

Les réserves minérales de l'Ajoie : la mise en valeur de ces réserves : création de nouvelles industries et d'un outillage nationale approprié

Autor(en): **Lièvre, L.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Les intérêts du Jura : bulletin de l'Association pour la défense des intérêts du Jura**

Band (Jahr): **17 (1946)**

Heft 7-8

PDF erstellt am: **30.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-825560>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

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

LES INTÉRÊTS DU JURA

Bulletin de l'Association pour la défense des intérêts du Jura

Paraissant 8 à 12 fois par an

Président de l'A. D. I. J. : M. F. REUSSER, Moutier Tél. 9 40 07	Secrétaire de l'A. D. I. J. et Administr. du Bulletin : M. R. STEINER, Delémont Tél. 2 45 83	Caissier de l'A. D. I. J. : M. H. FARRON, Delémont Tél. 2 16 57
---	--	--

Compte de chèques postaux : IVa 2086, Delémont. — **Abonnement annuel**: fr. 5.—, **le numéro**: 75 ct. — **Publicité**: S'adresser au Secrétariat de l'A. D. I. J. à Delémont.

Editeur: Imprimerie du « Démocrate » S. A., Delémont.

Pour toute reproduction de textes, indiquer la source.

Les réserves minérales de l'Ajoie

La mise en valeur de ces réserves Création de nouvelles industries et d'un outillage national approprié

L'enseignement des deux guerres mondiales touchant l'économie nationale suisse a révélé que la *meilleure forme du capital c'est le travail*, à condition qu'il ait à sa disposition l'intermédiaire indispensable : *l'outillage*.

L'expérience de ces deux guerres a mis également en relief l'insuffisance de la politique basée sur la constitution de stocks, pour obvier aux difficultés d'importation de certaines matières, les carburants et les lubrifiants, par exemple.

Il devient évident que la Suisse, s'inspirant des leçons de ces années d'épreuves, devra adopter la même attitude résolue, dont elle a fait preuve dans l'équipement de ses forces hydrauliques, pour la mise en valeur de ses réserves nationales de carburants en schistes bitumineux, en lignites, en charbons minéraux, en hydrocarburants, etc.

Malgré les faibles résultats qui peuvent être enregistrés au début d'une exploitation industrielle de ces ressources indigènes, il est possible de mettre sur pied une œuvre viable, en agissant avec vigueur et persévérance. A côté des difficultés techniques très longues à vaincre pour y parvenir, il faut encore lutter contre les gens sincères qui ne croient pas en la réussite et craignent

les frais et surtout contre la routine bureaucratique que toute innovation dérange dans ses vieilles et tranquilles habitudes.

D'ailleurs, la nécessité de créer des occasions de travail et d'organiser rationnellement ce travail, imposera à notre pays la mise sur pied de nouvelles industries pour couvrir des besoins urgents nés des transformations qu'entraînera l'économie mondiale d'après guerre.

Entre autres industries dont il convient d'envisager sans délai l'introduction en Suisse, celle des carburants nationaux se place au premier rang, car il importe de faire face à la carence d'importation d'hydrocarbures et de nous rendre de plus en plus indépendants de l'étranger sous ce rapport.

L'équipement moderne, l'application de techniques éprouvées, peuvent donner l'essor désiré à cette industrie des carburants nationaux, à la condition que la production soit orientée non vers des bénéfices personnels, mais uniquement en vue du bien de la communauté. Nous sommes persuadés que la mise en valeur, par le moyen d'un outillage ayant fait ses preuves en d'autres pays, des substances minérales telles que les schistes bitumineux qui se rencontrent abondamment chez nous, aboutirait à des réalisations avantageuses au point de vue économique et social.

Ainsi que l'ont prouvé les événements de ces dernières années, l'outillage est pour une nation la seule vraie forme de l'épargne. La Suisse qui a pu créer un outillage de guerre remarquable en un temps record, trouvera aussi les moyens pour créer un outillage de paix qui assurera à sa population du travail et du pain.

Au point de vue de l'approvisionnement en matières premières, il semble qu'on se berce en Suisse d'une dangereuse illusion ; on croit qu'après la guerre l'abondance de ces matières rendra vaine la mise en valeur des faibles richesses minérales que nous possédons. Erreur, que l'expérience de la dernière conflagration mondiale a fait apparaître dans toute son ampleur.

Non, l'équilibre entre les besoins et les arrivages de certaines substances ne se réalisera pas de sitôt ; car il y a partout une telle disette de ces produits que, durant de longues années encore, il sera nécessaire de parer à leur rareté en organisant l'exploitation des gisements même les plus modestes, pouvant en fournir.

D'ailleurs, un argument déterminant en faveur de la mise en valeur des richesses minières nationales est la constatation que les réserves des produits les plus précieux pour les industries n'ont cessé d'aller en s'épuisant depuis le début de la dernière guerre.

Une discussion publique, qui a eu lieu aux Etats-Unis, il y a deux ans environ, au sujet du pétrole et des métaux non ferreux, tels que cuivre, zinc, plomb, etc., a révélé au monde que les réserves de ces matières sont descendues à un niveau si bas qu'il sera nécessaire à la grande république de trouver une solution rapide pour parer à cette situation absolument déconcertante.

Qu'en sera-t-il après la guerre, alors que la reconstruction, la restauration, la réorganisation industrielle exigeront des quantités énormes de ces matières essentielles ?

De toute évidence, il faudra que chaque pays, chaque région s'efforce de tirer du sol toutes les richesses minérales qu'il recèle et d'en assurer le plus rationnellement possible la mise en valeur.

Aperçu géologique. — Stratigraphie tectonique
Les zones du pays d'Ajoie les plus intéressantes
au point de vue des recherches de matières
minérales utiles

Dans le programme établi par la Commission scientifique de l'A.D.I.J. une large place était faite à la *Recherche des richesses minérales du Jura*. Désigné pour m'occuper plus spécialement de cet objet, je pus continuer la prospection entreprise depuis plusieurs années d'une région qui m'était familière : le district de Porrentruy, l'Ajoie. Cette région offre au point de vue géologique un intérêt tout particulier. En effet, elle porte le dernier grand pli jurassique, la chaîne du *Mont-Terrible-Lomont* désignée aussi sous le nom de *Chaignons*, puis, au nord de celle-ci, un système de plateaux ou de horsts qui constituent le *Jura tabulaire ajolot* et, entre les deux, une dépression allant de Grandfontaine à Charmoille, d'une part, et à Bonfol-Beurnevésin, d'autre part, où elle confine aux terres légèrement ondulées de la Haute-Alsace et du Belfortais, en bordure des Vosges. Ainsi, cette région présente des diversités structurales dont j'ai exposé la genèse dans un ouvrage consacré à l'étude des phénomènes karstiques qui s'y manifestent énergiquement¹.

L'interprétation des données fournies par la stratigraphie et la tectonique m'avait permis de formuler deux conclusions importantes, à savoir :

1. La contrée d'Ajoie a pris naissance sur le socle hercynien et, pendant toute la durée des dépôts triasiques et jurassiques, cette contrée dépend de la zone hercynienne (Vosgienne). Le socle sur lequel ces matériaux se sont tassés au cours des âges s'étend actuellement à une profondeur de 1100 mètres environ au-dessous du niveau moyen de l'Ajoie.

2. Au moment du plissement du Jura, sous l'action des poussées alpines, nos chaînes jurassiennes, y compris le Mont-Terrible-Lomont ne forment plus qu'un simple faisceau d'anticlinaux dévié des chaînes subalpines.

Le pays de Porrentruy tient donc à la région hercynienne et à la région alpine, et c'est à cette dépendance complexe qu'il doit sa diversité de structure et de constitution. Cette situation,

¹ Lucien Lièvre — Le karst jurassien — Hydrologie de la Haute-Ajoie et découverte d'une rivière souterraine du Jura bernois.

cette diversité constituent des facteurs déterminants pour l'établissement des possibilités de présence de telle ou telle matière minérale dans le sous-sol de ce territoire.

L'étude attentive de certaines portions du district de Porrentruy m'a conduit à en circonscrire trois qui offrent sous ce rapport des conditions tout particulièrement favorables.

1. Le territoire situé entre la Vendeline et la frontière alsacienne.
2. Le territoire situé au sud du village de Bressaucourt.
3. Le territoire qui s'étend d'Asuel à Courtemaury, au cœur même de l'anticlinal Mont-Terrible-Lomont.

Les événements survenus depuis le 10 mai 1940 et la nécessité qui s'imposa bientôt à la Suisse de tirer le meilleur parti possible de son potentiel économique, pour parer à la carence des importations de nombreux produits, m'incita à diriger mes recherches dans la zone de l'anticlinal Mont-Terrible-Lomont, où de puissantes dislocations facilitent la prospection, tout en imposant la plus grande circonspection dans les pronostics qu'on peut formuler.

Mais, avant d'entreprendre ces recherches, il était indispensable d'étudier toute la documentation scientifique concernant la région à prospector et, plus particulièrement, les résultats des fouilles, des sondages, des explorations exécutées antérieurement en Ajoie, en vue de découvrir, éventuellement d'exploiter les richesses minérales de son sous-sol.

Nous allons donc sommairement passer en revue ces différentes interventions dans le sous-sol ajoiot et nous efforcer d'en dégager d'utiles indications.

Recherches minéralogiques en Ajoie

1. Fouilles opérées antérieurement à nos recherches.

Le percement des tunnels et le forage de puits d'aération ont fourni de précieuses indications concernant la stratigraphie et la tectonique du pays.

Quant aux fouilles proprement dites, exécutées en vue de la recherche de minéraux, elles n'ont pas été nombreuses :

En 1828, à Cornol, dans les parages des gypsières, on foragea un puits de 1100 pieds dans le but de rencontrer des gisements de sel. Ce forage n'aboutit pas à la découverte de sel, mais permit à Thurmann de démontrer que, dans cette région de la chaîne des Rangiers, le Trias chevauche sur le Jurassique (Oxfordien).

En 1873-1874, dans les mêmes parages, un puits établi par Thurberg de la Malcôte, en vue de trouver de la houille, ne donna aucun résultat tangible.

Enfin, du 10 juillet 1917 au 28 mai 1919, à Buix, au débouché de la « Grande Vallée », un forage fut pratiqué par les soins

de la « Schweizerische Kohlenbohrergesellschaft » jusqu'à la profondeur de 1045,70 m. sans trouver cependant les couches du Carboniférien supérieur (Stéphanien), productrices de charbon.

L'échec de ce dernier forage est dû au fait que les évaluations d'épaisseur des différents étages stratigraphiques étaient fort en-dessous de la réalité. On commença donc le trou de forage avec un diamètre trop petit (555 mm.) réduit à 1054,70 m., à 108 millimètres. Il semble bien que les accidents survenus à l'appareil au cours des travaux, sont dus, en dernière analyse, à l'étroitesse des tubes inférieurs. Malgré l'échec signalé du forage de Buix, on peut tirer d'utiles indications des constatations faites au cours des travaux. La principale est la parfaite horizontalité des terrains traversés, des marnes à chailles de l'Oxfordien, au gré supérieur du Permien. D'autre part l'épaisseur des différentes couches correspond assez exactement à celle des mêmes terrains du Belfortais, au sud de l'anticlinal de Chénébier, mais est différente de celle des couches du Jura plissé. (Voir fig. 1).

Cette analogie des terrains de l'Ajoie et du Belfortais est à la base des pronostics qui concluent à la probabilité de l'existence dans notre sous-sol de terrains Carbonifériens productifs (Stéphanien) à la base du Trias et du Permien.

Nous nous abstenons de commenter les raisons qui militent en faveur de ces pronostics ; on trouvera à ce sujet d'amples développements dans l'ouvrage « Die Bohrungen von Buix bei Pruntrut... » cité plus haut.

Cependant deux points restent à examiner.

Premièrement, le lieu le plus favorable pour de nouvelles fouilles ; secondement, les possibilités de rencontrer, au cours des travaux, des minéraux exploitables autres que les charbons.

Nous connaissons les considérations qui ont fait prévaloir la localité de Buix sur d'autres endroits situés à des horizons géologiques beaucoup plus bas, tels que les parages au sud-est de Cornol, où affleure le Keuper.

Mais nous pensons que le chevauchement du Trias sur le Jurassique, établi par les travaux de Thurmann, comme il a été dit plus haut, n'intéresse pas toute la région au nord des Chaignons (Mont-Terrible) ou affleurent des terrains Keupériens.

