par un accident semblable l'apparition du néocomien et du crétacé supérieur aux *Alpettes*². Mais les faits observés dans cette région ne s'opposent pas à ce qu'on admette, avec M. E. Favre, l'existence d'une voûte qui serait inclinée d'environ 45°. Dans le profil de *Rapaz*, le néocomien serait alors un pan de la voûte surmonté régulièrement de crétacé supérieur et de flysch ; quant à l'autre pan, il ne serait représenté que par le flysch à jour vers le bas de la montagne. Dans le profil de la bande de crétacé supérieur, au nord-est de *Semsaies*, la structure en voûte paraît encore plus certaine : le flysch plonge sous le crétacé, au ravin à l'est de *Broye* ; plus au nord-est, au dernier des ruisseaux qui traversent cette bande, on voit très nettement une partie des couches visibles former une petite voûte complète, et celles qui suivent au-dessus sont les mêmes que celles qui sont au-dessous ; ainsi le néocomien est resté dans l'intérieur de la montagne, comme noyau de l'anticlinal. »

« Le prolongement du crétacé à l'est de 1224, où ses bancs plongent au nord-est, et sa réapparition au sud de *te* (*Viletta*), un peu en dehors du bord de la carte, montrent que tous les affleurements ne s'expliquent pourtant pas en admettant une voûte simple. De même si, en général, le flysch plonge moyennement au sud-est, il y a de grandes déviations à cette règle : ainsi, nord de 1415, l'inclinaison est à l'est-nord-est, irrégularité qui correspond à celle qui vient d'être mentionnée dans le

¹ Matériaux, XVIII, 287.

² C'est le passage que nous venons de citer.

crétacé supérieur. C'est dans la partie septentrionale, là où le terrain disparaît sous le glaciaire, que l'on trouve les plus grandes variations, soit dans la direction, soit dans l'inclinaison des assises.»

« Dans le massif à l'est de la *Trême*, les couches sont souvent horizontales. Elles sont dans la même position, à la croupe de la *Queue des Alpettes* (cote 1348 m.) ; mais entre deux, au bord de la *Trême*, les inclinaisons variées et les petits plis sont très fréquents. Si l'ensemble formait une voûte, elle serait complètement couchée sur plus de six kilomètres de largeur ; mais il est plus probable qu'il y a dans le massif des dislocations dont les traces ne sont pas à jour, ou qui ne peuvent être reconnues dans un terrain qui ne se prête pas à l'établissement de subdivisions.»

Ailleurs c'est le doute : tantôt parce que, comme au *Seeligraben (Gurnigel)*, il y a discordance de plongement entre la klippe supposée et le flysch, tandis qu'elle plonge S-S-E comme les schistes, la dolomie et le gypse du ravin ; — tantôt c'est qu'il est impossible de savoir s'il y a ou non du flysch sous les masses secondaires qu'on regarde comme des klippes ou des blocs : le cas se présente pour les affleurements liasiques du *Schwarzwasser*, dans le même massif ; — tantôt c'est que leur plongement S-S-W ne s'accorde pas avec celui de la chaîne, ce qui se présente pour les blocs de lias du *Mager-Bad* ; ou bien c'est qu'une même rangée de blocs, comme les masses de malm du *Fett-Bad*, toujours dans le même massif, présente le mélange de plusieurs horizons stratigraphiques, ce qui prouve à l'évidence qu'elle ne provient pas d'une seule et même assise qui viendrait au jour par dessous le flysch. On serait tenté de voir ici un chapelet de blocs isolés, mais voilà que l'impossibilité de découvrir des traces d'enveloppement vient remettre tout en question.

Sur le versant N-W du massif des *Pâquiers*, la carte montre une suite bien frappante d'affleurements tithoniques accompagnés de néocomien et de nummulitique. Ils sont en ligne droite suivant la direction

générale de la chaîne et des couches du flysch, de sorte qu'on est porté à penser que ces affleurements appartiennent à une seule et même masse, une seule et même « lame », cependant il ne serait pas impossible qu'on eût, ici de nouveau, une série de blocs très rapprochés. Mêmes apparences dans la partie septentrionale du *Niremont*, où l'on observe le néocomien sur trois points : la *Defforida*, *Rapaz*, les *Chiernes*. Le premier de ces affleurements est entouré de glaciaire, les deux autres sont séparés par du flysch éboulé ; mais tous les trois suivent la direction de la chaîne : c'est sans doute une seule lame.

A la *Tarnailonnaz*, dans le massif des *Paquiers*, les choses sont moins nettes : Par places, la concordance du plongement rend probable que les divers affleurements appartiennent à une masse lamellaire que la désagrégation seule eût fractionnée en même temps que sa facilité dans les roches en cause (néocomien bleu avec bancs alternativement calcaires et marno-schisteux) interdit de penser à un transport lointain. Ailleurs, un ravin qui entame assez profondément la pente devrait montrer la continuation des couches, d'autant plus qu'ici les calcaires sont très résistants. Or il n'en est rien, ce qui ramène à l'idée de blocs isolés.

Bref, ces observations — les seules qu'il soit possible de faire dans la région, ne conduisent pas à des conclusions certaines et l'impression produite par ces gisements énigmatiques diffère d'un point à un autre. Nous n'avons pas d'ailleurs, à entrer ici dans la discussion théorique des différentes hypothèses applicables à leur genèse : C'est la question des klippen et des matériaux exotiques dans toute sa généralité¹.

¹ La théorie des matériaux exotiques est entrée maintenant dans le domaine de la géologie classique, et cela nous dispense de suivre Gillieron dans l'exposé et la discussion qu'il fait (*Matér.* XII, 12 et 142—145) des hypothèses applicables à son territoire. On lira avec fruit la publication de M. Schardt : *Les régions exotiques du versant N. des Alpes suisses* (1898).

Nous allons donc, après cet exposé relatif à l'ensemble de la chaîne, en venir à la région propre du *Burgerwald*. Nous l'avons visitée à cinq reprises. Chaque fois, après avoir passé la journée à escalader les parois de flysch, à sauter de bloc en bloc parmi les éboulis, à nous glisser entre eux, là où c'était possible, ou à ramper comme un peau-rouge sous les branchages, nous revenions persuadé que les éboulements y avaient rendu toute recherche impossible. Quelque temps après, cependant, ayant imaginé quelque itinéraire nouveau, nous retournions là-haut plein de confiance, pour rentrer le soir, harassé et déçu encore une fois. Aujourd'hui, notre conviction est arrêtée : il n'y a rien à faire au *Burgerwald* à moins d'un sondage qui perce la nappe d'éboulis ou d'un gigantesque déblaiement qui l'écarte sur un certain espace.

