

Prospection séismique en Campine belge *

DISCUSSION DES PRINCIPAUX HORIZONS SOUS LEURS ASPECTS SEISMIQUES

par H. A. RUEHMKORF **

SAMENVATTING

Buiten de basis van het Tertiair, bestaat er in de Kempen geen seïsmisch weerkaatsingsvlak waarvan het beeld in de seïsmogrammen een blijvend bijzonder kenmerk vertoont.

Het was daarom nodig zijn toevlucht te nemen tot andere karakteristieken om de voornaamste geologische horizonten te herkennen. Daartoe werden namelijk de discordanties en de refractiesnelheden gebruikt.

RESUME

La base du Tertiaire exceptée, il n'y a pas en Campine de miroirs séismiques dont l'image dans les séismogrammes est d'une qualité spéciale et persistante.

Il a donc été nécessaire d'employer d'autres arguments pour reconnaître les horizons principaux : ce sont les discordances et les vitesses de réfraction.

Du mois d'août 1953 au mois d'avril 1956, soit pendant 32 mois, la société Seismos G.m.b.H. à Hanovre a exécuté une campagne séismique en Campine belge, pour compte de l'Etat belge, représenté par le Service Géologique de Belgique.

La publication des résultats de cette prospection se fera par les soins du Service Géologique de Belgique. On se borne ici à commenter quelques particularités des problèmes rencontrés et l'interprétation des données séismiques.

La Campine est située dans la partie NE de la Belgique et représente à peu près 12% de la superficie du Royaume. La découverte du gisement houiller de la Campine date de 1901. Aujourd'hui, la houille y est exploitée dans sept grands charbonnages.

Les connaissances de la tectonique de la Campine sont basées sur les travaux souterrains de ces mines et sur 123 sondages.

Le Bassin est limité vers le SSW par le grand anticlinal du Massif du Brabant, dont le noyau comporte le Cambro-Silurien. Le Houiller plonge plus ou moins régulièrement vers le N ou vers le NE. Une couverture crétacique et postcrétacique repose en discordance plus ou moins accentuée sur le Houiller, qui disparaît en biseau sous ces formations, parfois avec une intercalation de « Roches rouges de la Campine ». Ces « Roches rouges », dont la présence a été constatée dans plusieurs sondages, comprennent du Jurassique, du Triasique et du Permien; elles indiquent l'existence de plusieurs fosses et horsts.

La plupart des 123 sondages ont été exécutés peu après la découverte du bassin campinois par André Dumont et remontent donc à 30 ou 50 ans. La carte (fig. 1) montre que la plupart des sondages se trouvent dans le voisinage des mines, de sorte que ce sont les autres sondages qui ont été d'une importance particulière pour les mesures séismiques parce que les travaux séismiques devaient s'étendre en dehors des concessions minières.

Parmi les sondages, deux ont atteint la base du Houiller (Turnhout et Wywenheide). Parmi

* Communication au douzième Meeting de la European Association of Exploration Geophysicists à Bruxelles, 5-7 juin 1957.