En particulier, la région dite « Derrière-Monterri », où se rencontrent à faible profondeur les gypses gris et les marnes de l'assise inférieure du Keuper et même les calcaires supérieurs du Conchylien, ne paraît pas être affectée, dans son ensemble, par les phénomènes de chevauchement qui caractérisent les parages au sud de Cornol.

Le chevauchement de Cornol a son pendant, non pas dans le vallon de Mont-Terri, mais plus au nord, sur une ligne allant de St.Gelin à la forêt de Sous-Plainmont.

Par contre la dislocation qui se raccorde aux lignes de fracture du Sundgau et de Pleujouse et qui s'étend longitudina-

lement de l'est à l'ouest, au sein de la chaîne du Mont-Terrible-Lomont, a profondément modifié l'allure des couches dans la zone de Derrière-Monterri, où se manifestent des bouleversements très complexes.¹

Ici, la voûte de l'anticlinal de Mont-Terrible est rompue dans le sens longitudinal. Le flanc sud de cette large brisure montre les calcaires du Dogger surplombant, en un escarpement abrupt, le vallon dont les pentes méridionales, au-dessous de l'escarpement, sont constituées par des masses moutonnées provenant de glissements, d'éboulements des strates affectés par la rupture.

Le flanc nord n'est pas redressé ou renversé; il paraît être en place dans les blocs qui portent le Camp de Jules César et Sur-Moron. Mais ces blocs sont décapités de leur couverture de Malm qui, glissant sur l'« Oxfordien », s'en est allée, au nord, chevaucher les terrains plus récents.²

Certes, la configuration extérieure du sol si bouleversé de Derrière-Monterri ne permet pas de conclure *ipso facto* à la présence du terrain houiller, malgré les affleurements Keupériens et Conchyliens déjà signalés, car rien n'est très net de l'allure des couches, de leur pendage, de leur épaisseur. Si l'on veut acquérir une réelle certitude sur la stratigraphie de la région, il est indispensable que des fouilles systématiques y soient faites et leurs résultats interprétés méthodiquement. C'est seulement après ces travaux préliminaires que l'on pourrait aborder des forages en vue d'arriver dans le carboniférien.³

D'ailleurs on constaterait sans peine par la présence de sel gemme à faible profondeur, que la disposition des terrains est favorable ou non à des recherches plus profondes.

Les gisements bitumineux dans les parages du Mont-Terrible. — Pétrographie. Caractères généraux des schistes bitumineux d'Ajoie

Cette étude des sondages exécutés en Ajoie antérieurement à nos recherches et l'examen critique des résultats auxquels ils ont abouti nous ont conduit — on vient de le voir — à concentrer notre attention sur la région située sur le flanc nord du Mont-Terrible-Lomont, dernière chaîne parallèle du Jura Suisse, s'étendant du nœud orographique des Rangiers jusqu'à St-Hypolite (France). Que pouvait-on trouver dans cette région?

Pour répondre à cette question, il fallait d'abord reconnaître la nature des couches géologiques qui s'y rencontrent, et déterminer ensuite les matières minérales utiles qu'elles sont susceptibles de renfermer.

¹ Cf. Koby F. : *Peut-on trouver de la houille à Cornol.*

² Cf. H. Liniger et A. Werenfels : *Zur Tektonik der Umgebung von Asuel u. St-Ursanne.*

³ Cf. Kelterborn : *Beobachtungen im Mont Terri-Gebiet zwischen Courgenay u. Asuel (Bernier Jura).*

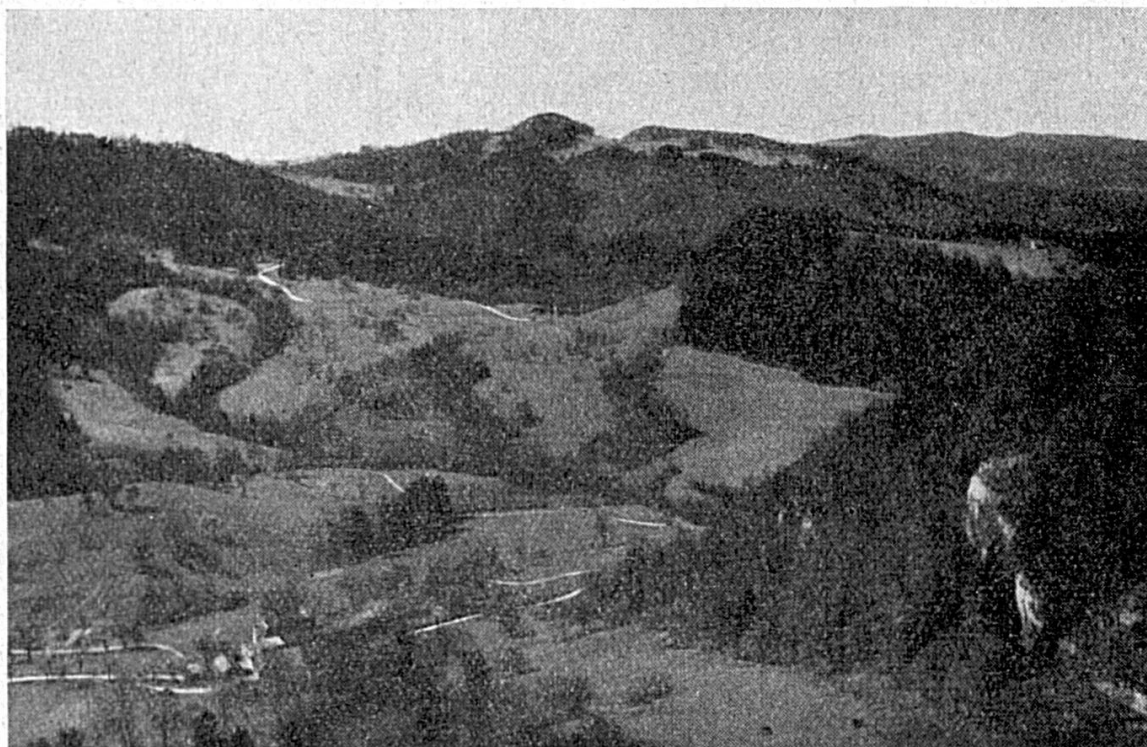


Fig. 2. — Région de Derrière-Monterri où furent découverts les gisements de schistes bitumineux
Cliché A D I J. No 225

Partant ensuite de la connaissance des couches affleurant dans la région, il paraissait logique d'étudier les possibilités de rencontrer, au-dessous de celles-ci, d'autres couches que l'on sait contenir telle ou telle substance pouvant donner lieu à une exploitation avantageuse, dans les conditions actuelles.

C'est en procédant précisément comme il vient d'être dit que nous avons rencontré, dans la Combe Derrière-Monterri, les étages géologiques les plus bas que nous connaissons dans le district de Porrentruy, soit le *Lias*, puis le *Keuper* et même quelques lambeaux de *Conchylien* ou *Muschelkalk* (Voir fig. 3).

Mais, chez nous, le *Lias* peut renfermer des *Schistes bitumineux*. Quelques gîtes de ces schistes nous étaient connus, mais dans une situation qui les rendait difficilement accessibles. Aussi, nos prospections tendirent-elles, avant tout, à identifier de nouveaux gisements facilement exploitables.

Nous avons réussi, après de longues recherches, à découvrir d'importants bancs de schistes bitumineux, situés à fleur de terre, dans des zones propices à une exploitation à ciel ouvert.

Quelques fouilles pratiquées en différents points du vallon de Derrière-Monterri, dans les parages de la Malcôte, d'Asuel et de Pleujouse, nous permirent de procéder à un examen approfondi de la structure de ces couches bitumineuses, de leur allure, de leur répartition et de leur extension.

Nous pûmes ainsi déterminer l'horizon géologique des affleurements de cet étage du Lias et envisager la présentation à l'autorité compétente d'une demande de permis de fouilles, basée sur l'établissement du tracé de cet horizon sur la carte topographique exigée pour l'octroi de ce permis.

Mais avant d'entrer dans les détails concernant ces démarches, nous allons exposer brièvement une série de faits qui justifieront l'importance qu'on attache à ces schistes bitumineux.

Parmi les substances minérales qui pourraient constituer la base d'une nouvelle industrie des carburants et lubrifiants nationaux, les roches bitumineuses sont celles qu'on rencontre en Suisse en plus grande abondance.

Au point de vue technique, quatre gisements de ces roches méritent l'attention en raison de leur richesse relative en matières bitumeuses et de leur étendue.

Ils sont répartis dans les Alpes méridionales, le Jura et le Plateau molassique ; ils appartiennent aux terrains triasiques, jurassiques, crétacés et molassiques.

1. Schistes bitumineux du San Giorgio (Tessin) Trias inférieur.
2. Schistes bitumineux du Lias, Jurassique inférieur.
3. Asphaltes de la Presta (Val de Travers) Crétacique inférieur.
4. Grès bitumineux de Dardagny (Genève) Molasse inférieure.

De ces quatre catégories, celle qui offre le plus d'intérêt pour nous est la deuxième, celle des schistes du Lias.

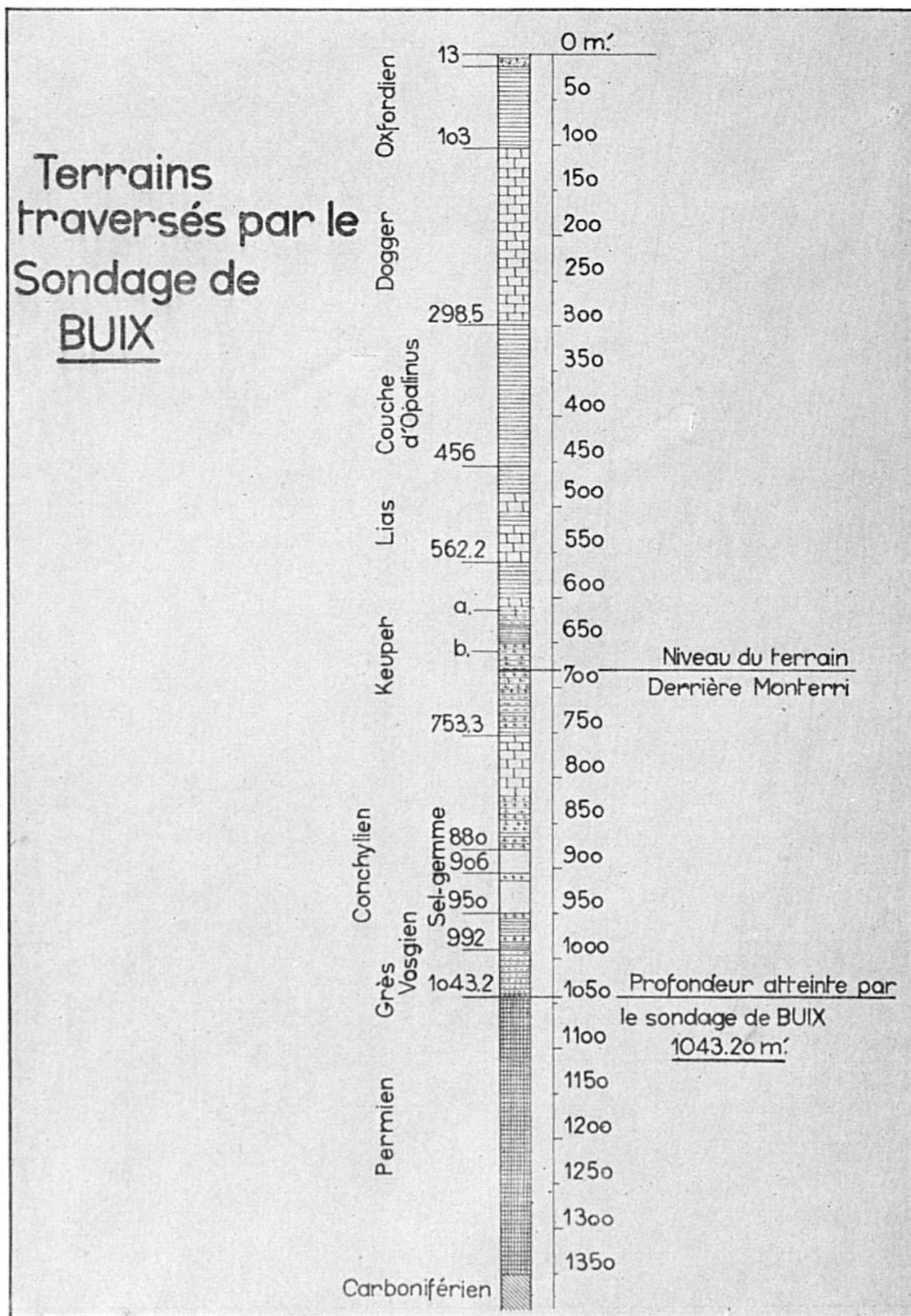
Ce sont les schistes à Posidonomyes, les « Posidomienschiefer » des Allemands, les pyroschistes des Français et des Belges. Ils se rencontrent en Suisse dans différentes régions du Jura, du Randen (canton de Schaffhouse) jusqu'en Ajoie (Jura bernois). Ce sont des formations argileuses ou marneuses de la consistance de l'ardoise, imprégnées d'hydrocarbures insolubles, qui ne peuvent être séparées que par une carbonisation en vase clos (Schwelung). Par cette carbonisation, ces hydrocarbures engendrent une huile assez semblable au pétrole brut, dite « huile de schistes ». Par distillation fractionnée, cette huile donne des essences de pétrole, du gaz oil, des huiles de graissage, de la paraffine, du brai, du coke, du soufre, etc.