En effet, malgré toutes nos recherches, nous ne sommes par parvenus à voir, aux environs de la « *Roche à gyps* »¹ autre chose que le flysch, en place avec un pendage sud ou éboulé. Gilliéron n'avait pas été plus heureux que nous. En 1868, il reconnaissait, à l'affleurement gypseux, la succession suivante de couches, de bas en haut :

Gypse en feuillets plus ou moins contournés, mais plongeant dans son ensemble comme le flysch superposé : environ 15 m. visibles.

Marne grenue, schisteuse, noir-verdâtre : 1,50. m.

Grès rouge et verdâtre : 0,50 m.

Gypse, second affleurement : 0,50 m.

En outre, il affirmait n'avoir trouvé dans les environs aucune trace d'un terrain autre que le flysch, lequel est en place au dessus, à l'escarpement que représente notre photographie². Comme conséquence, Gilliéron attribuait ce gypse au flysch. Lors de notre dernière visite, nous vouâmes une attention spéciale à l'affleurement gypseux. D'après les traces de chemin qu'il nous fut encore possible de retrouver et un pan de mur dont

¹ Nom local de l'ancienne carrière.

² Fig. 3.

la destination reste douteuse, nous devons conclure que nous nous trouvions au fond de l'ancienne carrière, c'est-à-dire en présence de l'affleurement inférieur de Gilliéron. Mais depuis son temps, les choses ont bien changé. Des éboulements réitérés ont enseveli la plus grande partie des affleurements et la végétation a pris possession de toutes les parties arrivées au repos. Aujourd'hui, le gypse n'est plus visible que sur une longueur de 10 pas et une hauteur un peu supérieure à la taille d'un homme. Il présente des alternances de marne grise et un pendage sud, concordant avec celui du flysch superposé. Ce sont les seules observations tectoniques qu'il soit possible de faire : tout autour, il n'y a que des éboulis ; sur eux et entre eux un fourré très épais. Il n'est même pas possible de voir les roches qui encaissent le gypse ; celui-ci apparaît au milieu des éboulis, au mur on ne voit rien et au toit il y a une certaine largeur de débris à traverser avant d'arriver au flysch. Pas moyen, par conséquent, de se rendre compte, à l'heure qu'il est, si les conjectures des experts de 1853 se vérifient ou non.

Il n'y a, dans toute la contrée, qu'un seul point où on voie autre chose que du flysch, mais, c'est assez loin de la « *Roche à gyps* », vers l'ouest. C'est au S.E. du *Schwand neuf*, au pied N-W de cette saillie de l'arête, cotée 1287 et appelée dans le pays *Tita dau Crau* (Tête du Creux)¹. En ce point, un éboulement, survenu il y a plusieurs années, « écorcha » le sol et mit à nu des roches calcaires jusqu'alors inconnues dans le voisinage. Ce sont des fragments anguleux d'un calcaire plutôt tendre, blanchâtre au dehors, poudrant les doigts, très analogue au néocomien de nos Préalpes. Ce calcaire est mélangé, sur place, à des débris de flysch tombés de l'escarpement, mais, cet escarpement ne contenant absolument que du flysch gréseux, on est bien tenté de voir dans les blocs calcaires le produit du rabottage de la tête d'une klippe². Celle-ci

¹ Voir, la carte au 1/25000, feuille La Roche, moitié orientale.

² Et cependant ce calcaire répond assez bien (sauf quant aux veines

est d'ailleurs totalement invisible ; peut-être la découvrirait-on en écartant les éboulis de nature mixte qui semblent la recouvrir. Mais ce serait un véritable travail : la couche meuble paraît épaisse, le marteau et le piolet n'y suffisent pas.

M. Louis Richard, forestier-chef à *Zénauva*, qui nous accompagnait et qui connaît le *Burgerwald* comme personne nous a affirmé que ce point est unique en son genre et, de fait, nous qui avons aussi pas mal couru la contrée, n'en avons pas trouvé d'autre. C'est donc la seule trace connue de calcaire dans toute la région. Près du gypse, nous avons bien trouvé, il est vrai, deux fragments d'un calcaire cristallin foncé, qu'on pourrait attribuer au lias inférieur s'il était grenu. Mais comme il est compact, pyriteux, et d'un noir mat, ce pourrait aussi être un calcaire du flysch ou du trias. On en connaît de pareil, de l'autre côté de la crête, dans le *Plasselb-Schlund*, il est vrai qu'il n'est pas en place non plus, sur ce dernier point. Peut-être est-ce un banc qui traverse le *Cousimbart* et, ce qui porterait à le croire, c'est que le gypse du *Burgerwald* réapparaît, lui aussi, au pied du versant opposé, sous la *Lenzburgera*, dans l'abrupte qui domine la *Gérine*. Or ce point fait face à la *Roche à gy*, sur une même normale aux courbes de niveau. C'est un nouvel indice de la structure synclinale entrevue par Gilliéron.

Stratigraphie. — Venons maintenant à la question de l'âge du gypse du *Burgerwald*. On se souvient que les experts de 1853, se basant toujours sur l'analogie existant entre la *Muschenegg* et le *Gurnigel*, regardaient le gypse de ces deux localités comme formant le noyau d'un anticlinal oxfordien.

Gilliéron a commencé par être à peu près du même avis : « Je n'ai observé, dit-il¹, la dolomie et les marnes

cristallines qui manquent ici) à la description que Gilliéron fait (Mat. XVIII, 205) du calcaire du Flysch de la chaîne de la Berra.