** Seismos G.m.b.H., Hanovre.

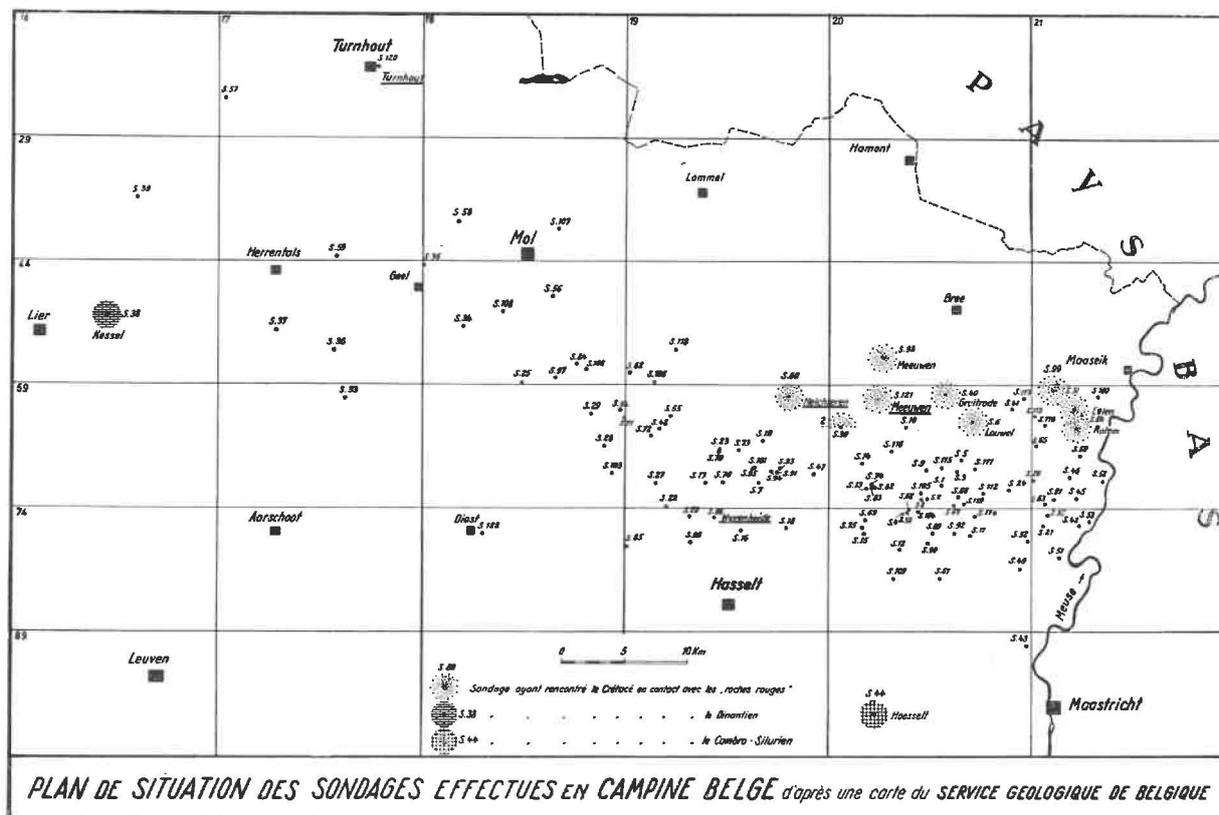


Fig. 1.

les huit sondages qui ont rencontré les Roches rouges, il n'y en a que deux qui ont atteint le Houillier en dessous des Roches rouges (Meeuwen et Helchteren).

Comme les sondages S 120 et S 121 étaient encore en cours d'exécution au commencement de la campagne sismique, on y a mesuré la vitesse de propagation des ondes.

Les travaux sismiques se sont étendus de l'est d'Anvers jusqu'à la Meuse et de la frontière belgo-hollandaise jusqu'au sud de Diest, sur une surface d'environ 90 × 70 km avec plus de 1300 km de profil.

L'objectif de la recherche sismique était de recueillir des indications concernant :

- a) la surface de discordance située à la base du Crétacé,
- b) la nature, l'allure et les limites des couches permotriasiques éventuellement présentes,
- c) la tectonique du substratum paléozoïque.

Dans la présente note, les divers horizons seront discutés sous leurs aspects sismiques, ce qui ne sera peut-être pas dépourvu d'un certain intérêt général.

La base du tertiaire.

Dans presque toute la Campine, le Tertiaire est en contact avec la plus jeune des formations du Crétacé supérieur, le Maastrichtien. Il n'était donc pas étonnant de voir la base du Tertiaire réagir dans les séismogrammes comme un miroir fort et bien caractéristique, comparable à celui qui est habituel dans les régions analogues du Nord de l'Allemagne. Cette qualité du miroir et parfois le miroir lui-même se sont perdus dans une région limitée située à l'est de Meeuwen. D'après les sondages exécutés dans cette région, il y aurait là, entre le Tertiaire et le Maastrichtien, une formation nommée Montien, d'une épaisseur de 10 à 30 m. C'est donc cette intercalation qui doit être tenue pour responsable du changement dans le comportement des ondes sismiques enregistrées.

La base du Crétacé.

La base du Crétacé est un horizon transgressif; c'est-à-dire que, sous cet horizon, les couches précrétaciques — plus ou moins discordantes — disparaissent en biseau l'une après l'autre. Par suite des variations lithologiques que subit le contact Crétacé-Précrétacé, la qualité des réflexions provenant de cette limite est variable. Ce miroir est souvent de très bonne qualité, mais il peut