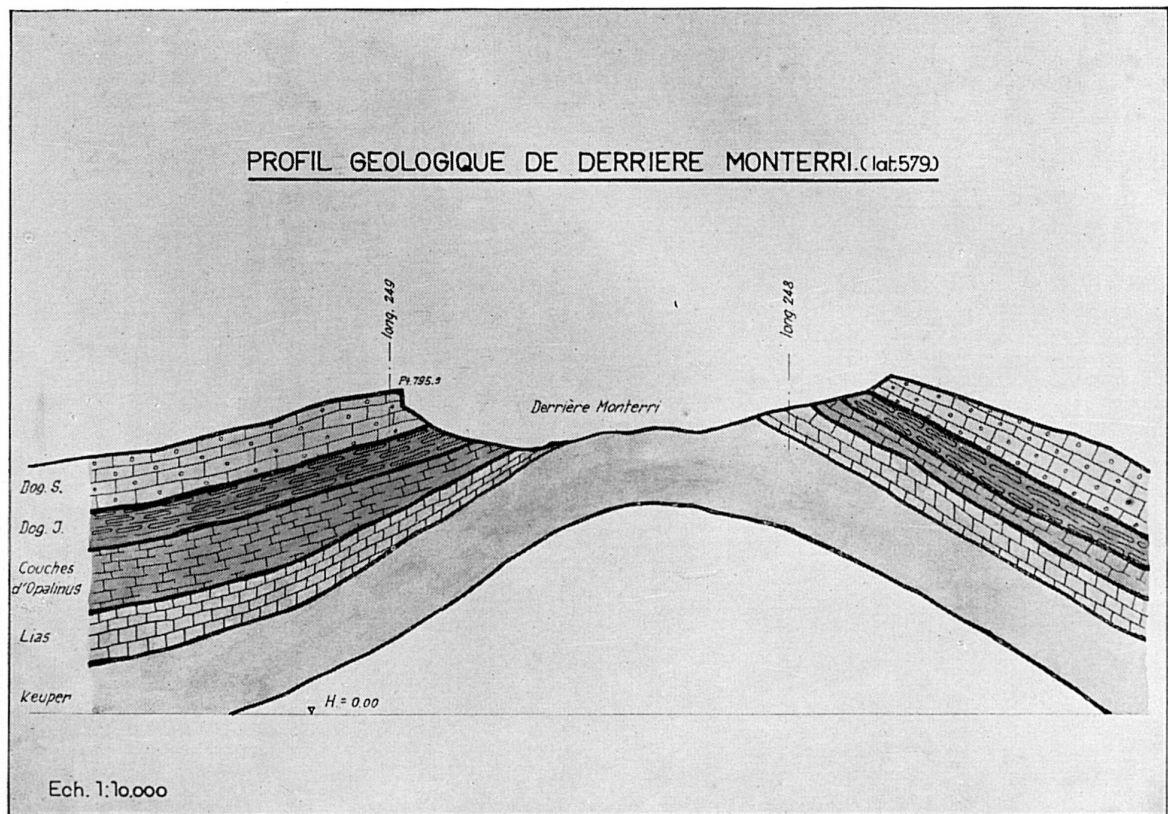
Comment les schistes bitumineux se classent-ils parmi les combustibles minéraux ?

Dans sa *Géologie des minéraux*, M. Raguin, professeur à l'Ecole nationale supérieure des Mines à Paris, définit de la manière suivante les trois catégories de ces combustibles : schistes bitumineux, charbon, hydrocarbures libres.

Les *schistes bitumineux* ou pyrobitumes contiennent des hydrocarbures potentiels, c'est-à-dire insolubles dans les solvants organiques, mais pouvant être extraits par une distillation vers 500° ou au-dessus.

Terrains traversés par le Sondage de BUIX





Cliché A D 11, No 226

Fig. 3

Les *charbons* tiennent des hydrocarbures plus facilement libérables à basse température (250° à 350°).

Les *hydrocarbures libres* sont des mélanges d'hydrocarbures solides, liquides ou gazeux, pouvant être extraits des roches qui les contiennent par une dissolution dans le chloroforme ou le benzène.

On rattache à la série des hydrocarbures libres, les *oxi-bitumes* ou *asphaltes*.

En d'autres termes et contrairement à ce qui a lieu pour les *pétroles*, les *asphaltes*, le *charbon* et les *lignite*s, les *schistes bitumineux* ne contiennent des hydrocarbures qu'à l'état *potentiel*.

En outre, sous l'action de solvants, tels que le chloroforme et le benzène, les *schistes bitumineux* ne cèdent que le 1,5 à 3 % d'extraits, alors que les *houilles grasses* en donnent jusqu'à 60 %.

D'autre part, les huiles provenant de la *semi-carbonisation*, de la *houille* ont généralement une densité supérieure à 1, tandis que la densité des *huiles de schistes* est presque toujours inférieure à 1 (0,875-0,950).

Origine des schistes bitumineux

Dans son *Traité de Pétrographie* (1925), J. de Lapparent a écrit ce qui suit :

« Les *schistes bitumineux* font partie de la catégorie de dépôts qu'on qualifie de *sapropélites*. Le *sapropèle* résulte de l'accumulation et de la putréfaction à l'abri de l'air d'une infinité d'organismes de petite taille ou de débris d'organismes : des êtres planctoniques ou vivant en « fleurs d'eau » tant animaux que végétaux, mais principalement des algues gélatineuses et huileuses en paraissent être la matière. Se sédimentant avec de fins matériaux détritiques, ces êtres variés forment le dépôt dont l'évolution donnera le *schiste bitumineux*.

» Cette évolution est fonction de la pression et des conditions de putréfaction. On peut penser que celles-ci ont parfois pour effet de donner rapidement des hydrocarbures fluides qui tendront à quitter le sédiment constamment pressé pour gagner des dépôts poreux avoisinants. Si la putréfaction convertit toute la matière organique en produits fluides, ceux-ci pourront quitter le schiste, dans lequel il n'en restera que des traces. Tel paraît être le cas de beaucoup de gisements où l'on voit des *sables pétrolifères* à côté d'*argiles* ou de *schistes stériles* : *argiles* ou *schistes seraient en réalité la roche-mère du pétrole*. Mais, si le mode de putréfaction ne fournit pas d'hydrocarbures fluides, le *schiste bitumineux* se forme ».

Ce magistral exposé a été confirmé et complété par les travaux de nombreux spécialistes.

Comme nous avons plus particulièrement en vue les *schistes du Jurassique*, nous nous bornerons à donner à leur sujet quelques compléments.

Les schistes bitumineux de l'Ajoie

Les schistes bitumineux que nous avons identifiés dans la zone de Derrière-Monterri appartiennent à l'horizon des couches à *Posidonies* ou *Posidonomyes*, activement exploitées dans le Pays de Bade ou en Wurtemberg, ainsi qu'en d'autres régions. Ces couches font partie de l'étage du Lias. Sur l'origine de ces roches combustibles, on connaît les théories de Carl Engler, qui les a exposées dans un ouvrage en cinq volumes : *Das Erdöl* (Leipzig, chez S. Hirzel 1919) et dans diverses autres publications.

Les travaux de Carl Engler, réalisés dans les laboratoires de Karlsruhe pendant la *Guerre mondiale*, permirent aux Allemands de produire de l'essence par le traitement des schistes bitumineux, ainsi que des huiles et des lubrifiants qui leur faisaient défaut par suite du blocus.

Les analyses des schistes à Posidonies badois et wurtembergeois ont révélé une teneur d'environ 5 % d'huile minérale. Ce chiffre est une moyenne qui varie suivant les gisements.

Quand à la genèse de la formation des bitumes, elle peut être expliquée par une action de polymérisation. En présence de l'eau, les résines, cires, graisses enfouies sous les sédiments ont subi une sorte de saponification qui les a transformées en acides gras ou résineux.

Après décomposition sous l'action de la chaleur et peut-être de la pression, puis élimination de différentes substances chimiques, ces acides ont donné les produits de polymérisation élevés, tels que le bitume, le copal, l'ambre jaune, toutes substances organoïdes naturelles.

Un fait remarquable est que le pétrole brut peut s'élaborer dans les schistes bitumineux. En distillant ceux de Ubstadt (localité de la ligne Heidelberg-Bruchsal) on a obtenu des essences très volatiles. D'autre part on a trouvé près du village de Niedereggenen, entre Badenweiler et Schliengen (ligne Bâle-Fribourg-en-Brisgau) du pétrole qui suinte dans une carrière de pierre, assez abondamment pour qu'on puisse en recueillir par petites quantités.

Ces constatations peuvent être rapprochées de celle qui fut faite, à proximité de Courgenay (District de Porrentruy) et qui est rapportée dans le *Journal des Mines* N° XIV, Brumaire an 11 (1796) page 72, par le citoyen Girod-Chantrains, relative à une mine de pétrole nouvellement reconnue dans le département du Montterrible.

« Je m'empresse de vous rendre compte du voyage que je viens de faire à Porrentruy, pour observer la prétendue mine de houille qui vous a été annoncée et que j'ai reconnue pour une mine de pétrole. C'est la variété que l'on désigne sous le nom de poix minérale. Cette mine est à environ 5000 m. au S.-E. de Porrentruy ; le coteau au pied duquel elle se manifeste est un terrain calcaire de seconde formation.

Le pétrole suinte à travers les gerçures d'un rocher qui n'a pas de couches distinctes, et qui renferme beaucoup de débris de corps marins. Les filtrations extérieures du pétrole sont trop peu considérables pour affirmer qu'il existe une source abondante, mais elles donnent pourtant assez d'espérance pour ne pas regretter la dépense d'un essai. Cette substance m'a paru d'un degré de pureté remarquable ».

Une note de l'*Annuaire du Haut-Rhin* (1813) sous le titre : Substances bitumineuses, pétrole, on lit, page 272 : « On a découvert une mine de pétrole, il y a quelques années, près de Cornol ; on l'avait prise d'abord pour une mine de houille ».

Nous avons vu que les bitumes résultaient de la transformation chimique de matières organiques, végétales et animales.

Le pétrole proviendrait de l'action, au cours de milliers d'années, de la pression, combinée avec l'élévation de température, qu'exerceraient les massifs montagneux sur les schistes bitumineux qu'ils renferment. Ces pétroles ainsi formés pénétreraient dans les fissures des roches et s'infiltreraient de proche en proche dans les couches voisines, où ils rempliraient les vides rencontrés, pour continuer ainsi leurs migrations de plus en plus loin, dans tous les sens, descendant et remontant suivant la nature des terrains rencontrés et leur état de fissuration.

C'est ainsi que Szajnica explique la présence des pétroles Galliciens en contact avec les schistes du Ménitique, de même que celle des pétroles pensylvaniens en présence des schistes dévoniens ; des preuves nombreuses de l'exactitude de cette théorie ont été fournies par la découverte de veines pétrolifères à la suite de forages pratiqués dans les schistes à Posidonies.

**Exposé concernant la recherche des schistes
du Mont-Terrible, de leur découverte des premiers
sondages et des suites qui ont été données
à ces premiers résultats**

Grâce au concours de M. l'ingénieur en chef du Ve arrondissement, A. Peter, je pus me rendre très souvent sur le terrain et y procéder à une prospection minutieuse de sa structure et de sa constitution géologique.