¹ Matériaux, XII, 10.

bigarrées qui y sont parfois intercalées, que sur un point de la chaîne de la Berra, savoir dans le massif du *Gurnigel* en a (*Fettbad*) au nord de la Pfeife. Il y a là dans une région à pente faible un peu de dolomie et de marnes rouges et vertes très friables, en affleurements forts petits et séparés, où on ne voit que quelques bancs liés entre eux ; on trouve encore, épars sur le sol, des débris des mêmes roches et des fragments de *calcaires noirs rhétiens*, qui renferment des Peignes et des Limes. »¹

« Ces affleurements n'occupent qu'un très petit espace, et ne modifient pas du tout le relief du sol. Ils ne sont pas loin de rochers de flysch en place qui sont plus au sud ; aux alentours il n'y a pas autre chose à jour que quelques blocs exotiques et des débris de flysch, et, si l'on va du côté du nord, on ne trouve rien de plus jusqu'à ce qu'on arrive à la molasse. On est donc dans l'embarras pour décider si l'on a là un affleurement ordinaire d'une région triasique plus ou moins étendue, qui serait en partie cachée par les débris de flysch, ou si ce sont des blocs exotiques de dolomie et de rhétien qui se trouveraient réunis sur ce point. Cette dernière interprétation soulève l'objection que ces roches n'ont guère pu être transportées à distance de leur gisement primitif, car ce sont des marnes et de faibles bancs de dolomie qui n'auraient pu rester bien longtemps à l'air sans se désagréger. Ce qui vient d'un autre côté appuyer cette supposition, c'est le fait que les fragments de calcaire rhétien sont répandus un peu partout à la surface du sol ; ils ne se présentent pas comme provenant de bancs qui formeraient une division distincte de la dolomie et des marnes, ce qui devrait être plus ou moins le cas, si l'on était sur un affleurement ordinaire. »

De même, quant au calcaire grenu que Studer indique entre le *Seeligraben* et le *Schwarzwasser*, il lui paraît probable qu'il appartient au lias dont il ne serait d'ail-

¹ Les calcaires rhétiens que nous connaissons ne ressemblent pas aux débris noirs du Burgerwald, ceux-ci sont, sans doute, du trias.

leurs qu'un bloc exotique. Gilliéron inclinait même à ranger dans cette catégorie le « calcaire de Châtel » du *Gurnigel*, lequel est accompagné de gypse¹. Quant au gypse du *Burgerwald*, il fait remarquer qu'il n'est qu'à une petite distance au nord des rochers de Flysch qui sont marqués sur la carte, que cependant il affleure proprement dans la région de débris qui sépare partout le flysch en place de la molasse, et qu'il n'est accompagné que de marnes vert bouteille et de grès rouge et verdâtre sans fossiles. On n'hésiterait pas, conclut-il, à envisager ce gypse comme appartenant à la base du flysch, si l'on ne trouvait pas ailleurs des couches incontestablement rhétiennes dans la même position². Somme toute, sa conclusion en 1873, était que la présence d'une couche de gypse à la base du flysch est probable, mais non hors de doute³.

Depuis lors, cette probabilité s'est changée pour lui en certitude : Parlant du *Gurnigel* d'abord, « c'est au *Seeligraben*, au sud des Bains, dit-il en 1885⁴, qu'on voit le mieux que le gypse n'est qu'une simple intercalation dans l'éocène. Quand on remonte le ravin, on quitte les derniers bancs de molasse visibles au sud-ouest des Bains. On est ensuite longtemps dans une région de débris de flysch, avant de trouver un affleurement de couches en place : le premier que l'on rencontre est une brèche suivie de schistes marneux, roches des plus caractéristiques du flysch ; le plongement est sud comme celui de la molasse qu'on a quittée ; mais les débris couvrent encore la plus grande partie des berges, et cela continue malgré la profondeur du ravin ; on n'a que de distance en distance quelques affleurements d'assises en place, dont le plongement se fait presque toujours au sud, mais sans aucune régularité sous le rapport de l'inclinaison. On y trouve quatre fois des assises de gypse stratifié, accompagné de

¹ Ibidem, p. 21.

² Ibidem, p. 15.

³ Idem, p. 16.

⁴ Ibidem, XVIII, 195.

bancs de dolomie, ou seul, et intercalé dans des schistes calcaires noirs, ou des marnes vertes, violettes et rouges, tels qu'on les voit dans le flysch ordinaire ; j'ai encore rencontré un bloc de grès détaché renfermant du gypse en veines irrégulières. La dolomie se montre aussi seule et normalement intercalée dans les marnes, mais jamais en grandes masses. Il est ainsi facile de se convaincre que les deux roches ont été déposées à diverses reprises, comme les autres couches qu'elles accompagnent. Il y a probablement aussi des assises de cargneule, mais je n'en ai point vu ; M. Studer en indique une dans la partie inférieure du profil¹. Les éboulements des débris qui forment surtout les berges du torrent sont si fréquents, qu'à quelques années de distance telle couche qu'on a vue se trouve cachée, tandis que les eaux en ont dégagé d'autres.»

«A la source du *Stock*, les débris sortis de la galerie contiennent des fragments de gypse, de cargneule et de dolomie. De même la source du *Schwarzbrünnli* sort de la dolomie, à en juger d'après les nombreux fragments de cette roche qu'on y trouve.»

«A cinq ou six kilomètres à l'ouest du *Gurnigel*, au *Fettbad*², on voit affleurer le gypse dans un pâturage sur moins d'un mètre carré, et dans une région de flysch en débris et de blocs exotiques.»

A la *Stockweid*, apparaissent la dolomie et le gypse, puis, jusque tout près de la molasse, une puissante série de schistes avec intercalation de quelques bancs de grès. On pourrait s'attendre, remarque Gilliéron³, à retrouver au *Seeligraben* ces dernières assises qui paraissent inférieures au gypse et à la dolomie ; mais elles y sont entièrement cachées par les débris, malgré la profondeur du ravin. On est même obligé d'aller plus au sud que la direction des couches ne le ferait attendre, pour trouver le flysch mêlé de dolomie et de gypse ; il occupe un long espace et ce n'est

¹ Geologie der westlichen Schweizer-Alpen, p. 387.

² Ce nom, qui est sur les cartes, est inconnu dans la contrée.

³ Matériaux, XVIII, 295.

qu'après qu'on arrive à un premier massif de grès qui doit être le même que celui qui abrite les chalets du *Stock*, et termine un peu plus loin les assises à jour sur la ligne du profil. A ces dernières localités, ce grès plonge à peine : au *Seeligraben*, il s'incline au sud-sud-est au-dessous de la moyenne en formant un défilé et des cascades. Dans la partie supérieure du bassin, c'est le même plongement qui continue à être le plus fréquent, dans des couches où les schistes l'emportent sur le grès. Cette dernière roche ne reparait en masse considérable qu'à l'arrête entre le *Ziegerhubel* et le *Seelibühl* ; le plongement s'y fait au sud-sud-est au-dessus de la moyenne.