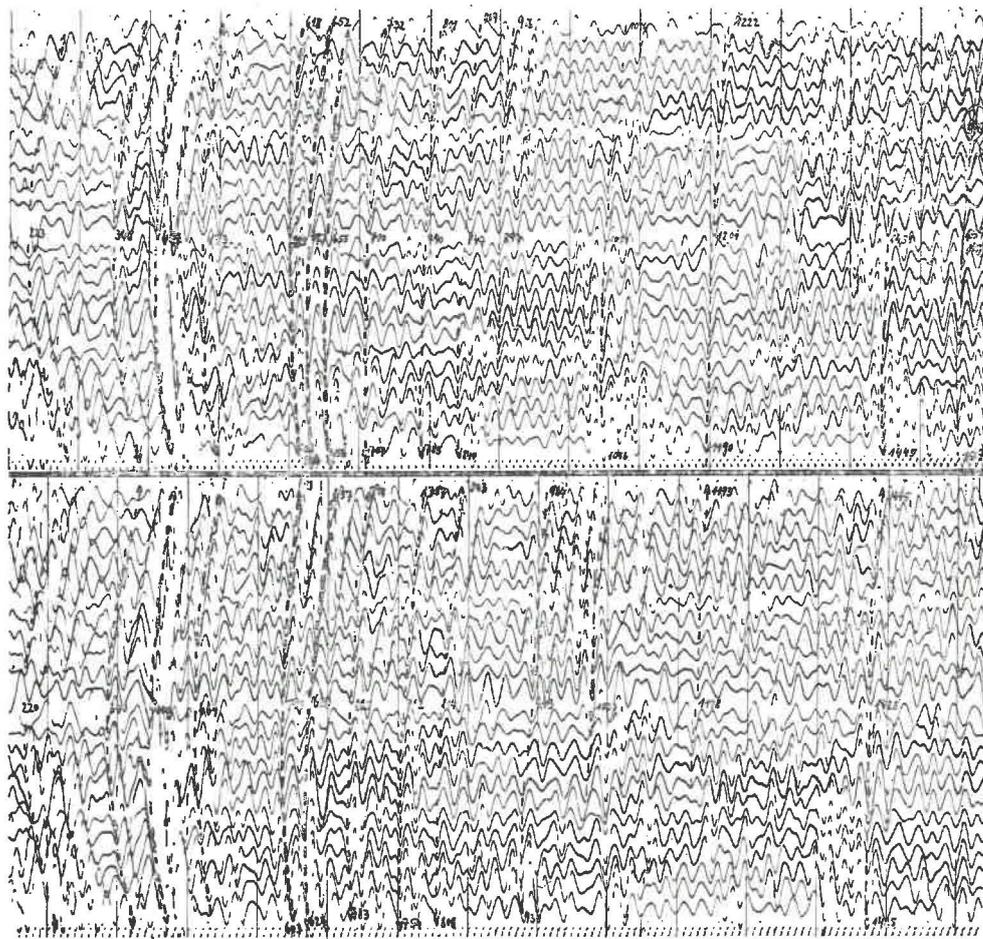


Fig. 2. — Série de séismogrammes.
Disparition en biseau d'un miroir du Houiller en dessous du miroir de la transgression dont la qualité ne change pas.

aussi disparaître subitement à faible distance, sans qu'on doive présumer aucun dérangement tectonique.

La première série de séismogrammes (fig. 2) montre fort bien la disparition en biseau d'un miroir du Houiller en dessous du miroir de la transgression, dont la qualité ne change pas. Le séismogramme supérieur permet de suivre les premières arrivées du miroir en Houiller, qui se perdent dans les minima de l'horizon transgressif.

Un autre bon exemple est donné par la seconde série (fig. 3).

Parfois, on peut observer que les réflexions discordantes — bien qu'elles arrivent plus tard que le miroir de la transgression — conservent leur qualité au voisinage de la disparition en biseau, tandis que la réflexion de la transgression se perd. Dans d'autres cas, les deux miroirs s'affaiblissent l'un et autre par interférence.

Dans l'exemple suivant (fig. 4), on ne peut pas suivre exactement les amplitudes du miroir de la transgression (F) dans le séismogramme

supérieur. Leurs élévations se perdent et ne recommencent qu'au milieu du second séismogramme. La preuve que la phase marquée est juste, est fournie par le troisième séismogramme qui, par une autre disparition en biseau, fixe de nouveau clairement le miroir transgressif. En revenant en arrière, on peut le poursuivre à peu près jusqu'au milieu du séismogramme médian.

D'ailleurs, la comparaison des temps de parcours et leur représentation en profil montrent que l'horizon transgressif n'est pas déplacé, ou que, s'il est déplacé, le déplacement doit être inférieur à 10 m.

Un quatrième exemple permet de prouver l'existence d'un rejet à la base du Crétacé par l'examen des discordances dans deux profils qui se croisent :

Le premier profil représenté en partie à la figure 5, a été tiré du nord au sud. Il traverse un sondage. De sud vers nord, la base du Crétacé, notée F, est donnée par des réflexions continues jusqu'au point de tir 13. Par l'intermédiaire d'une