Au bout de deux ans, j'étais à même d'envoyer la lettre transcrite ci-après à l'intention de la Direction des travaux publics du canton de Berne.

Monsieur l'ingénieur en chef,

Les recherches géologiques que je fais depuis quelques années, avec votre bienveillant appui, dans le but de déterminer la stratigraphie et la tectonique de la région d'Asuel à Courtemautruy, dans les parages du Mont-Terrible, m'ont conduit à une découverte que je vous ai signalée, pensant qu'elle pourrait servir les intérêts du canton et de la Confédération dans les circonstances difficiles que nous traversons.

Il s'agit de l'identification de couches liasiques, contenant des schistes bitumineux, dans une zone du Mont-Terrible, où l'on pourrait facilement les exploiter.

Ces schistes du « Toarcien », appelés schistes à « Inocerames », ont été signalés depuis longtemps comme affleurant dans notre région. Mais les endroits où ils se trouvaient étaient difficilement accessibles. Il y a quelques années, ces schistes avaient révélé à l'analyse une richesse en matière volatile d'environ 10,2 %. C'était la même teneur que celle des schistes de Creveney, exploités en Haute-Saône, à proximité de l'Ajoie, où ils étaient utilisés à la préparation de benzine et de produits secondaires.

Comme vous avez pu vous en rendre compte par la visite des lieux et les indications que je vous ai données sur place, cette découverte est d'autant plus intéressante qu'elle peut fournir une base de départ pour la fixation des éléments géologiques qui constituent la Combe de Derrière-Monterri, où je procède, avec votre concours, à l'étude des possibilités qu'il y aurait d'arriver à trouver le sel du Conchylien (Muschelkalk) et les houilles du Carboniférien.

Mais on ne peut avancer dans cette étude que si le Toarcien est bien déterminé, tant sous le rapport de son allure générale, de son pendage, etc., aux différents points où j'ai trouvé ces affleurements. Il y aurait donc grand intérêt à ce que le canton, soit la Direction des travaux publics intervienne et fasse procéder à des travaux préliminaires en vue de l'exploitation rationnelle de ces schistes, travaux qui élucideraient en même temps les questions géologiques dont il est fait mention plus haut.

Je laisse à votre compétence, Monsieur l'ingénieur, le soin de donner à la Direction des travaux publics les précisions utiles quant aux différents emplois envisagés des schistes du Mont-Terrible et je reste à votre disposition pour fournir un rapport détaillé sur les possibilités de découvertes du sel et du charbon dans le sous-sol de la région que je suis en train de prospecter.

Agréez, Monsieur l'ingénieur, l'assurance de mes sentiments dévoués.

Porrentruy, le 23 avril 1943.

signé : L. Lièvre.

L'allusion qui est faite dans cette lettre aux schistes bitumineux du Lias, dont j'avais reconnu de très nombreux affleurements dans les parages de la grande ligne de fracture du Mont-Terrible alors qu'auparavant on ne les avait signalés qu'en deux points du chemin qui va de *Cornol* à la *Maison-dessus*, montre que la découverte de ces affleurements avait à mes yeux une importance avant tout tectonique, comme constituant un horizon sûr, permettant d'établir la distribution des étages inférieurs, susceptibles de contenir d'autres richesses minérales : sels, charbons, hydrocarbures, minerais, etc.

Cette lettre, transmise à M. Grimm, Directeur cantonal des travaux publics et chef de la *Section de la production d'énergie*

et de chaleur de l'Office de guerre pour l'industrie et le travail, fut communiquée par celui-ci au Bureau des mines du même office.

Le Directeur de ce Bureau, M. le Dr Fehlmann, accompagné d'un géologue, vint visiter les lieux; où nous avons fait pratiquer plusieurs tranchées mettant les gisements schisteux bien en évidence. Les résultats des relations ainsi établies entre le Bureau des mines, d'une part, et MM. Peter et Lièvre, d'autre part, en mai 1945, ne paraissant pas devoir aboutir à une mise en valeur des matières découvertes, le soussigné s'adressa directement au Département de l'économie publique par la lettre suivante qui le dispense de faire un exposé détaillé de toutes les tractations intervenues à cet effet avec ledit bureau.

Porrentruy, le 16 août 1945.

*A Monsieur le conseiller fédéral Dr Stampfli,
Chef du département de l'économie publique,*

B e r n e.

Monsieur le conseiller fédéral,

Me référant à l'Arrêté du Conseil fédéral concernant l'exploitation de gisements minéraux (du 7 juin 1945), j'ai l'honneur de vous exposer ce qui suit :

A la date du 24 avril 1945, le soussigné adressait par la voie du service une lettre qui fut remise au Dr Fehlmann, chef du Bureau de l'industrie minière, dans laquelle il annonçait qu'il venait de découvrir d'importants gisements de schistes bitumineux de l'étage du « Lias », dans le district de Porrentruy et facilement exploitables.

M. le Dr Fehlmann vint immédiatement sur place visiter l'un des affleurements dans lequel j'avais fait pratiquer une profonde coupe. Des échantillons de schistes furent prélevés et envoyés à l'EMPA, à Zurich, pour analyse.

En outre, le Bureau des mines désignait un géologue, spécialiste des bitumes, M. Kelterborn, de Bâle, pour continuer la prospection des gisements.

D'ailleurs, M. l'ingénieur en chef du Ve arrondissement bernois, A. Peter, à Delémont, et le soussigné présentaient à la Direction cantonale bernoise des forêts (Dr Stähli) une demande de permis de fouilles, conformément aux prescriptions de la loi bernoise du 21 mars 1853.

Les travaux de prospection continuaient; des coupes étaient pratiquées aux points d'affleurement des schistes et des échantillons nombreux de ces minéraux soumis à l'analyse.

Entre temps, je recevais communication de l'Arrêté fédéral du 7 juin. J'eus alors un entretien avec M. le Dr Fehlmann au cours duquel

je demandai s'il ne pourrait être fait application de cet arrêté pour arriver à une procédure plus rapide que celle fixée par la loi bernoise du 21 mars 1853.

Il me fit alors observer que cette affaire était du ressort du Département de l'économie publique. C'est la raison qui m'a conduit à en faire l'exposé à M. le secrétaire général, Dr E. Péquignot, qui m'a conseillé de vous en nantir aussi directement.

Permettez-moi donc, M. le conseiller fédéral, de vous résumer sommairement l'état de la question à ce jour :

1^o Les recherches que j'ai faites durant plusieurs années, complétées par les relevés du géologue Dr Kelterborn, établissent que les gisements de chistes bitumineux du Mont-Terrible s'étendent de Courtemaury à Asuel, sur une aire de plusieurs kilomètres carrés et qu'ils sont facilement exploitables.

2^o Les analyses de ces schistes, que nous possédons actuellement, indiquent des teneurs en bitumes du même ordre de grandeur que celles des schistes à Posidonomies du Wurtemberg et de Bade, très activement exploités.

3^o Le nombre de coupes partiquées à travers les gisements se monte actuellement à 10 ; mais il faudrait en faire exécuter d'autres encore, pour connaître le plus exactement possible l'allure des couches et leur valeur respective. Pour cela, il est nécessaire que nous soyons munis des pouvoirs indispensables vis-à-vis des tiers, pouvoirs que seul le Département de l'économie publique peut nous octroyer, en vertu de l'Arrêté du 7 juin.

4^o Jusqu'à présent, les frais de ces travaux de fouilles (plus de Fr. 1000) sont tombés à notre charge. Nous pensons que les compétences qui nous seraient accordées impliqueraient également l'octroi des moyens financiers nécessaires à la continuation des prospections.

5^o Il serait désirable qu'à côté des analyses quantitatives des schistes, il soit procédé à des analyses quantitatives et qualitatives des bitumes qu'ils fournissent, pour fixer les possibilités de rendement de leur exploitation éventuelle.

6^o La région où affleurent les schistes offre des possibilités de découverte d'autres minéraux. En particulier, elle présente des chances remarquables de prospection du terrain carboniférien à des profondeurs relativement faibles.

Aux faits qui précèdent, je me permets d'ajouter que les circonstances actuelles m'ont conduit à penser que ce serait bien servir les intérêts du pays que d'envisager la prompte exploitation rationnelle de ces minéraux : c'est là le motif qui a dicté mon attitude quand j'ai signalé la découverte que je venais de faire aux instances fédérales et cantonales compétentes.

Dans l'espoir que vous voudrez bien examiner cette affaire avec bienveillance et en me mettant à votre entière disposition pour tout renseignement utile, je vous prie d'agréer Monsieur le conseiller fédéral les assurances de mes sentiments de haute considération.

Département fédéral de l'Economie publique

Monsieur le Professeur L. Lièvre,
Géologue,

Porrentruy

Monsieur,

Nous revenons à votre lettre du 16 août 1943 ayant trait à des gisements de schistes bitumineux que vous avez découverts dans le district de Porrentruy. Vous demandez s'il ne pourrait pas être fait application de l'arrêté du Conseil fédéral du 7 juin 1943 concernant l'exploitation de gisements minéraux, afin d'arriver à une procédure plus rapide que celle fixée par la loi bernoise du 21 mars 1853.

L'Office fédéral de guerre pour l'industrie et le travail, qui a examiné le cas d'entente avec le Bureau des mines, nous a fait parvenir le rapport suivant :

«Die Vorkommen bituminöser Schiefer in der Liasformation des Jura sind schon aus dem vorigen Jahrhundert bekannt. Es handelt sich in der Tat um dieselben Schichten, die im benachbarten Baden und Württemberg abgebaut werden und woraus durch trockene Destillation in Schwelöfen Mineralöl gewonnen wird. Dort enthalten diese Schichten 12—20 % Bitumen, während man in der Schweiz bis vor einigen Monaten nur einen durchschnittlichen Bitumengehalt von 1 % gefunden hatte. Es war daher eine Ueberraschung, als eine erste Analyse einer Probe aus einer von Herrn Prof. Lièvre veranlassten Schürfung einen Bitumengehalt von 4,4 % ergab. Dieses nicht ganz ungünstige Resultat gab dem Bureau für Bergbau Veranlassung, Herrn Dr. Kelterborn aus Basel die geologische Untersuchung der Lagerstätte zu übertragen und durch die EMPA eine grössere Anzahl Proben untersuchen zu lassen, wobei die Kosten für die Schürfungen durch die Herren Prof. Lièvre und Ing. Peter übernommen wurden.

Bis heute ergaben diese Arbeiten die folgenden Resultate :

1. *Geologische.* Die Lagerstätte lässt sich an der Oberfläche über eine Distanz von mindestens 4 km verfolgen. Die Mächtigkeit der bituminösen Schichten erreicht 18 m und bei einer Verarbeitung von 100 Tonnen im Tag könnte eine Destillationsanlage auf Jahrzehnte hinaus mit aus Tagbau gewonnenem Rohmaterial versorgt werden. Die Abbaubedingungen liegen also günstig. Vorteilhaft ist auch die Transportlage des Vorkommens.

2. *Chemische.* Aus 7 Schürfungen sind 18 Proben durch die EMPA geprüft worden; von 5 weitem Proben aus 2 Schürfungen, sind die Resultate noch ausstehend. Der Gehalt an öligen Anteilen variiert nach den Analysen der EMPA zwischen 2,2 und 5,7 Gew. %, dürfte aber einen Durchschnittswert von 4,5 % nur knapp erreichen.

Dieses Resultat der chemischen Untersuchungen rechtfertigt die Erstellung einer Destillationsanlage an und für sich nicht, umsoweniger, als die öligen Destillate aus Schiefen im allgemeinen keine hohen Qualitätseigenschaften aufweisen. Selbst unter dem Druck der Kriegsverhältnisse werden heute in Deutschland Gesteine mit weniger als 6 % Bitumen nicht verwertet und selbst bei diesem Gehalt wird nur mit Verlust gearbeitet.

Die Wirtschaftlichkeit der Mineralölgewinnung aus diesen Schiefern könnte verbessert werden, wenn es gelänge wertvolle Nebenprodukte, wie hochwertige Schwefelverbindungen oder Phosphorsäure für Düngzwecke herzustellen. Das Bureau für Bergbau hat deshalb die EMPA beauftragt, einen grösseren Schwelversuch und eine physikalisch-chemische Untersuchung der anfallenden öligen Destillate durchzuführen, sowie die Möglichkeit der Gewinnung wertvoller Nebenprodukte zu prüfen.