En 1887, MM. E. Favre et H. Schardt disaient : « Le fait est acquis que beaucoup de dépôts de gypse et de cargneule des Alpes doivent rentrer dans les terrains éocènes qu'ils accompagnent invariablement... Les importants travaux de M. le prof. Alph. Favre avaient démontré qu'il y a, dans les Alpes de Savoie, de nombreux dépôts de gypse et de roches dolomitiques intermédiaires entre le terrain carbonifère et le lias et qui lui paraissaient représenter à juste titre le niveau du trias (keuper). Mais on commit l'erreur de généraliser ces résultats et de rapporter au trias tous les gypses et cargneules que l'on rencontrait dans les Alpes... Les dépôts de gypse et de roches dolomitiques peuvent se trouver dans tous les niveaux ; cela étant, on ne peut d'emblée nier qu'il y ait des roches de ce genre dans les assises du flysch ; d'autant plus que l'on sait que ce terrain s'est formé à une faible profondeur¹. »

Depuis lors, M. Schardt a modifié son opinion et il la formule actuellement comme suit² : Dans une publication relative à l'excursion de la Société géologique suisse dans les Préalpes fribourgeoises et vaudaises, en 1891, j'ai définitivement renoncé à considérer

¹ Matériaux, XXII, 218.

² Voir les diverses publications de cet auteur et notamment Les régions exotiques du versant nord des Alpes suisses (1898).

«comme éocènes les cargneules, dolomies et gypses, classés auparavant dans le flysch. Leur contact avec le flysch est dû partout, manifestement, à des chevauchements». (*Rég. exot.*, p. 132). — «Quant à la question de l'âge réel des gypses et des roches dolomitiques, considérées par moi auparavant comme éocènes, je puis déclarer ici que, depuis longtemps déjà, *j'étais intimement convaincu de leur âge triasique*, en expliquant par des chevauchements leur contact avec le flysch. J'en parlai dans ce sens, lors de l'excursion de la Société géologique suisse dans les Alpes de la Gruyère et du Pays-d'Enhaut.» (*Rég. exot.*, p. 153); «La présence de sédiments secondaires accompagnant la zone extérieure de flysch peut s'expliquer de deux manières. Ce sont, ou bien des anticlinaux écrasés, dans le genre de ceux des *Playaux*¹ et du mont *Corbettes*, ou bien des lambeaux de recouvrement plissés avec le flysch et simulant de faux anticlinaux; cela paraît être en particulier le cas des nombreuses klippes de la *Berra*, des lambeaux de cornieule et de gypse au pied de la *Berra* et du *Gurnigel*, ainsi que des affleurements jurassiques et crétaciques des *Voïrons*.» (*Rég. exot.*, p. 179).

A la vérité, l'âge triasique n'est hors de doute que pour certains amas gypseux; pour les autres, il est seulement probable, par raison d'analogie. M. Schardt a bien voulu s'en expliquer avec moi d'une façon catégorique²: Avec la constatation du phénomène de recouvrement, m'écrivait-il, tous les gisements où j'avais cru reconnaître du gypse (anhydrite), des cornieules, des calcaires dolomitiques, etc., tertiaires peuvent s'interpréter comme étant d'âge triasique. Pour quelques-uns même, l'âge triasique devient *incontestable* par suite de la présence de couches fossilifères appartenant au lias ou au rhétien. Le facies du gypse des lambeaux isolés empâtés dans le flysch ne différant en rien de celui de ceux qui sont *certainement*

¹ « Playaux » est le nom véritable du chaînon et du pâturage appelés sur les cartes topographiques Pléiades, par suite d'une orthographe par trop fantaisiste. (Note de M. Schardt.)

² Lettre à l'auteur, du 5 octobre 1900.

triasiques, il est tout-à-fait logique de ne pas créer une exception pour ceux-là. Cela est en particulier le cas des gisements sur le versant N. de la zone de flysch du Gurnigel, au Burgerwald et ailleurs.»

Je me garderai d'émettre un avis dans cette question que la rareté et la dispersion des affleurements, dans notre territoire surtout, rend très difficile. Il me suffit d'avoir instruit la cause et de remarquer que, les très nombreux gîtes d'hydrocarbures de la région alpine¹ étant, sauf de rares exceptions² contenus dans des terrains tertiaires, la géologie minière, — pour qui l'analogie s'élève dans ce cas à la hauteur d'un principe, — ne fournit de présomptions favorables à leur présence au *Burgerwald* que dans l'hypothèse où le gypse y serait éocène.

¹ Entendue toujours au sens large, comme la zone des dislocations tertiaires.

² Ces exceptions — dont la raison d'être, fondée sur une complication plus grande de l'histoire stratigraphique ou tectonique locale, n'est pas toujours aisée à découvrir — se présentent pour la « fontaine ardente » de St-Barthélemy (Grenoble), qui jaillit du lias supérieur; — les bitumes de l'Ain, dont une partie sort du jurassique et de l'urgonien, les autres étant helvétiques; — les pétroles et gaz de la Haute-Savoie, qui descendent quelquefois aussi dans l'urgonien; — l'asphalte de Seefeld, dans la vallée du l'Inn (Tyrol), subordonnée aux dolomies du rhétien; — l'asphalte des couches de Raibl, trias marin moyen, en Carinthie; — l'huile et l'ozokhélite de Gresten (Gamming), en Basse-Autriche, contenues dans les fissures du lignite jurassique inférieur; — l'asphalte du Monte Promina et de l'île Brazza, en Dalmatie, subordonnée au jurassique; — le groupe le plus inférieur des pétroles de Galicie et de Bukovine, subordonné aux couches néocomiennes de Ropianka, les autres groupes étant dans l'éocène et le miocène; — enfin, pour les pétroles crétacés de Florence (Fremont), dans le Colorado. — (Voir, dans le Bulletin de la Société fribourgeoise des Sciences naturelles, R. de Girard, Tableau des gîtes d'hydrocarbure repartis à la fois dans la série chronologique des terrains et dans les compartiments chorologiques de la lithosphère).

IV

La région préalpine en général.

A part ce qui a été dit du Burgerwald, je puis signaler encore, dans les Préalpes romandes, quelques indices d'imprégnation bitumineuse dont, à la vérité, l'importance technique est nulle et même la valeur comme jalons très problématique.

En remontant la série des formations, nous avons d'abord le calcaire grenu et compact du sinémurien qui présente, près de *Chamby* (Mont Cubly), une odeur de pétrole perceptible sur la cassure fraîche¹.