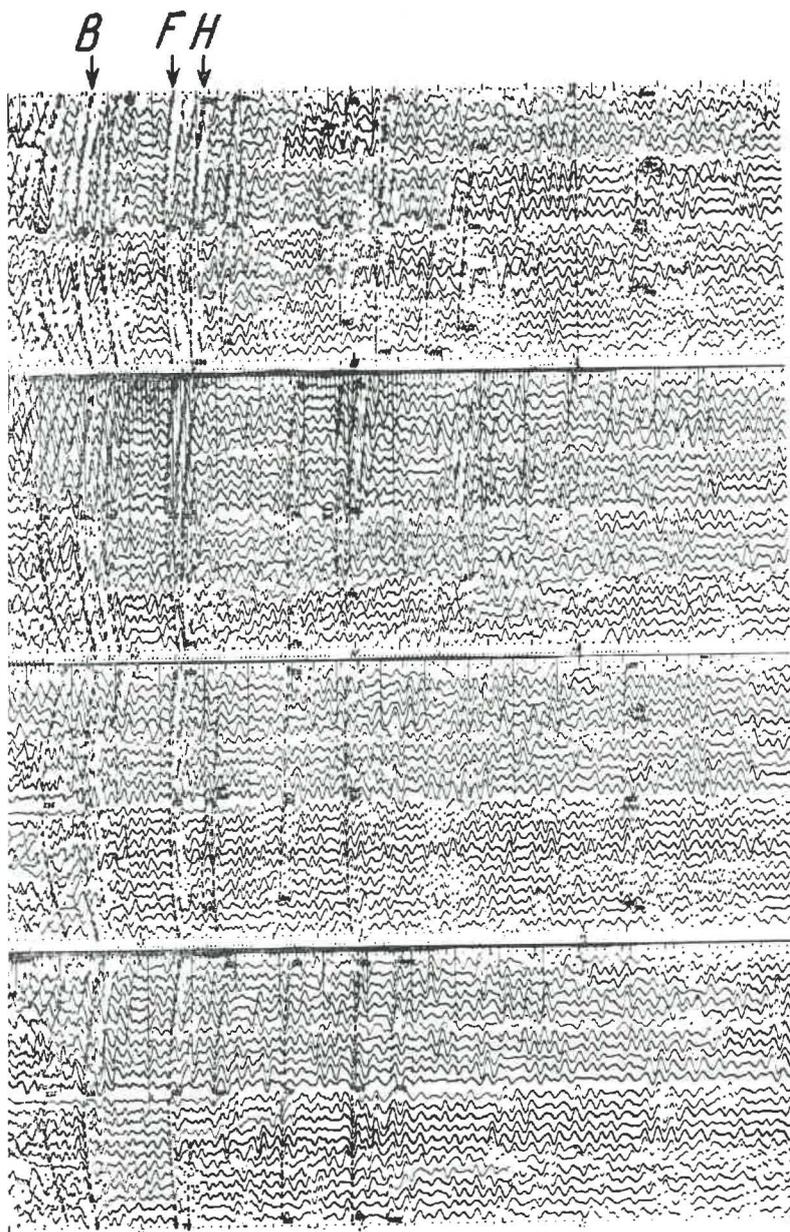


Fig. 3. — Série de séismogrammes.

B : miroir de la base du Tertiaire.
 F : miroir de la base du Crétacé (horizon transgressif).
 H : miroir en terrain houiller, disparaissant en biseau.

autre réflexion montrant la discordance sous le point 9, on atteint, par horizon-fantôme, la base du Crétacé observée au sondage. Sauf de faibles réflexions sous les points 7 à 5, le miroir F ne réapparaît plus au nord du sondage; il n'y a plus de discordances convaincantes. Le profil du sondage ne révélait aucune faille dans le Houiller immédiatement sous la base du Crétacé. Il était donc très douteux que les miroirs reconnus sous les points 7 à 5 s'identifient avec la base du Crétacé, ce qui impliquait la présence d'une faille rejetant le Crétacé.

Un second profil, perpendiculaire au premier et traversant également le sondage, est partiellement reproduit sur la figure 6. Sa partie orientale ne contient pas de miroirs qui peuvent représenter l'horizon F, mais plusieurs réflexions discordantes permettent de dessiner F comme horizon-fantôme à la cote indiquée par le sondage. Dans la partie occidentale apparaît un miroir continu, superposé à des disparitions en biseau qu'il faut donc interpréter comme base du Crétacé, bien qu'il se trouve à un niveau supérieur à la base du Crétacé indiquée par le sondage.