Zusammenfassend ergibt sich aus den bisherigen Untersuchungen, dass die geologischen und bergbaulichen Bedingungen (genauere Kostenberechnungen vorbehalten) als günstig zu beurteilen sind. Dagegen ist der Bitumengehalt des Gesteines zu niedrig, um während des Krieges einen Abbau zu rechtfertigen. Immerhin muss noch das Resultat der physikalisch-chemischen Untersuchung des anfallenden Rohöles abgewartet werden, bevor ein definitives Urteil abgegeben werden kann.

Es besteht deshalb zurzeit keine Notwendigkeit, besondere Vorkehrungen auf Grund des Bundesratsbeschlusses vom 7. Juni 1945 zu treffen, noch finanzielle Mittel für weitere Untersuchungen zu bewilligen. Diese Frage könnte erst dann zur Diskussion gestellt werden, wenn sich nach den Ergebnissen der EMPA günstigere wirtschaftliche Aspekte für die Ausbeutung und Verarbeitung der Oelschiefer im Bezirk Pruntrut eröffnen würden.»

Ainsi, les services compétents estiment que, pour le moment du moins, il n'y a pas lieu de faire application de l'arrêté du Conseil fédéral susmentionné. Cependant nous ne doutons pas que l'Office de guerre pour l'industrie et le travail ne voue toute son attention à cette affaire, sur laquelle il ne s'est pas encore prononcé définitivement.

Veillez agréer, Monsieur, l'assurance de notre considération distinguée.
Sig. Stampfli.

Cette réponse de l'*Office fédéral de guerre pour l'industrie et le travail*, qui a examiné le cas d'entente avec le *Bureau des mines*, reconnaissait donc que les conditions d'exploitation du gisement des schistes bitumineux du Mont-Terrible étaient très favorables de même que les conditions de transport des produits de cette exploitation. En revanche, elle faisait état de la faible teneur, 4,5 % environ en huile des schistes, pour estimer que la rentabilité de l'entreprise ne justifiait pas l'installation de fours de distillation. Parmi les arguments invoqués par ledit Office pour justifier cette dernière conclusion, il en est un qui doit être relevé :

Parlant des mêmes gisements exploités dans les pays de Bade et de Wurtemberg, il dit : Dort enthalten diese Schichten 12 bis 20 % Bitumen, während man in der Schweiz bis vor einigen Monaten nur einen durchschnittlichen Bitumengehalt von 1 % gefunden hatte.

Il est encore dit plus loin que l'on n'exploite en Allemagne actuellement que des schistes ne contenant pas moins que 6 % de bitume. Il semble que l'Office précité ait tablé sur ces chiffres pour en arriver à la réponse négative qui nous a été donnée.

Or, il appert des résultats des analyses innombrables faites au « Karlsruher Chemischen Institut » par C. Engler et au « Chemisch-technischen Institut » par H. Bunte, durant plus de vingt ans, qu'en réalité les teneurs sont les suivantes : Während an einigen Fundstellen wohl Ausbeuten an Schiferöl von 7 und mehr Prozent festgestellt worden sind, beträgt die durchschnittliche Menge meist doch nur weniger, wie eine unübersehbare Anzahl Analysen ergeben hat. »

Ainsi l'argument utilisé en toute bonne foi, ignorante des réalités, tombait à faux. Il n'en atteignait pas moins son but, celui du refus de l'octroi du permis de fouilles.

Heureusement que M. Peter et moi avions pris d'autres dispositions pour obtenir l'autorisation de procéder à des fouilles dans la région située entre Asuel et Courtemautruy, de sorte que le « *Permis cantonal bernois de fouilles* », sollicité de la Direction de l'agriculture, nous fut octroyé par décision du Conseil-exécutif du 14 septembre 1945. (Depuis cette date, il a été régulièrement renouvelé.)

Cependant, les prospections s'étaient poursuivies et le Bureau des mines continuait à faire prélever des échantillons de schistes par le Dr Kelterborn qui les envoyait aux fins d'analyse à l'E.M.P.A. — Laboratoire fédéral d'essais de matériaux — dont le chef est M. le professeur Dr Schlöpfer.

Le résultat de ces analyses (25 déterminations de la teneur en bitume par voie de distillation) de schistes de tout venant, parmi lesquels des calcaires fétides, indique une teneur de 4,2 % en huile de schistes, teneur qui serait plus élevée si l'on éliminait des calculs les calcaires fétides qui n'ont donné que 1,8 à 3 % d'huile. D'ailleurs, il est bon de remarquer ici que d'autres analyses, exécutées sur les mêmes schistes, ont fourni des résultats différents de ceux trouvés par l'E.M.P.A. Ces faits n'ont rien de paradoxal, si l'on considère que les huiles ne s'élaborent des bitumes primaires que par distillation. Il est clair que les conditions de température, de pression, etc., dans lesquelles s'opèrent ces distillations, influent notablement sur les résultats.

Le rapport de M. le Dr P. Kelterborn, chargé de l'étude des gisements de schistes du Mont-Terrible, relève également le caractère erroné des données fournies par l'Office fédéral de guerre pour l'industrie et le travail concernant la teneur des schistes de Souabe (Wurtemberg et Bade).

Voici comment s'exprime ce rapport :

Es ist ausserdem einleuchtend, dass Vergleiche mit Analysenresultaten aus der Literatur, die sich oft in kritiklosen Zusammenstellungen finden, vielfach wertlos sind, weil jegliche Angaben über die angewandten Untersuchungsmethoden fehlen. Das betrifft ebensosehr die oft zweifelhaften Angaben über Extraktionsresultate, bei denen Daten über den Grad der Pulverisierung, der Extraktionsmittel, einer vorausgehenden Erhitzung etc. fehlen.

Auch hier wird oft Nichtvergleichbares verglichen.¹ Es ist demnach bei Literaturangaben, die zu Vergleichszwecken herangezogen werden, Vorsicht am Platz. Wir möchten deshalb auch nicht zum vornherein behaupten, dass der vorliegende Schiefer gegenüber dem Vorkommen von Württemberg wesentlich bitumenärmer wäre. Von 11 Analysen, die Beyschlag angibt, ist der maximale Wert 6,65 %, der minimale Wert, 2,7 %, der Durchschnittswert 5,01 %. Bei Katz schwanken die Resultate von ein und demselben Schiefer (Vorkommen Schandelach) je nach Schwelapparatur zwischen 2,75 % und 6,85 %.

Für die Rentabilität des Abbaues können auch Nebenprodukte des Schwelprozesses entscheidend sein. Wichtig wäre z. B. ein hoher Stickstoffgehalt, der sich auf Ammoniumsulfat verarbeiten liesse. Ausserdem sind auch die Verwertungsmöglichkeiten des Schiefermaterials, resp. des Schieferkoks, unabhängig von seinem Bitumengehalt, zu prüfen (Strassenbau, Mergelung kalkarmer Boden, Düngung (Kali-, Phosphorgehalt) Zementindustrie).

Nous devons ajouter que le Bureau des mines fit ultérieurement procéder à une analyse détaillée d'un schiste par l'E.M.P.A. dont nous ne pouvons donner les résultats, d'ailleurs peu encourageants. Nous nous permettrons cependant de faire remarquer que cette analyse complète et minutieuse n'aurait pas dû être pratiquée sur un échantillon aussi pauvre que celui sur lequel opéra l'E.M.P.A. — il ne renfermait que 3 % d'huile, c'est-à-dire une teneur bien inférieure à la moyenne révélée par les essais antérieurs. D'ailleurs le rapport d'analyse, signé par M. le prof. Schläpfer, mentionne le caractère inadéquat, pour ne pas dire paroxal de cette opération, en déclarant : « Schiefer mit nur ca. 3 % schwelbaren Oelanteilen werden im allgemeinen nicht verschwelt. ».

Le Bureau des mines considérait sa tâche comme accomplie après ce dernier essai. Il ne nous restait plus qu'à reprendre l'étude de toute la question d'une façon beaucoup plus approfondie et selon un plan rationnellement établi.

La zone des gisements fut d'abord systématiquement soumise à une nouvelle prospection et nous eûmes la satisfaction d'en reconnaître l'extension à de nombreux endroits où ils n'avaient pas encore été identifiés.

M. le Dr Kelterborn estimait, dans son rapport, à 2.736.000 tonnes le poids des schistes exploitables à ciel ouvert dans la zone qu'il avait étudiée. Notre propre estimation porte, en tenant compte de l'extension des gisements, dont mention plus haut, sur 5.000.000 de tonnes, soit, en calculant avec une teneur de 4,2 %, un poids d'huile minérale de 210.000 tonnes environ. (Voir fig. 4).

¹Hask, P.; Monographie der Oelschiefer des deutschen Lias. — Diss. Heidelberg, 1922 (Mitt. u. Arbeit. a. d. geol. pal. Inst. d. Un. Heidelberg, N.F. No 65).

Il fut ensuite procédé à des sondages d'orientation et à différentes analyses qui mirent en évidence l'analogie de composition des couches schisteuses dans les différents secteurs du gisement.

A la suite des résultats ainsi acquis, nous fûmes invités par l'*Office cantonal pour l'introduction de nouvelles industries* à prendre contact avec son chef, de manière à ce qu'il puisse faire toutes les démarches nécessaires en vue d'une éventuelle exploitation des schistes, ou, du moins, procéder avec tous les moyens possibles aux expertises indispensables.

Pour donner suite à cette invitation, il devint urgent de mettre à exécution la partie essentielle du plan que nous avions établi, soit de *pratiquer une coupe à travers tout l'étage du Toarcien*, portion supérieure du *Lias*, où se trouvent les différentes couches schisteuses qu'il s'agissait de bien déterminer, tant sous le rapport de leur épaisseur que de leur composition et de leur teneur en bitume, respectivement en huile.

L'exécution de ce travail fut assumée par la Maison A. Masset, Entreprise générale de travaux publics, *Delémont*, qui établit un sondage près de Courtemautruy, au lieu dit « Forêt de l'Essert Varré », à la cote 650 m. environ.

La fouille fut établie sur les dimensions de 2,50 m. \times 3,60 mètres ; elle atteignit la profondeur de 11 m. après avoir traversé les couches du Toarcien. Les travaux commencés le 4 mai 1944 furent terminés le 16 juin 1944.

Le résultat très important de ces travaux est l'établissement d'une coupe géologique pratiquée pour la première fois dans les gisements bitumineux du Mont-Terrible. Cette coupe est donnée dans les figures 5 et 6.

Les principales exploitations de schistes bitumineux

Ces exploitations sont réparties dans le monde en corrélation avec l'importance des gisements bitumineux que l'on y rencontre.

En Ecosse, on exploite depuis de longues années les schistes des Lothians. Annuellement, on y traite de 1,5 à 3 millions de tonnes de ces pyroschistes dont le rendement à la carbonisation représente par tonne de 72 à 180 litres d'huile.

En Esthonie, les gisements de kukersites sont très riches en huile. Aussi les usines y sont-elles nombreuses ; elles occupaient plus de 6 mille ouvriers en 1939.

Les kukersites sont des schistes qui rendent jusqu'à 18,25 % d'huile, de sorte qu'en 1940 on estimait que la production esthonienne serait de 200.000 t. d'huile et 25.000 t. d'essence.

En Suède, en Tchécoslovaquie, de formidables réserves de schistes bitumineux vont permettre un développement considérable de la production d'huile et d'essence, bien que les schistes n'aient, en général, qu'une assez faible teneur. D'après de récents renseignements, la Suède pourvoirait entièrement à ses besoins d'huile minérale par l'exploitation de ses schistes bitumineux.

En Allemagne, on exploite aussi les pyroschistes sur une grande échelle, mais depuis 1940, début de la guerre, on ne possède pas de renseignements précis sur le développement qu'a pris cette exploitation.

Il serait cependant extrêmement intéressant de connaître les conditions techniques d'exploitation des schistes de Bade et de Wurtemberg qui sont identiques aux schistes du Mont-Terrible, car ils appartiennent, comme ces derniers, à l'étage du Lias et de la même richesse en huile, soit environ 4,5 %.

De grands progrès ont dû être réalisés en Allemagne dans la construction des installations susceptibles du meilleur rendement. Ainsi les fours de distillation du schiste, à ce que l'on assure, sont dotés de tous les perfectionnements.

En France, de grands efforts ont été entrepris durant la guerre pour donner une impulsion énergique à l'industrie des schistes bitumineux très répandus.