Le lias des montagnes du *Lac-Noir*, dans le Canton de Fribourg, contient du pétrole liquide accompagné d'ozokérite. J'ai fait cette découverte le 23 septembre 1902, pendant que l'un de mes élèves, M. Léo Cieplik, étudiait la géologie du Massif des *Bruns*. Le point en question est situé sur le cours du *Neuschelsbach*, à l'est des chalets du *Stierenberg*². Le torrent forme cascade au fond d'une gorge dont la paroi occidentale est en malm, tandis que l'orientale est formée par le calcaire foncé, dur et sableux du lias moyen (cymbien).³ Cette roche exhale sous le choc une odeur bitumineuse, intense surtout vers le bas de la paroi, et si l'on abat au marteau les têtes de couches qui affleurent dans le torrent, on voit couler sur la cassure un liquide visqueux qui forme dans l'eau

¹ Matériaux, t. XXII, (f. XVII), p. 323.

² Carte au 1/25.000, f. 364: « Schwarzsée ».

³ Voyer la fig. 4.

des taches irisées et laisse sur le papier une empreinte grasse : c'est du pétrole. En y regardant de plus près, on constate que la roche est sillonnée de veines spatiques lesquelles présentent des cavités drusiformes remplies d'une masse jaune-claire, grasse, facilement inflammable et tachant le papier comme le pétrole : nous pensons que c'est de l'ozokérite. On est là dans une faille¹ et il est connu que ce genre d'accidents est favorable à l'ascension des hydrocarbures, mais le dégagement est faible et rien n'indique qu'un sondage aurait chance d'être productif.

Vers l'extrémité sud de la chaîne des *Morthéys*, qui fait limite entre les cantons de Fribourg et de Vaud, on constate, à la base du lias supérieur, une modification de l'aspect ordinaire des couches : Parmi plusieurs alternances marneuses et calcaires, où les marnes prédominent, il y a, près de *Rossinières*, un banc de marne noduleuse grise et jaunâtre à l'extérieur, qui est rempli de moules de petits bivalves. On trouve cette couche aussitôt après avoir dépassé, sur le sentier de *Cuves*, le calcaire à crinoïdes et le massif de calcaire gris qui lui succède. La roche répand sous le choc une odeur fétide intense et contient même, dans ses fissures, des gouttes de bitume visqueux. M. Gilliéron a trouvé dans ce gisement un fragment de l'*Am. auguinus* Rein., caractéristique de la « pierre fétide » des schistes à posidonomyes de Franconie (lias ϵ)².

Au pied W. des rochers d'*Aveneyre*, qui font suite aux Rochers de Naye, le passage du *Petit-Tour*, ou *Pertuis d'Aveneyre*, permet de voir la coupe des couches de klaus (bathonien). En partant du point où le sentier venant du *col de Chaude* rejoint celui qui monte du chalet du *Petit-Tour*³, on y trouve des bancs calcaires compacts

¹ Pour la tectonique générale de cette région, voyez Leo Cicplik, Lic. der Naturwiss., Zur Geologie des N-O Theiles des Brunnen-Massivs, Inauguraldissertation zur Erlangung der Doktorwürde, Fribourg, 1905.

² Matériaux. XXII, p. 72 et 73.

³ Carte au 1 : 25.000, f. 465, cote 1637^m.

à odeur de naphthe perceptible quelque temps sur la cassure fraîche¹.

Le même horizon contient, dans le cirque de *Paray*, au pied S.-E. du *Vanil-Noir*, des feuillets de charbon brillant, véritable houille, d'où le nom de *Paray-Charbon* donné au chalet du S.-W. Les bancs calcaires qui accompagnent le charbon répandent au choc une odeur fétide bitumineuse².

Dans la chaîne des Gastlosen, la même odeur se dégage du calcaire marneux gris constituant le niveau à myes et brachiopodes, avant-dernier du dogger littoral à mytilus (bathonien)³ ; — de la base du massif calcaire (jura supérieur), qui forme la grande paroi ; — du calcaire triasique gris affleurant d'une manière intermittente au pied de cette paroi⁴ et de la brèche à matériaux triasiques formant la base de tout le système, par exemple au *Schortritztz*⁵. Par les jours chauds, le frottement des clous ou du bâton dégage une odeur très forte des éboulis du pied de la *Dent de Savigny*⁶. Dans la brèche, l'odeur qu'un coup de marteau suffit à réveiller, persiste pendant plusieurs années⁷.

Je tiens du Prof. Schardt que, dans les tunnels de *Jaman* (Haute-Gruyère), le lias, le bathonien et le flysch ont donné du grisou en quantité suffisante pour que l'arrêt de la ventilation durant un hiver, ait amené, à la rentrée du personnel, l'inflammation du gaz au contact des lampes et une petite explosion qui rompit le ventilateur.

De même, un tunnel percé à *Broc* (Gruyère) pour la nouvelle fabrique de chocolat, a rencontré un calcaire brun fétide, ressemblant à celui du dogger, et présentant une forte odeur de pétrole. Les coups de mine y déterminaient un petit écoulement limpide, incolore, dégageant

¹ Loc. cit. p. 91. ² Ibidem, p. 87. ³ Ibidem, p. 109.

⁴ Course du 16 juillet 1900 avec le Prof. Schardt.

⁵ Course personnelle du 14 juillet 1901.

⁶ Course du 17 août 1901.

⁷ Echantillons du laboratoire de géologie de Fribourg.

lui-même une odeur bitumineuse assez prononcée. Cette roche ne forme que des défilés limités au milieu d'un massif de calcaire à ciment¹.

Enfin, de l'huile de pétrole et de l'asphalte ont été signalés par Grüner à *Weissenburg* (Simmenthal), peut-être même dans la source des bains².

V

Le Plateau.

Ici, je n'ai à mentionner qu'une source (peu connue d'ailleurs) parfois accompagnée, dit-on, de gaz inflammable, à *Grandcour*, dans la Broye vaudoise.

¹ Communication de M. F. Marullaz, du 8 février 1901, obligeamment transmise à l'auteur par M. Lugeon.

² Matériaux, XVIII, p. 16,

VI

Le Canton du Valais.

L'industrie minérale de cette région a été décrite par l'ingénieur H. Gerlach, en 1859¹. Son exposé ne fait aucune mention d'hydrocarbures libres. Il indique seulement la teneur élevée en matière bitumineuse du charbon des *Cornettes* (jurassique supérieur ?), p. 8, et de celui de *Combre*, dans la gorge de *Chaudin*, (p. 14), tous deux au-dessus de *Vouvry*.