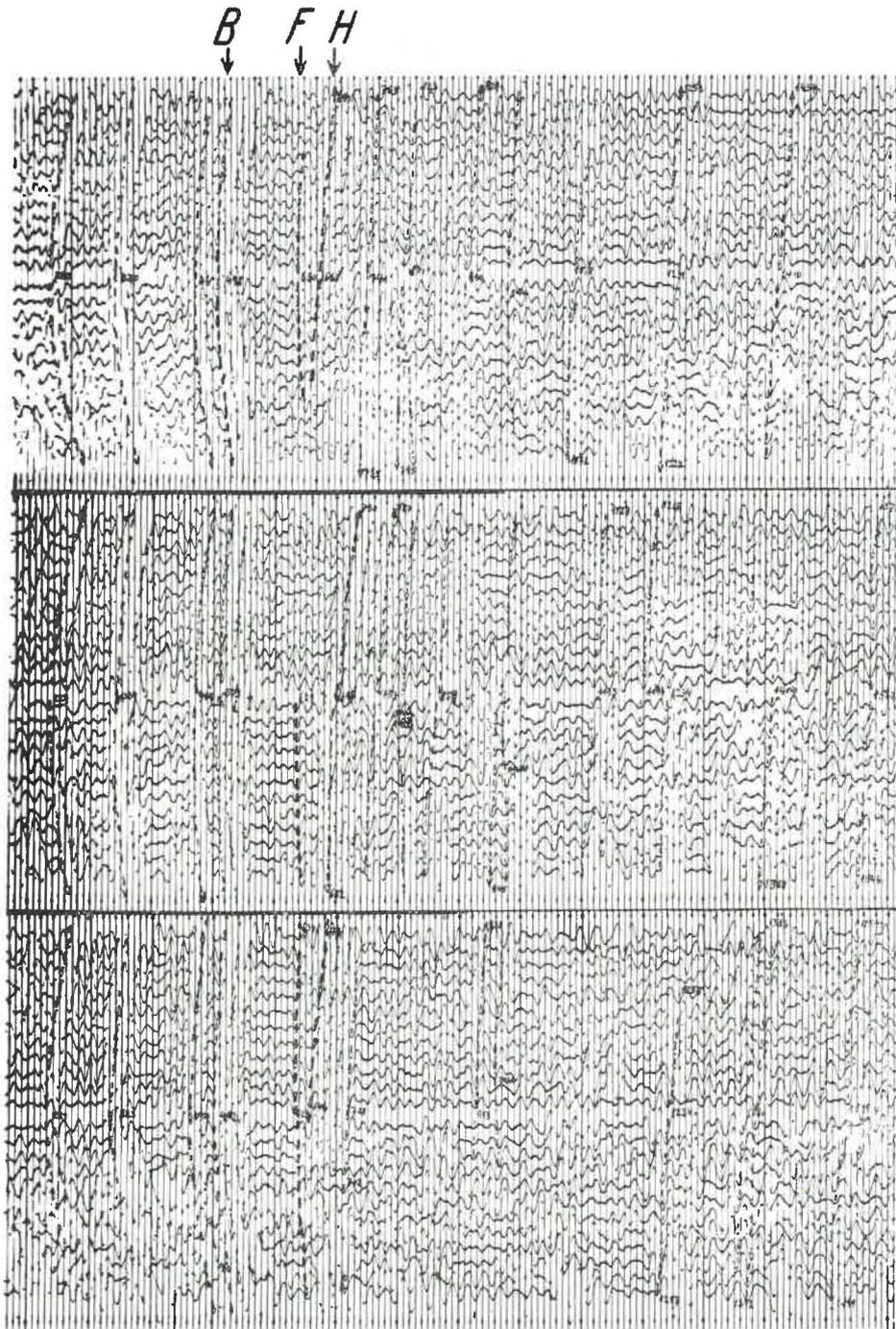


Fig. 4. — Série de séismogrammes où le miroir de la transgression F se perd parfois.

Un troisième profil, formant triangle avec les deux premiers, a confirmé cette interprétation par d'autres discordances marquées. Par conséquent, le rejet de la base du Crétacé, soupçonné dans le premier profil, est entièrement confirmé.

Au surplus, une discussion ultérieure a révélé que l'interprétation de la coupe du sondage avait présenté quelques difficultés pour les couches supérieures du Houiller. La faille reconnue sismiquement expliquait ces difficultés.

Il faut ajouter que les failles affectant la base du Crétacé et également les failles rejetant le Tertiaire se sont révélées plus nombreuses en Campine qu'on ne l'avait prévu.