Un ouvrage fort bien documenté vient de paraître, sous la signature de Charles Berthelot et dans lequel on préconise la mise en valeur intensive des richesses minérales que constituent les gisements bitumineux de la France et de ses colonies.¹

Quant aux pays hors d'Europe, ils utilisent aussi les schistes dans une mesure plus importante même que sur notre continent.

Ainsi en *Mandchourie*, à Fushun, on tire des roches bitumineuses, cependant pauvres (4,5 % d'huile), une quantité de produits qui constituent une large contribution à la production totale d'huile brute de l'Empire Japonais. Fushun dispose actuellement d'un groupe de 160 fours, chacun d'une capacité de 50 t. par jour ; c'est donc une des plus grandes exploitations qui existent dans le monde entier pour cette industrie.

Aux *Etats-Unis*, au *Canada*, en *Australie*, se trouvent des réserves considérables de schistes, de plus en plus exploitées.

Mais nous ne possédons pas de données précises sur leur exploitation et leur rendement.

¹ *Schistes bitumineux, asphaltes, pétrole*, par Ch. Berthelot ; Paris — Dunod — 1943.

Nous avons vu qu'en ce qui concerne la France, les extractions de schistes en vue de leur carbonisation se développaient continuellement.

Les principaux bassins où d'importantes usines sont en pleine activité sont les suivantes :

Le bassin de l'*Autunois* dont les usines sont installées aux Thélots peut traiter jusqu'à 2500 t. de schistes bitumineux par jour.

Le bassin de l'*Aumance (Allier)* possède des fours de carbonisation à Saint-Hilaire.

Le bassin de *Manosque (Basses-Alpes)* possède des schistes bitumineux constituant une réserve considérable, qui sont exploités par le Groupe Péchiney.

Toutes ces exploitations sont actuellement en voie de transformation en ce qui concerne leur outillage dont le perfectionnement est considéré comme indispensable en vue de bon rendement.

Le bassin qui offre pour nous le plus d'intérêt est celui de *Creveney* en Haute-Saône. Les schistes de Creveney appartiennent à l'étage du Lias (Toarcien) comme les schistes du Mont-Terrible. Ces couches ont une épaisseur de plusieurs mètres sur une étendue considérable et en affleurement, ce qui permet de les extraire en carrière à des conditions économiques.

Comme les nôtres ces schistes ne contiennent en moyenne pas plus de 4,5 % d'huile à l'état potentiel.

Une exploitation de ces schistes a eu lieu à partir de 1936. Elle avait pour but la distillation des schistes en vue de la préparation d'huile et de benzol.

Les installations de Creveney furent faites hâtivement et les fours rotatifs installés ne répondaient pas aux besoins d'un traitement nécessairement complexe.

Dans ces conditions-là il fallut abandonner l'exploitation de Creveney.

Cependant des spécialistes estiment qu'on pourrait la reprendre et lui assurer une certaine rentabilité. Plusieurs projets industriels ont été établis à cette fin.

Nous avons publié dans le Bulletin « Les Intérêts du Jura », de mai 1946, un résumé des informations recueillies sur les gisements de Creveney et sur les perspectives de reprise de leur exploitation.

Exploitations de schistes bitumineux en Suisse

Dans le Tessin se trouvent les seules exploitations de roches bitumineuses que nous ayons en Suisse. Elles sont situées dans la région du *Monte San Giorgio, dans le Trias*. L'extraction s'y fait par galeries depuis plus d'un siècle.

Schistes de Meride. Ce gisement est assez étendu (1,6 km²). Les strates bitumineuses sont intercalés de calcaires dolomitiques. Sur une hauteur de 3 m., on compte environ 17 à 18 de ces strates épais de 2 à 3 cm., ce qui fait en tout 55 à 60 cm. de minéral utile.

Naturellement le traitement de la roche pour en dégager le schiste est très coûteux. Le minéral utile est noir, compact, de la dureté de l'ardoise. L'analyse chimique a donné le résultat suivant :

Cendre	47 %
Eau	5 %
Distillat d'huiles	21 %
Substances carbonneuses	29 %
Pouvoir calorifique	4400 cal. environ

L'établissement qui traite ces schistes est construit au nord-ouest de Meride, à Spinirolo. Le minéral est soumis à la distillation sèche entre 450 et 500 degrés pour en extraire l'huile brute (100 kg. donnent 7,5 à 8 kg. d'huile brute, 20 m³ de gaz et des eaux ammoniacales. Cette huile, du poids spécifique de 0,945, est composée d'hydro-carbures (oléfines) de paraffines et de 7 % de soufre organique et de substances azotées (pyridine 5 %). Une partie de l'huile est transformée en ammonium sulfo-bitumino-sum, appelé *saurolo*, qui remplace l'ichtyol. La production de saurolo est d'environ 2000 kg. par an.

En vue d'une exploitation plus intense des roches bitumineuses du San Giorgio une concession pour l'exploration du gisement sur le territoire de Riva S. Vitale fut accordée à M. Egidio Cattaneo à Lugano, le 10 octobre 1941, qui la céda à la «Inol S.A.», société constituée le 6 juillet 1942 au capital de Fr. 500.000 entièrement libérés.

Cette société a construit une grande installation comprenant un four très moderne, des cuves et des gazomètres en béton, dans l'intention de traiter le minéral pour la production d'huiles, de carburant et de produits similaires.

Nous nous sommes rendus au Tessin en avril 1944, et avons pu étudier cette affaire sous la conduite de M. E. Cattaneo qui nous a remis les documents utiles pour nous orienter exactement sur tous les points importants la concernant.

De notre étude approfondie de la situation, il nous a été possible de dégager les faits suivants :

1. Le prix du traitement du minéral pour l'abatage, le dégagement au marteau de la roche (dolomie), du transport jusqu'au four se monte à Fr. 81.

Ce chiffre de Fr. 81 est, au dire d'expert, une circonstance absolument prohibitive de toute possibilité d'exploitation rentable. (cf. rapport de M. Léonard v. Euler, ing. des mines du 5 juin 1941 sur la fondation d'une mine de schistes bitumineux à Riva S. Vitale.)

2. L'investissement de capitaux (près de Fr. 450.000) dans les constructions de l'usine a absorbé presque la totalité du capital social ; mais il faudrait encore environ Fr. 500.000 pour les travaux préliminaires nécessités par l'établissement de galeries dans la mine.

3. Les qualités remarquables des schistes du San Giorgio permettront sans doute d'arriver à une exploitation rentable, mais par des procédés différents de ceux qui ont été envisagés, lors de la construction des installations de Riva San Vitale.

Nouvelles techniques utilisées dans la mise en valeur des gisements de schistes bitumineux

En 1944, grâce à M. le conseiller d'Etat Gafner, qui a marqué un vif intérêt à la découverte des schistes bitumineux en Ajoie, l'*Office cantonal bernois pour l'introduction de nouvelles industries* fut chargé d'étudier la question de la mise en valeur de ces richesses minérales. M. l'ingénieur Strauss, directeur de cet office, se mit résolument au travail en vue de recueillir toute la documentation utile à la solution du problème qui lui était posé.

Il nous demanda un rapport aussi complet que possible sur les gisements de Derrière-Mont-Terri, et plus spécialement sur les particularités géologiques et tectoniques qui les caractérisent.

Il fallut pour cela reprendre toute la prospection de la région située entre Courtemaury et Pleujouse et procéder à de nouveaux sondages, en vue de mieux fixer l'orientation et la puissance des couches qui pouvaient entrer en ligne de compte pour une exploitation éventuelle. Il devint aussi nécessaire de procéder à de nouvelles analyses, à des expériences de combustion, et à des déterminations de couches plus ou moins riches en matières volatiles, en cendres, etc.

Nous eûmes également l'occasion de comparer les schistes de Derrière-Mont-Terri à ceux de Soubey, de la vallée de la Birse et tout particulièrement à ceux de Creveney (Haute-Saône). Tous ces schistes appartiennent à la même formation géologique : le Toarcien, du Lias.

La constitution litologique des strates, leur teneur en huile est sensiblement la même, mais leurs épaisseurs diffèrent assez fortement sans qu'apparaisse d'ailleurs une règle permettant d'en fixer les variations en rapport avec la situation géographique des gisements. Il faut remarquer à ce propos que de nombreux géologues estiment que les épaisseurs des gisements bitumineux du Toarcien vont en augmentant de l'est vers l'ouest. Par exemple on aurait repéré les épaisseurs suivantes :

Randen	Souabe	Baden	Ajoie	Hte-Saône	Doubs
5—8m.	10—15 m.	10—18 m.	12—20 m.	10—20 m.	15—50 m.

Ces études complémentaires en mains, M. l'ingénieur Strauss vint, à plusieurs reprises, sur place, envisager avec nous les perspectives et les chances d'une prochaine exploitation rentable des schistes ajoulots. C'est alors que nous eûmes l'occasion de discuter des résultats remarquablement concluants (exposés dans diverses revues scientifiques) réalisés en Suède dans l'exploitation des schistes bitumineux d'une teneur en huiles, sensiblement égale à celles des nôtres.

Des circonstances très favorables permirent à M. Strauss d'obtenir des renseignements sûrs et une importante documentation concernant les procédés spéciaux de traitement utilisés et les remarquables résultats financiers et industriels de l'exploitation des schistes suédois.

Exploitation de schistes bitumineux en Suède

On signalait, à ce propos, un nouveau procédé d'extraction des huiles de schistes qui donnait des résultats remarquables, le *procédé électrique de Ljungström*.

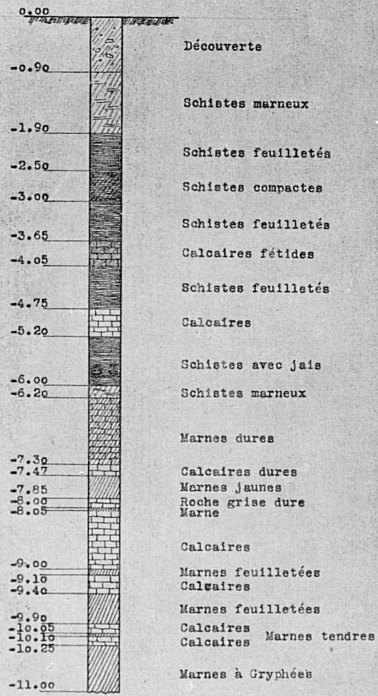
M. l'ingénieur Strauss voua toute son attention à cette question de l'essor de l'exploitation des schistes bitumineux en Suède et put bientôt, grâce à ses relations personnelles avec les milieux compétents de ce pays, réunir une documentation importante qui permit de faire une étude des possibilités d'appliquer aux gisements bitumineux du Mont-Terri, les méthodes d'extraction des huiles, méthodes qui donnaient de si bons résultats dans les exploitations suédoises.

Ces perspectives encourageantes contribuèrent à décider M. l'ingénieur Strauss d'aller sur place, à Kvarntorp, étudier les procédés d'extraction suédois des huiles de schistes et le gouvernement bernois voulut bien le munir des moyens nécessaires pour conduire à bien sa mission en Suède.

Non seulement, M. Strauss put s'entretenir avec les chefs de l'industrie suédoise des schistes, mais encore discuter d'une

SCHISTES BITUMINEUX DERRIERE MONTERRI.

Relevé du Sondage A.

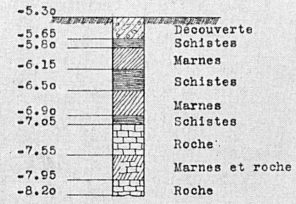


Ech. 1:50

Fig. 5

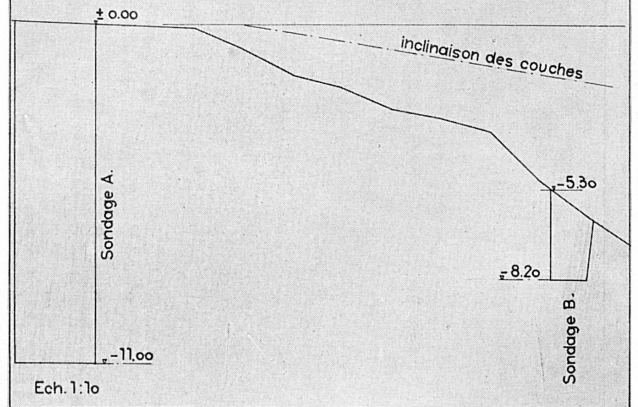
SCHISTES BITUMINEUX DERRIERE MONTERRI.

Relevé du Sondage B.