M'occupant, en 1883, de l'état des mines en Suisse, je n'ai rien appris de plus sur la question qui nous occupe². Pareillement, M. le prof. A. Evéquoz, qui a bien voulu prendre à mon intention, des informations précises auprès des gens les mieux informés³, est arrivé à un résultat absolument négatif.

Plus récemment, pourtant, un de mes élèves, M. B. Zurbriggen de *Randa* m'a fait part d'une trouvaille de pétrole qui aurait eu lieu aux environs de cette localité. Il s'est efforcé, mais en vain, d'apprendre l'endroit exact et les circonstances de cette découverte. Le « prospecteur », très jaloux, se refuse à toute confidence.

¹ Rapport au gouvernement valaisan sur l'état des mines (juillet 1859), dans les Matériaux, livr. XXVII^e.

² R. de Girard, Quelques mots sur la question des mines en Suisse (Bull. de la Soc. fribourg. des Sc. nat. pr. 1887).

³ MM. Wolf, prof. au Collège de Sion ; E. Stockalper, ingénieur, et Oggier, bibliothécaire cantonal.

VII

Etat actuel.

Depuis les études relatées dans les pages qui précèdent, rien n'a été tenté, sur les hydrocarbures, dans le Canton de *Fribourg*, ni dans la région préalpine, ni sur le Plateau.

Informations prises auprès des gens les mieux renseignés¹, il en est de même pour les Cantons de *Genève* et de *Neuchâtel*. Ce doit être la même chose en *Valais*, tandis que, dans le Canton de *Vaud*, des recherches nouvelles ont été entreprises.

Ce fut d'abord par un groupe d'études, à la tête duquel se trouvait feu M. Raoux, ingénieur, de Lausanne. Mais ces études ne portèrent que sur les documents relatifs à la contrée de Chavornay ; le groupe ne fit pas de travaux sur le terrain.

Plus tard, la question fut reprise par la « Société du pétrole vaudois », les principaux intéressés étant MM. Ernest Chavannes, banquier à Lausanne, et Armand Piguet, d'Yverdon. La société conclut un accord avec l'entre-

¹ M.M. Sarasin, professeur de géologie à l'Université de Genève ; Joukowsky, ingénieur des mines, docteur ès-sciences, et Albert Brun, docteur ès-sciences, également à Genève ; Berguer, ingénieur chimiste à Yverdon.

Conformément à une indication obligeamment donnée par ce dernier, il faut seulement intercaler, dans la série des tentatives genevoises, celle faite entre 1880 et 1884, par une société que dirigeaient M.M. Lormier et Desbans : Elle sonda, sur le territoire d'Avully, à la Gonderette, et dans la cour de l'usine Gardy, mais sans résultats.

M. Berguer a constaté, sur la rive gauche du Rhône, plusieurs points où la molasse (verdâtre) est fortement imprégnée. Ces couches semblent inférieures à celles de Dardagny.

prise de Pechelbronn, qui se chargeait des travaux, et obtint du Gouvernement vaudois une « autorisation de recherches », datée du 9 avril 1912. Les travaux furent effectués par les procédés les plus modernes, sous la direction de M. L. Berguer, ingénieur à Yverdon, qui a bien voulu me communiquer le rapport adressé au Conseil d'Etat de Vaud par la Société concessionnaire, le 11 avril 1913. Avec l'aimable autorisation de M. Berguer, j'en extrais textuellement les passages qui suivent :

« Sur le conseil de géologues spécialistes, attachés à l'entreprise chargée de forer les puits, le premier sondage fut fait à 1600 m. S.S.E. de la gare de Chavornay, au bord du Talent, entre la scierie et le moulin de Chavornay (feuille 295 de l'Atlas topographique). Les travaux commencèrent le 15 mai 1912 et furent poussés jour et nuit, sauf interruption du samedi soir au lundi matin. Ils furent arrêtés le 18 juillet 1912, à la profondeur de 246,4 m., alors que plus de 50 m. étaient déjà forés dans le calcaire urgonien, où toute chance de rencontrer du pétrole était exclue. Les formations traversées par la sonde ont été les suivantes :

de 0, — 0,50 m.	Terre arable.
0,50— 3,50	Sable, gravier, alluvions récentes du Talent.
3,50— 35,10	Sable lacustre limoneux, partiellement aggloméré.
35,10— 41,00	Molasse dure (grès).
41,00—166,00	Marne bigarrée avec minces feuillets de molasse dure, dont l'épaisseur atteint 1 m. au maximum. A 42,25 m. traces de pétrole et de gaz.
166,00—179,40	Marne brune ferrugineuse.
179,40—195,00	Marne rouge, fragments de calcaire blanc, cristallin.
195,00—246,40	Calcaire jaune.

« A 122,5 m. on a rencontré une faible couche de molasse pétrolifère, continuation évidente de celle qui affleure 700 m. en amont, au lieu dit « les Uttins » ; on

n'en a retiré que des traces d'huile. Au lieu des 400—500 m. de molasse attendus, on a rencontré, à 195 m. déjà, le calcaire urgonien.

« Dans l'espoir d'y rencontrer une épaisseur plus considérable de terrains tertiaires, le deuxième sondage fut fait à 1800 m. en aval du premier, à 950 m. Sud-Ouest de la gare de Chavornay, dans la plaine, au lieu dit « La Ténettaz » (Cote 443, feuille 295 de l'Atlas topographique). On y a rencontré les formations suivantes :

de 0,00— 0,60 m.	Terre arable.
0,60— 9,50	Marne grise avec couches de sable.
9,50— 10,50	Gravier, sable, cailloux.
10,50— 26,00	Sable lacustre limoneux.
26,00—102,00	Marne grise avec minces feuillets de molasse dure (grès).
102,00—114,50	Molasse (grès) à gros grains, avec quartz ;
114,50—175,50	Marne bigarrée sableuse.
175,50—195,00	Marne rouge, avec fragments de calcaire blanc, cristallin.
195,00—202,50	Calcaire jaune.

Ici on n'a pas trouvé trace de pétrole et, comme au premier sondage, on a traversé le calcaire urgonien dès 195 mètres.