Les exemples ci-dessus montrent que le meilleur critère pour suivre un horizon transgressif — comme la base du Crétacé en Campine — est l'observation soigneuse de réflexions discordantes sous la couverture dans plusieurs profils de direction différente. Des discordances claires fixent

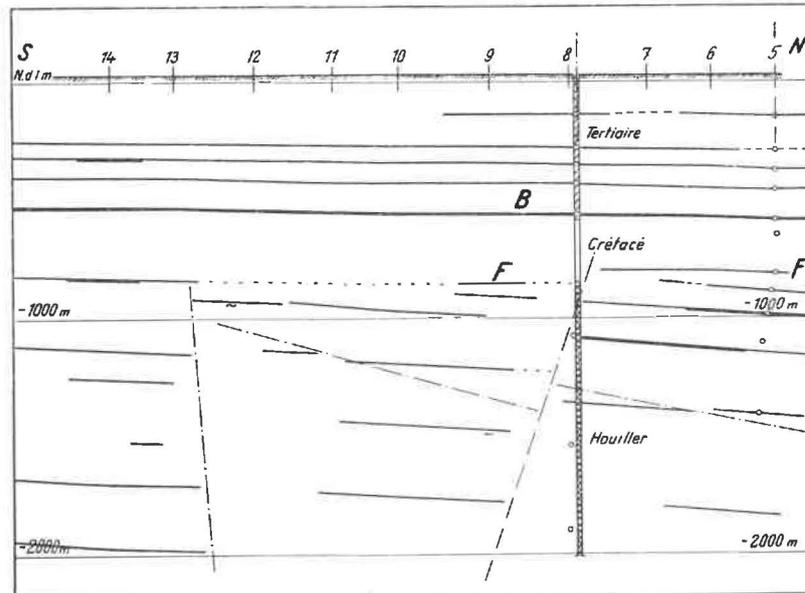


Fig. 5. — Profil sismique — réflexion prouvant l'existence d'un rejet à la base du Crétacé par l'examen des discordances.
B: base du Tertiaire. — F: base du Crétacé.

mieux la profondeur de la transgression que des réflexions douteuses, dont on ne peut que soupçonner qu'elles peuvent provenir de l'horizon transgressif.

La base des Roches rouges.

L'extension des Roches rouges de la Campine est mal connue jusqu'à présent. Comme il a été dit, ces roches ont été rencontrées avec certitude dans huit sondages rapprochés et deux de ces sondages ont atteint le Houiller sous les Roches

rouges. Malgré le mesurage des vitesses exécuté dans l'un de ces sondages (n° 121), ces forages n'ont pas apporté une aide essentielle quant à la détermination de la base des Roches rouges dans les profils sismiques, parce que les abords des deux sondages sont fortement dérangés.

Cependant, on a observé plusieurs fois un horizon inférieur au Crétacé dont la pente est différente de celle de la couverture et également de celle du Houiller (voir fig. 6). Ailleurs, on a trouvé un horizon inférieur au Crétacé, et certai-

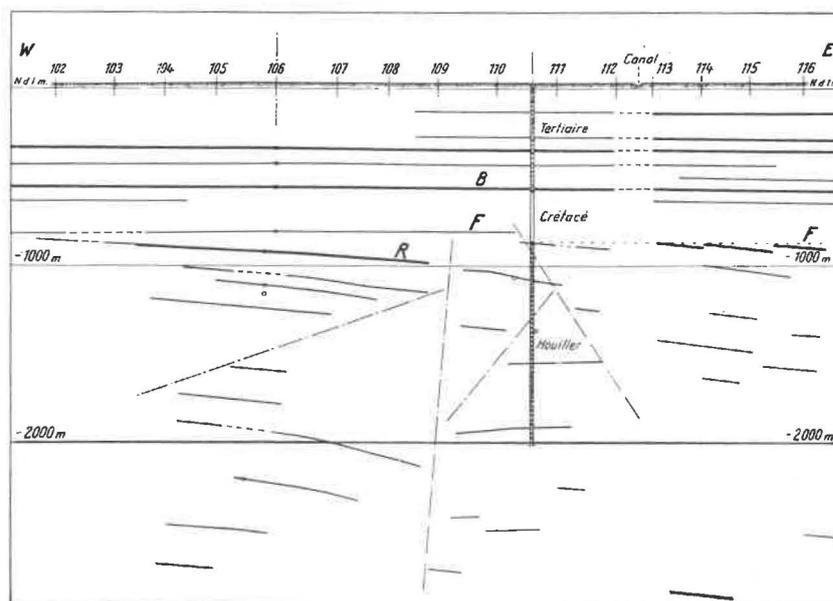


Fig. 6. — Profil sismique — réflexion croisant le profil de la figure 5, prouvant l'existence d'un rejet à la base du Crétacé par l'examen des discordances.
B: base du Tertiaire. — F: base du Crétacé. — R: base des Roches rouges.

nement non faillé, alors que le Houiller, en dessous de lui, était certainement faillé. Par des considérations géologiques, il semble permis d'interpréter de tels miroirs comme représentant la base des Roches rouges. Grâce à ces interprétations on a pu indiquer la présence des Roches rouges dans des régions où celles-ci n'étaient pas encore connues. D'autre part, les zones de disparition en biseau vers le sud ont pu être marquées dans différentes fosses. Ces interprétations sismiques seront à vérifier par de nouveaux sondages.