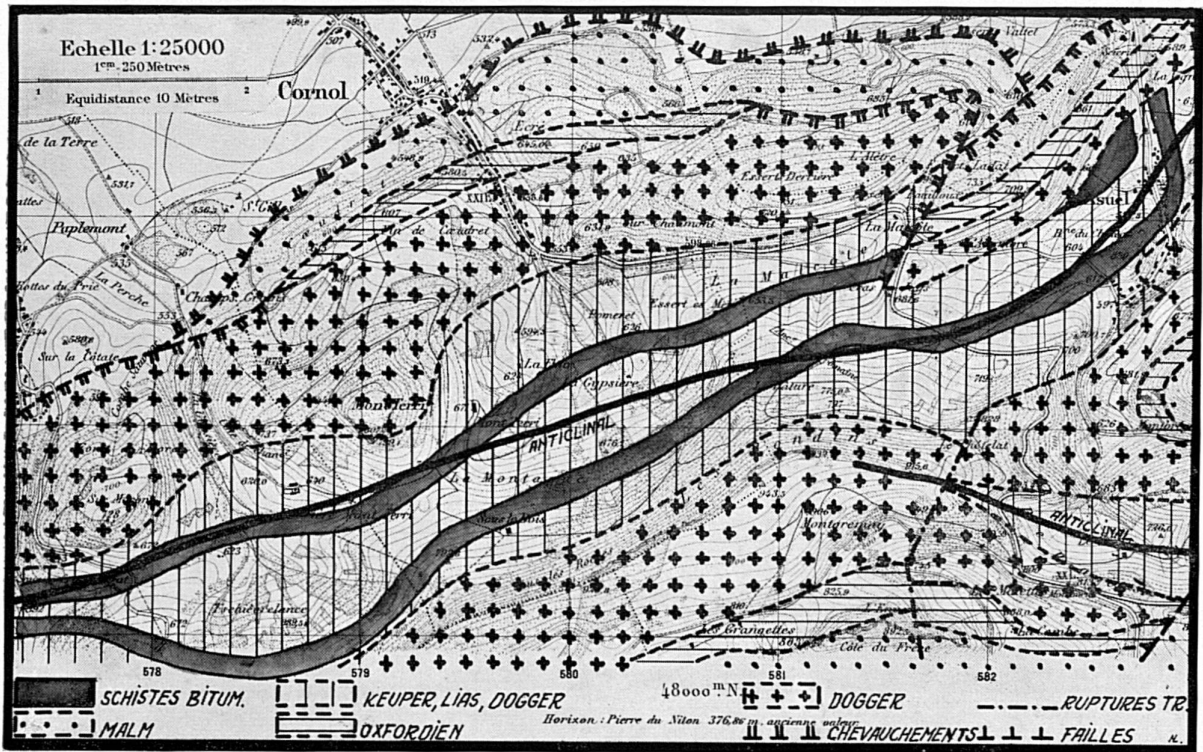
Ech. 1:50

Profil du terrain au nord de A.



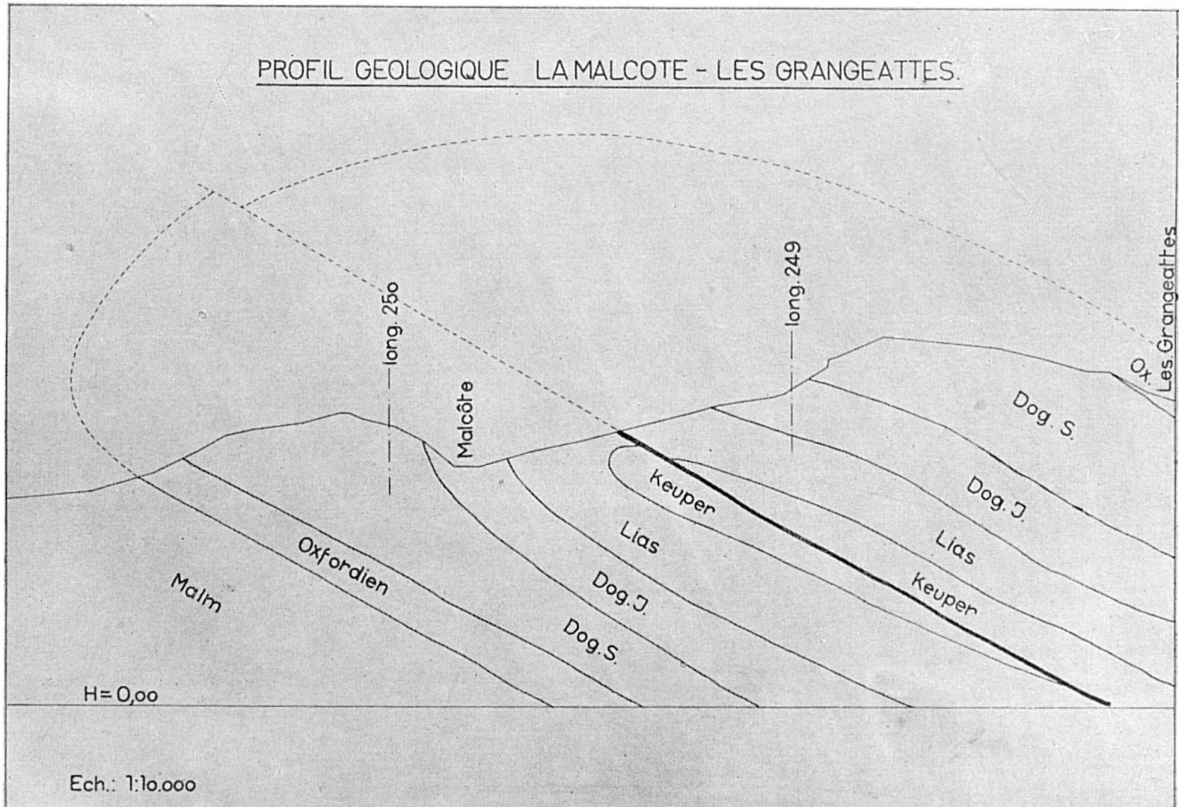
Ech. 1:10

Fig. 6



Cliché ADIJ. No 227

Fig. 4



Cliché ADIJ. No 230

Fig. 7

manière approfondie avec le géologue de l'Etat, M. J. Eklund, du problème de la mise en valeur de nos schistes liasiques d'Ajoie.

De cette discussion, il rapporta en Suisse la conviction que l'exploitation des schistes bitumineux par les procédés modernes est rentable, non seulement durant des périodes de guerre, mais également en temps normal.

M. Eklund se mit d'ailleurs à disposition pour procéder à une enquête sur place, de manière à pouvoir juger du meilleur procédé à appliquer pour l'exploitation de nos gisements bitumineux. En attendant, M. Eklund nous a fait parvenir une abondante documentation qui nous permet de jeter un regard sur les procédés qui ont fait leurs preuves en Suède.

Procédés modernes suédois d'extraction des huiles de schistes

Les efforts pour réaliser une méthode d'exploitation satisfaisante, tant sous le rapport technique que sous le rapport économique ont été guidés par deux principes, celui du *générateur* et celui de la *distillation à sec*. Ce dernier a largement prévalu, bien que certaines méthodes, — celle de Bergh — tiennent des deux principes. Mais, nous ne retiendrons, dans ce qui va suivre, que trois méthodes de traitement des schistes suédois, parce que seules elles pourraient entrer en ligne de compte pour l'exploitation des nôtres. Il s'agit des procédés de :

Bergh (un grand nombre de petites cornues),

Ljungström (électrodes introduites dans les couches bitumineuses),

Aspegreen ou Aspeco (chauffage par circulation de billes de fer).

Les appareils Bergh, qui fonctionnent à Kvarntorp, constituent une installation dont le prix d'établissement s'est élevé à 60 millions de couronnes suédoises soit aussi environ 60 millions de francs suisses.

Le procédé Bergh exige l'intervention d'une grande quantité d'eau. La production journalière qu'il assure n'est que de 110 tonnes d'huile brute, 10 tonnes de soufre et 25.000 m³ de gaz. Le rendement de ces installations est d'environ 85 %.

Le procédé électrique de Ljungström, tel qu'il est appliqué à Kvarntorp, a nécessité une mise de fond d'environ 4 millions de couronnes seulement.

L'application du procédé Ljungström à l'exploitation des gisements bitumineux se fait de la manière suivante : Un certain nombre de trous sont forés dans le sol jusqu'au sein des couches schisteuses, soit à la profondeur de 20-25 m. Les électrodes spéciales sont introduites dans ces trous de 6 cm. de diamètre et

reliées aux générateurs du courant. Le sol est ainsi chauffé électriquement durant 2-5 mois. Au centre du groupe des électrodes, un trou plus grand est ménagé par lequel un tuyau conduit les matières volatiles émanant des schistes vers les appareils de distillation et de raffinage. Une couverture est indispensable, pour que les gaz ne puissent s'échapper dans toutes les directions. Le rendement des installations Ljungström est de 68 % environ ; c'est le rapport de la production d'huile et de gaz exprimée en calories par rapport aux calories renfermées dans la masse bitumineuse traitée.

La capacité des installations Ljungström qui fonctionnent actuellement à Kvarntorp est journalièrement :

environ 100 tonnes d'huile brute,
50 tonnes de soufre pur,
100.000 m³ de gaz.

Le procédé Aspeco de la Société Aspegren et Co. est actuellement encore au stade des essais. D'après les calculs son rendement atteindrait environ 100 %.

Les installations comprennent essentiellement 5 tambours rotatifs permettant de traiter 500 tonnes de schistes en 24 heures. Ceux-ci ayant une teneur de 5,55 % d'huile, la production journalière au rendement de 100 % serait de 26 tonnes d'huile environ.

La particularité de ce procédé consiste dans le fait que la chaleur est transposée d'un tambour dans l'autre par des billes chauffées, qui circulent automatiquement dans le sens contraire du mouvement des masses de schistes bitumineux préalablement concassées.

D'après les résultats actuellement obtenus, il semble que le procédé Aspeco s'appliquerait particulièrement bien à l'exploitation de nos schistes ajoulots.

Possibilités de trouver dans le sous-sol de l'Ajoie encore d'autres matières minérales que les schistes bitumineux

Ces perspectives de découverte de richesses minérales avaient conduit à l'exécution du sondage de Buix (mai 1917-mai 1919) qui a fourni au point de vue scientifique de précieux enseignements. Si les résultats pratiques n'ont pas été satisfaisants, cela tient à des circonstances que nous avons relevées plus haut.

Le choix de la localité de Buix se justifiait par des considérations de tectonique qu'il n'est pas indispensable de rappeler ici.

Si le sondage n'a pas été pratiqué dans la profonde coupure longitudinale formée par érosion au cœur de l'anticlinal du Mont-Terrible, c'est à cause du renversement des couches géolo-

giques constaté dans la région s'étendant au SE de Cornol et due au chevauchement du Trias sur le Jurassique. (Voir fig. 7).

Mais on est allé trop loin en comprenant aussi la région de Derrière-Mont-Terri dans la zone de ce chevauchement.

D'après toutes nos constatations, il est peu probable que ce chevauchement intéresse ce vallon profondément encaissé entre le flanc sud et le flanc nord de la chaîne et où affleure le Keuper.

Des travaux sont en voie d'exécution pour élucider ce problème difficile.

Il est vrai qu'un sondage profond — comme celui de Buix — constituera peut-être l'unique moyen de tirer au clair une situation qui a déjà provoqué de nombreuses polémiques scientifiques.

Il y a longtemps déjà qu'au cours de nos études sur la stratigraphie et la tectonique de l'Ajoie nous avons reconnu certaines particularités de structure permettant d'augurer de la présence, à de relativement faibles profondeurs, de couches renfermant généralement des substances minérales d'un intérêt considérable pour l'économie de notre pays.

Il s'agissait entre autres de sel-gemme, de sels de potasse, de charbon et même de minerais métalliques.

Notre lettre du 25 avril 1945 à M. l'ingénieur en chef Peter, à l'intention des autorités cantonales et fédérales, annonçait la découverte de gisements étendus de schistes bitumineux, mais spécifiait qu'à nos yeux, le développement considérable des affleurements schisteux dans l'axe de l'anticlinal Mont-Terrible-Lomont constituait un horizon géologique bien net qui permettrait d'établir de sérieux pronostics sur la profondeur des étages susceptibles de contenir des éléments minéraux intéressants pour une exploitation industrielle.