« Sur le vu de ces résultats, à cause surtout de la faible épaisseur des terrains tertiaires, les géologues consultés émirent l'avis que de nouveaux sondages faits dans le périmètre de la concession n'auraient aucune chance de succès. En conséquence de quoi le consortium décida de cesser définitivement ses travaux de recherches. »

« Une collection complète des débris de roche retirés des sondages a été remise au Musée géologique de l'Université de Lausanne. Sur la demande de M. le professeur C. Schmidt, une deuxième collection lui a été transmise, pour l'Institut géologique et minéralogique de l'Université de Bâle. »

Aux indications de son rapport, M. Berguer a bien voulu¹ ajouter celle-ci encore : Le gisement bitumineux le plus septentrional de la région se trouve dans le village même d'Onnens. En creusant un puits pour chercher de l'eau, on y rencontra la molasse pétrolifère par 3 mètres environ de profondeur. Mais le calcaire urgonien affleure tout près de là et doit se trouver, sous Onnens, à quelque chose comme 30 mètres de profondeur.

Enfin, je dirai encore que M. Laurent, ingénieur à Chavornay, voulut bien m'accompagner dans une nouvelle visite au gîte du Talent². Ce point, marqué d'un triangle noir sur la carte géologique au $1/100000$ (F. XI, 2^e édit., géol., 1893), est situé entre les deux moulins, dans le lit du ruisseau, et dans la région de ses barrages. On y voit, à découvert, une grande surface de molasse sillonnée de marmites allongées. Par places, la roche est noircie et dégage une forte odeur bitumineuse ; pulvérisée et jetée dans l'eau, elle y détermine des irisations prononcées.

¹ Le 8 juillet 1913.

² Le 5 juillet 1913. — M. Laurent, comme M. Berguer, me fit un accueil des plus charmants.



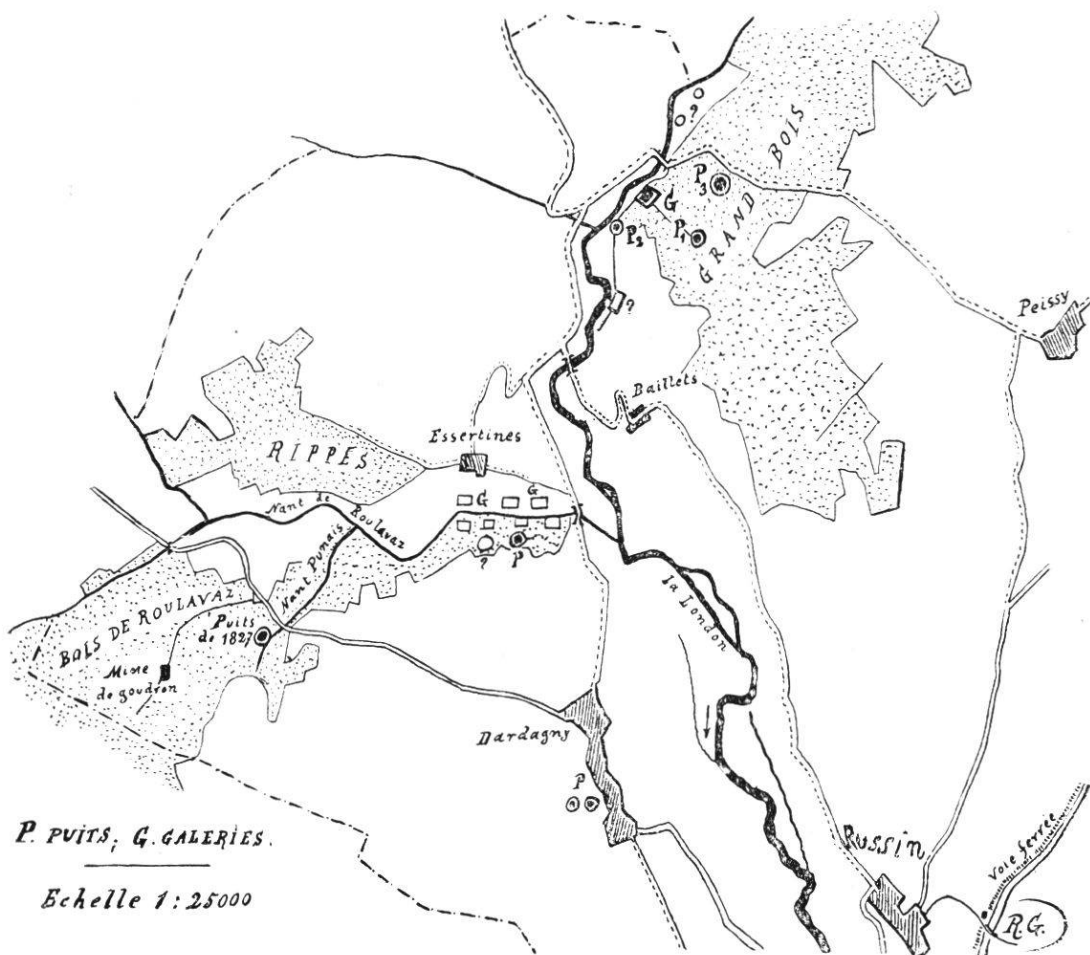


Fig. 1. — Plan de situation des travaux
dans le Canton de Genève.