La qualité des réflexions interprétées comme base des Roches rouges, a présenté de fortes variations pour les mêmes raisons que pour la base du Crétacé : il s'agit également d'un horizon transgressif.

Le Houiller.

Au cours des travaux sismiques, on a constaté que les failles du Houiller sont plus nombreuses qu'on ne s'y était attendu et que les directions du pendage varient d'un massif à l'autre, et même qu'il y a des zones dans lesquelles existe un véritable plissement du Houiller, ce qui — jusqu'à présent — n'était connu qu'au sud du Massif du Brabant.

Le nombre des sondages disponibles n'était pas suffisant pour pouvoir coordonner stratigraphiquement les miroirs houillers reconnus dans chaque massif. Il fallait donc s'adresser à des critères sismiques. Un tel critère a été par exemple la reconnaissance d'un doublet de miroirs au sud

de la Campine, en dessous duquel les réflexions sont rares et parfois d'une pente discordante. On présume que le miroir inférieur du doublet représente la base du Houiller.

Comme l'épaisseur de la couverture crétacique et postcrétacique passe de plus de mille mètres au nord de la Campine à 400 et 300 mètres au sud, on a proposé de compléter au sud les mesurages sismiques-réflexion par des lignes sismiques-réfraction. 160 km de profil avec 50 lignes de réfraction ont été tirés le long des profils sismiques-réflexion.

Les lignes de réfraction les plus septentrionales sont situées dans des massifs, où, d'après les sondages traversés, la base du Houiller se trouve à une profondeur telle que — vu la faible longueur de ces lignes — aucune vitesse provenant du Préhouiller ne pouvait être observée.

Dans ces cas, les vitesses observées en dessous de la couverture sont toujours comprises entre 4000 et 4500 m/s. De cette manière, il est certain que de telles vitesses correspondent au Houiller. D'ailleurs, le mesurage de la vitesse de propagation des ondes sismiques exécuté au sondage de Turnhout a donné 4000 m/s pour le Houiller.

D'autre part, dans les lignes de réfraction plus méridionales, on a observé plus souvent des vitesses supérieures, comprises entre 5000 et 6300 m/s. Dans plusieurs lignes, on a observé en même temps les vitesses plus hautes et les vitesses plus faibles.

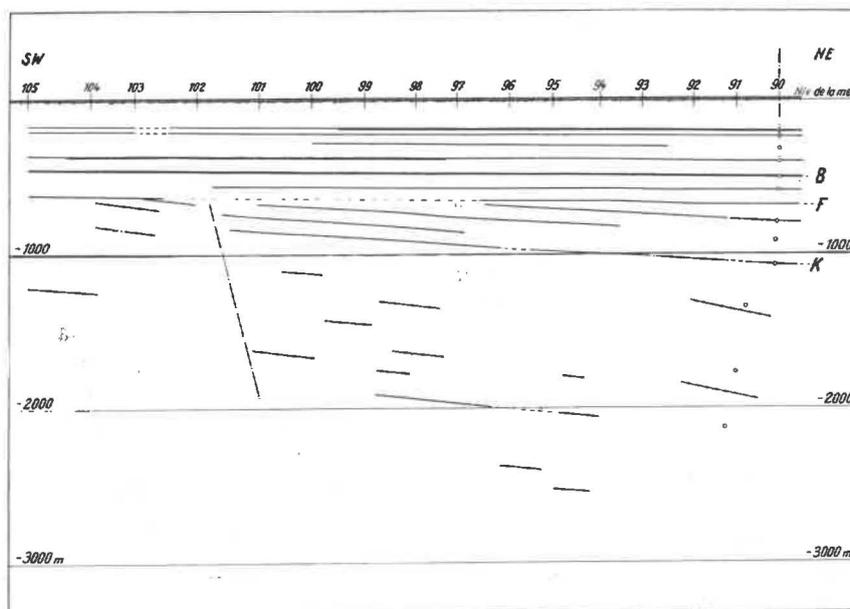


Fig. 7. — Profil sismique — réflexion.