Depuis lors, notre conviction est allée, se fortifiant continuellement, qu'en pratiquant des sondages profonds dans les parages de Derrière-Mont-Terri, on mettrait à jour, successivement, les groupes du Trias, puis ceux du Permien, pour aboutir au Carboniférien du bassin houiller de Ronchamp, c'est-à-dire aux couches productives du Stéphalien.

Quant aux possibilités de découvrir des gîtes pétrolifères, nous ne les avons pas exclues, puisque, dans beaucoup de cas, il a été reconnu que les schistes bitumineux jouent le rôle de roches-mères des pétroles. C'est le cas, en particulier pour les pétroles d'Alsace dont la présence est associée aux schistes à Amphysile. La question de savoir s'il existe un « bassin pétrolifère » à proximité ou en relation plus ou moins lointaine avec les schistes du Lias qui s'étendent souterrainement sur de vastes étendues doit faire l'objet d'une minutieuse étude avant qu'il soit possible de se prononcer là-dessus.

Mais nous avons à cet effet obtenu le concours d'une personnalité très versée dans ces matières et qui, par surcroît, est

le créateur d'une nouvelle perforatrice « a new Rotary » qui, au dire de la presse, provoquera « a european revolution in deep well drilling » (The Oil Weekly, february 22, 1957).

Cette personnalité, M. F.G.J. Vingerhœtz, qui a entrepris les sondages de *Cuarny*, près d'Yverdon, a procédé à de nombreux sondages en Russie, en Afrique, aux États-Unis, à Surinam, en Allemagne, s'est prononcé d'une manière très encourageante sur les chances qui se présentaient de trouver du pétrole dans les régions adjacentes au dernier pli jurassien.

D'autre part, M. Vingerhœtz tient à démontrer qu'il existe des analogies entre les bordures extérieures paléozoïques de la chaîne Hercynienne et les zones situées au pied des Appalaches, aux États-Unis.

Il en a fait la démonstration par des sondages pratiqués à Plymouth, à Ascheberg, en Westphalie, et à Moll, en Belgique, qui ont donné de grands dégagements de gaz ou des traces certaines de pétrole.

Mais si la région de l'Ajoie offre des possibilités de présence de pétrole, il ne faut pas compter le rencontrer au premier sondage venu. Il règne au sujet des sondages d'exploration des préjugés qu'il importe d'éliminer si l'on ne veut pas s'exposer à des mécomptes certains.

Quelques indications remettront sous ce rapport les choses au point.

*
* * *

Appendice

Il serait difficile de donner une idée de l'importance de l'économie pétrolière sans faire appel aux chiffres. Or, en nous en tenant aux trente dernières années, nous constatons que la consommation mondiale du pétrole a passé de 37 à 500 millions de tonnes environ. En 1940, la valeur du pétrole extrait était environ 10,5 milliards de francs ; parmi les industries extractives, le pétrole se classait ainsi après le charbon (18 milliards) devant la fonte (6,5 milliards), l'or (4,6 milliards), le cuivre (1,8 milliards).

Dans la hiérarchie des pays producteurs de pétrole les États-Unis tenaient en 1940 le premier rang avec une production de 192 millions de tonnes soit le 60 % de la production mondiale. Venaient ensuite la Russie, 52 millions de tonnes, le Vénézuéla, 27 millions, l'Iran, 9,4 millions, le Mexique et la Roumanie, chacun avec 6 millions, le Canada, 1,2 millions de tonnes.

Si les États-Unis sont arrivés en première place, ce n'est qu'au prix d'une lutte continuelle appuyée sur l'utilisation des conquêtes scientifiques dans le domaine de la découverte de nou-

veaux gisements, dans l'exploitation toujours plus rationnelle de ceux qu'elle met en valeur et dans l'amélioration constante des méthodes de raffinage pour adapter ses produits de carburants, de gaz-oil et de lubrifiants aux exigences des nombreuses industries qui les utilisent.

Croit-on qu'il suffit aux Etats-Unis de procéder à un seul sondage, dans une région prospectée comme champ pétrolifère pour y voir jaillir une abondante colonne du précieux liquide ? Illusion profonde !

Qu'on remarque l'énorme proportion des forages entrepris sans aucun résultat.

Aux Etats-Unis, de 1859 à 1928 les statistiques montrent que sur 100 forages, 4,9 seulement furent productifs. La proportion actuelle est bien meilleure ; elle atteint 7,3 % en 1935 ; 10,7 % en 1936 ; 12,6 % en 1937.

En 1938 les travaux de recherche ont absorbé 250 à 300 millions de dollars, de telle sorte que l'exploration représente environ le 15 % de la valeur totale de l'huile brute extraite.

Dans d'autres pays, en Suisse par exemple, ces circonstances seraient propres à faire envisager avec pessimisme des recherches systématiques de pétrole ; mais aux Etats-Unis, en Russie et dans un grand nombre d'autres pays, ces circonstances stimulent l'esprit d'entreprise des prospecteurs. Et, ce qui, de prime abord, paraît une dépense hasardeuse, devient, finalement, un placement des plus lucratifs.

En effet les progrès réalisés grâce au développement des connaissances géologiques, géophysiques et géochimiques, ainsi qu'au perfectionnement de la technique et de l'organisation, ont permis de réaliser des économies énormes.

Rien qu'aux Etats-Unis, où l'on dépense annuellement 250 à 300 millions de dollars pour les diverses recherches et explorations, on en aurait dépensé, il y a quinze ans, dans les conditions où l'on travaillait, pas moins de 800 à 900 pour le même résultat.

Comment faut-il envisager en Suisse la question des recherches pétrolifères ?

Est-il possible, en tout premier lieu, d'élucider le point essentiel du problème : Comment déterminer d'une façon satisfaisante les chances de trouver des gîtes pétrolifères exploitables dans des conditions de rentabilité certaine ?

Il importe ici d'indiquer les principes scientifiques qui permettent de répondre à cette première question :

Les études géologiques fournissent les premières données concernant la discrimination des terrains productifs et des terrains stériles, puis les explorations géophysiques permettent de fixer plus exactement la situation des gîtes, leur étendue, leur profondeur.

Ces explorations géophysiques mettent à profit différents procédés : magnétométrie, gravimétrie, sismographie, résistance électrique, carottage électrique, etc.

Pour donner une idée du rôle des méthodes géophysiques dans les recherches pétrolifères, qu'il suffise de rappeler qu'elles ont concouru, depuis 1955 pour 50 % à la découverte de champs pétrolifères aux États-Unis et au Vénézuéla. Si les dépenses affectées, en Amérique, à ces travaux de géophysique sont évaluées à 55 millions de dollars, par contre, la valeur de l'huile contenue dans les champs découverts depuis lors atteint 5 milliards de dollars. Ces chiffres prouvent à l'évidence les services rendus par la géophysique à l'économie pétrolifère et nous dispensent d'insister là-dessus. Cependant, l'opération principale pour la découverte de couches pétrolifères inconnues reste le *forage* d'exploration.

Voici comment *P. Calfas* dans *Le Génie Civil* (1^{er} août 1942) expose la question :

I. Exposé.

« Le forage d'exploration a pour objet la découverte de couches pétrolifères inconnues. Judicieusement conduits, les forages d'exploration permettent de déterminer non seulement les trois éléments que l'on rencontre dans un gisement pétrolifère : gaz, huile, eau salée, mais encore la stratigraphie, l'âge tectonique des terrains traversés. En un mot, ils permettent d'établir, d'une façon précise, l'anatomie terrestre de la région explorée.

Pour procéder à ces sondages, on recourt le plus souvent au Rotary qu'actionne soit une machine à vapeur, soit un moteur Diesel dont la puissance peut atteindre jusqu'à 400 CV.

II. Etude stratigraphique des terrains.

C'est une tâche ardue que celle de l'étude stratigraphique eu égard à la définition et au choix même des repères : paléontologique, lithologique, physique (dureté, propriétés élastiques, thermiques, électriques). Cependant, les géologues y parviennent maintenant avec assez grande certitude. Ils prennent soin, d'ailleurs, de recouper toutes ces indications par le prélèvement de carottes à l'aide d'appareils ingénieux (carotteurs latéraux à balles), de diagrammes de la vitesse de forage, de diagrammes électriques faisant ressortir les résistivités et le potentiel spontané des roches rencontrées.

On établit de même avec précision la tectonique des terrains recoupés, ce qui présente une importance capitale puisque le pétrole s'accumule toujours dans la partie haute de l'anticlinal. Il est donc essentiel de connaître la grandeur et l'azimut du pendage des couches aux points où elles ont été rencontrées. On dispose pour cela d'appareils extraordinairement ingénieux, spécialement du pendagemètre de Schlumberger et du Sperry Sun, les-

quels fournissent ces renseignements-là avec précision. Ces deux méthodes sont maintenant utilisées dans le monde entier.

En outre, les forages d'exploitation doivent satisfaire à ce rôle essentiel consistant à déterminer l'emplacement des zones perméables dans lesquelles le pétrole s'est accumulé, puis à établir des prévisions sur ce que chacune d'elles donnera à l'exploitation.

Le premier problème, celui de la détermination des zones perméables (position, épaisseur, structure), se résout à l'aide des diagrammes de carottage électrique, lesquels consistent essentiellement à mesurer la résistivité des roches suivant la profondeur du forage. Cette résistivité, par millimètre carré, peut varier entre quelques dixièmes d'ohms jusqu'à plusieurs milliers. Sa valeur est en relation étroite avec la quantité de liquide et la résistivité propre du liquide imprégnant ces roches. Il s'ensuit que les formations imperméables : marnes ou argiles, offrent une résistivité sensiblement constante, tandis que celles des couches poreuses varie dans une très large mesure suivant que leur imprégnation est due à de l'eau salée ou à du pétrole. Elle est très faible dans le premier cas et très élevée dans le second.

III. Mesure de résistivité des roches.

En principe, cet essai se ramène à descendre dans le trou de sonde une électrode connectée, par l'intermédiaire d'un câble isolé, à une borne d'un générateur de courant dont l'autre borne est reliée au sol. L'électrode descendue dans le forage crée dans le terrain qui l'entoure, un champ électrique dont les caractéristiques dépendent de la constitution de ce terrain. Ce champ peut être étudié au moyen d'un potentiomètre disposé à la surface du sol.

Une pratique aujourd'hui courante consiste à établir des recoupements entre la mesure de la résistivité des terrains, d'une part, selon la méthode dont nous venons d'indiquer le principe, puis, d'autre part, d'après des échantillons de roches prélevés au moyen du carottier latéral à balles. Ces derniers échantillons sont aussi examinés aux points de vue lithologique et paléontologique. On va même encore plus loin.

En effet, en analysant ces formations poreuses, on détermine leur teneur en huiles ainsi que la nature de ces huiles et on établit, d'après leurs caractéristiques : porosité, perméabilité, grosseur des grains, teneur en colloïdes, les possibilités de leur productivité en pétrole.

Dès lors, on chemine à coup sûr, pas à pas, dans le forage d'une sonde d'exploration, en y discernant les couches productives de celles qui ne le sont pas et on établit avec précision leurs étages respectifs. On peut même, grâce aux diagrammes fournis par le carottage thermique, déterminer, dans un puits en

production, les étages desquels proviennent du gaz, de l'huile ou de l'eau. Notamment, sur un diagramme thermique, le gaz, et dans une moindre mesure l'huile marquent en froid, inversement l'eau y révèle sa présence en chaud.

* * *

Depuis la rédaction du rapport qui précède, les travaux ont été activement poursuivis en vue de la mise en valeur des schistes du Mont-Terrible.

Des analyses faites dans les laboratoires suédois ont confirmé nos indications concernant leur teneur en huile qui est de 4,6 % en moyenne.

En outre, des essais pratiques, de caractère industriel, exécutés en Scandinavie ont conduit à des résultats très favorables qui permettent d'envisager leur emploi comme base de fabrication de produits actuellement très recherchés sur les marchés.

Il est aussi intéressant de noter au point de vue scientifique que les analyses de savants suédois ont révélé la présence de quantités importantes *d'uranium* dans les gisements bitumineux. Ceux-ci constitueraient les gîtes naturels les plus étendus de l'élément qui est à la base de la production d'énergie atomique. A ce titre aussi, nos schistes offrent des perspectives intéressantes pour notre pays, où les recherches sur l'énergie de l'atome vont prendre un caractère national.

L. LIEVRE

*Président de la commission
scientifique de l'A.D.I.J.*