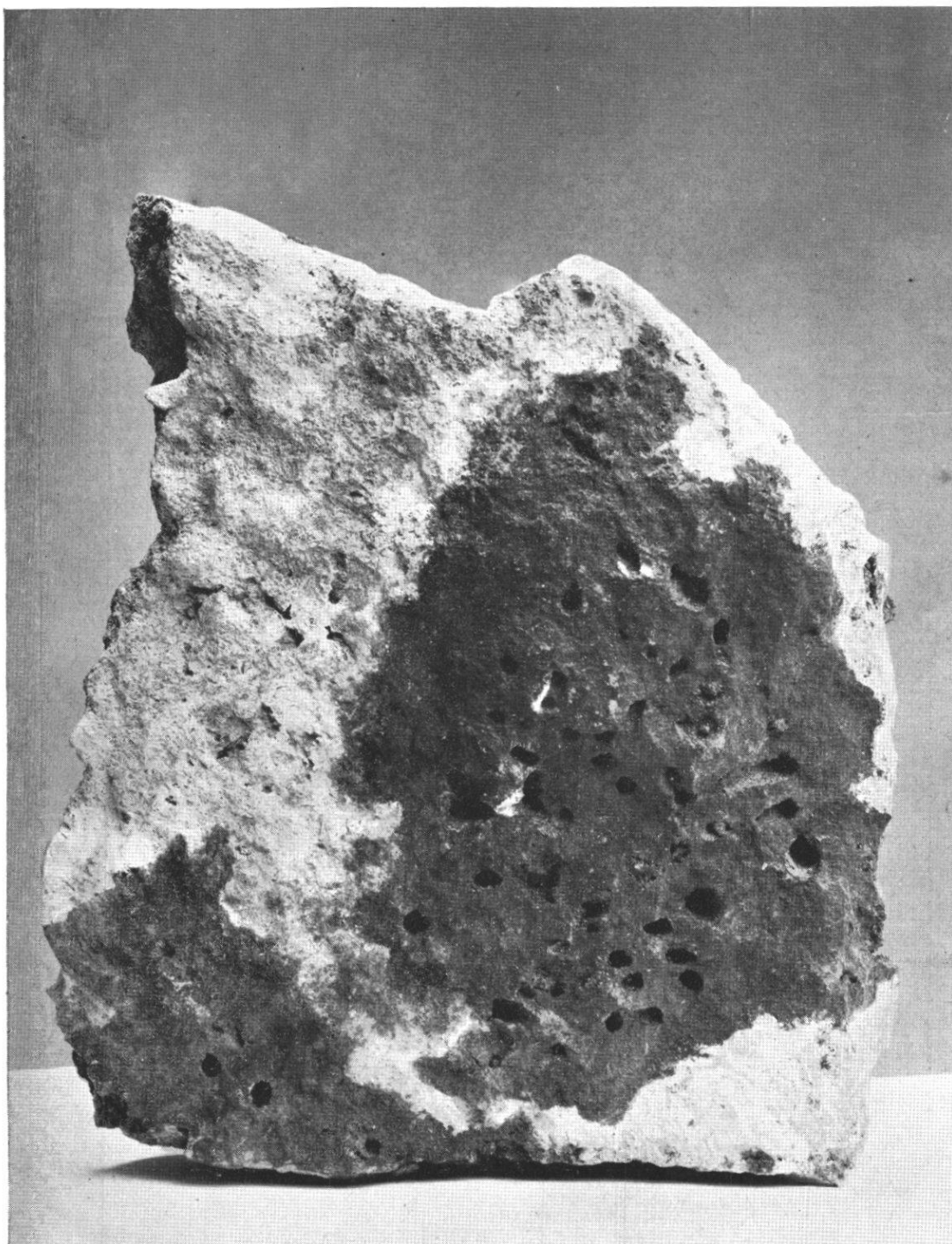


Fig. 2. — Roche asphaltique caverneuse
de la carrière N de Bevaix.

(Cliché de M. Macherel, à Fribourg.)



Fig. 3. — L'escarpement des grès du flysch,
au Burgerwald.

(Cliché de M. Macherel à Fribourg.)

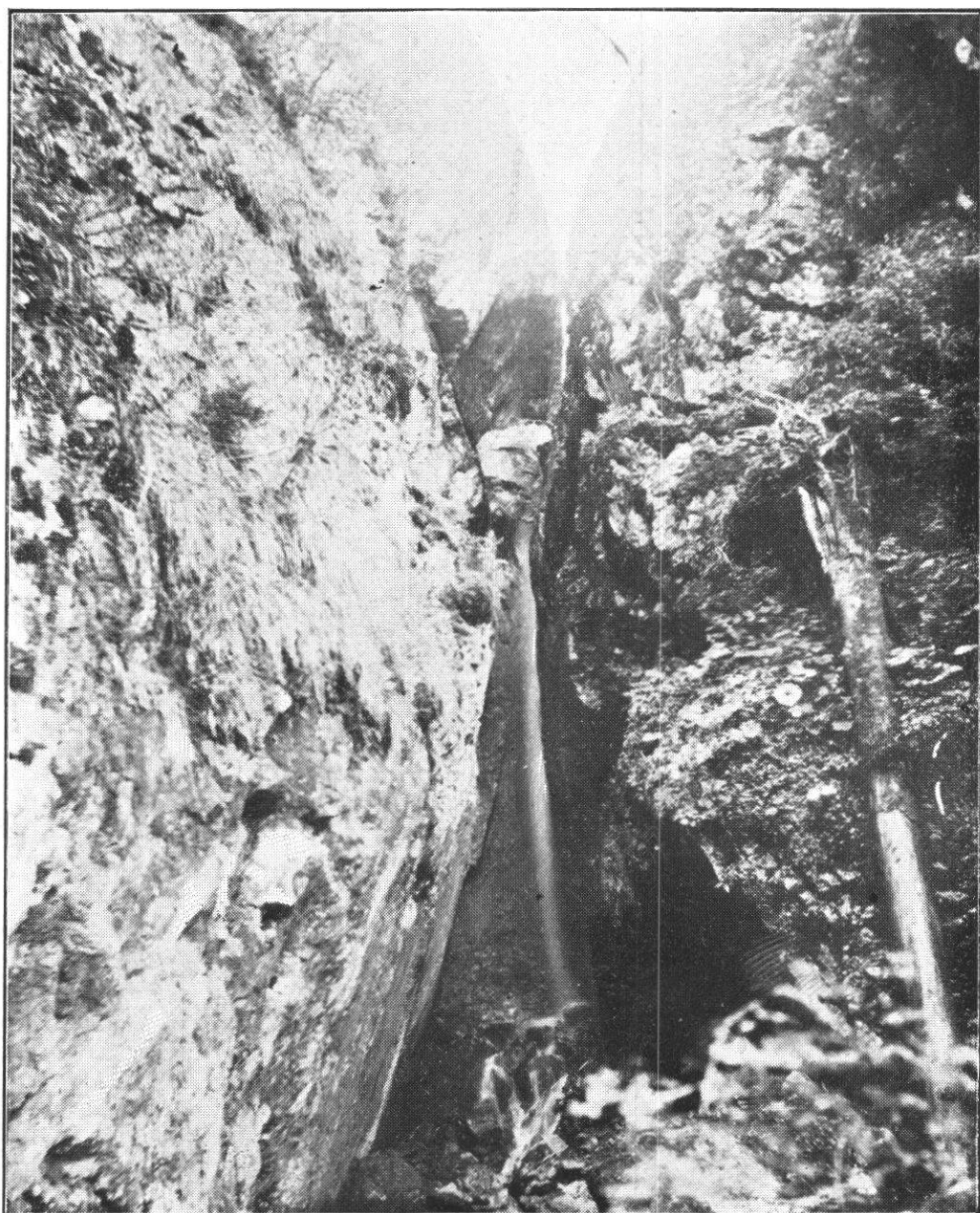


Fig. 4. — La gorge du Neuschelsbach.