Au NE du point de tir 102 :
 vitesse de réfraction en dessous de F (base du Crétacé) : 4400 m/s
 vitesse de réfraction en dessous de K (base du Houiller) : 6300 m/s
 Au SW du point de tir 102 :
 vitesse de réfraction en dessous de F : 6000 m/s
 Il y a donc rejet de la faille ≤ 200 m

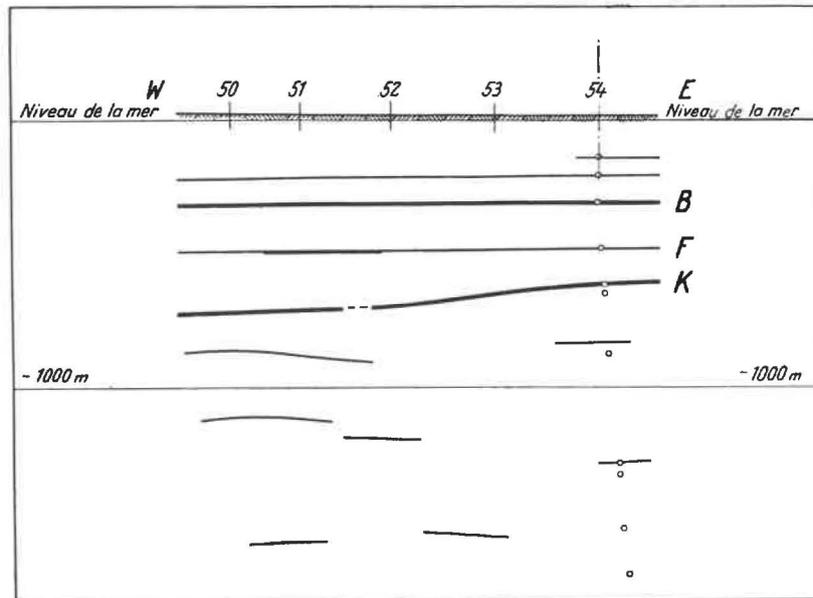


Fig. 8. — Profil sismique — réflexion.
Horizon K représentant la limite entre les vitesses de réfraction 4300 et 5000 m/s.

Pour trouver la signification des vitesses plus hautes, on a tiré des lignes traversant des sondages dans lesquels on avait rencontré le Pré-houiller. Il y a dans le sud de la Campine un sondage (S 44, Hoesselt) dans lequel la couverture est en contact avec le Cambro-Silurien et un sondage au SW (S 38, Kessel) dans lequel quelques dizaines de mètres de Calcaire carbonifère en contact avec la couverture, reposent sur le Dévonien. Les vitesses observées ont été ~ 5000 m/s pour le Cambro-Silurien, ± 6000 m/s pour le Calcaire carbonifère.

Ces observations ont permis de tracer :

1. la limite du Bassin houiller de la Campine vers le sud et le sud-ouest;
2. le bord méridional de la bande de Calcaire carbonifère;
3. quelques zones dans lesquelles le Houiller serait en contact direct avec le Dévonien ou le Cambro-Silurien, sans interposition de Calcaire carbonifère.

Les lignes de réfraction ont également permis de compléter les interprétations des profils sismiques-réflexion (fig. 7 et 8) :

Le profil figure 7 faisait supposer que l'horizon K représentait la base du Houiller et que la faille sous le point 102 limitait l'extension du Houiller vers le SW. Une ligne de réfraction tirée au nord de la faille a vérifié que le miroir K constituait la limite entre les vitesses 4400 et 6300 m/s. Une seconde ligne de réfraction tirée au sud de la faille n'a trouvé qu'une seule vitesse en dessous de la couverture, savoir 6000 m/s.

Ainsi donc, le sens du rejet de la faille a été confirmé : le massif méridional est bien le massif relevé, qui ne contient plus de Houiller.

Dans le profil fig. 8, on avait constaté, en dessous d'un miroir fort K, incliné vers NW, des pendages en sens opposé. On soupçonnait la superposition du Houiller à un massif calédonien. De fait, deux lignes de réfraction, l'une perpendiculaire à l'autre, montrèrent que le miroir K représente la limite entre les vitesses 4400 et 4900, resp. 4300 et 5000 m/s. Ceci indique que, dans cette région, le Calcaire carbonifère fait défaut en dessous du Houiller.

D'ailleurs ce résultat a permis d'établir, par comparaison avec un sondage voisin, la présence d'une faille d'un rejet de ± 400 m.

Les exemples traités ci-dessus indiquent que, dans la prospection sismique en Campine, il n'y a qu'un miroir dont la qualité et le comportement restent constants dans presque toute la Campine : c'est la base du Tertiaire. Les bases du Crétacé, des Roches rouges et du Houiller ne possèdent pas une qualité spéciale et constante. Pour les reconnaître, il faut donc s'adresser à d'autres arguments supplémentaires : par exemple, à des discordances de stratification et à des résultats obtenus par réfraction.

L'auteur remercie vivement Monsieur André Grosjean, Directeur-Divisionnaire au Corps des Mines, Chef du Service Géologique de Belgique, et la Société Seismos G.m.b.H., d'avoir bien voulu autoriser la publication de cette étude.