

Etude générale de l'exhaure dans les charbonnages du bassin de Charleroi-Namur

G. JANSSENS,

Ingénieur en Chef-Directeur

M. J. SNEL,

Ingénieur Principal Divisionnaire.

RESUME

Dans le bassin minier de Charleroi-Namur, les variations de l'exhaure suivent la pluviométrie avec un décalage qui représente la durée moyenne de l'infiltration des eaux météoriques dans le houiller. Cette concordance entre l'exhaure totale du bassin et la pluviosité dans la région minière démontre que le bassin houiller constitue un bassin hydrologique dans son ensemble.

Il en résulte que les différents pompages d'exhaure influencent le rabattement des eaux dans une zone qui peut dépasser l'extension des concessions minières respectives. On le constate par le fait que lors de l'arrêt de ces pompages après l'abandon des concessions, les eaux des mines fermées envahissent, du moins en partie, les mines voisines encore en exploitation, dont le débit d'exhaure augmente.

Cette infiltration latérale des eaux dépend toutefois également du gradient hydraulique c'est-à-dire des structures géologiques et de l'extension de nappes aquifères potentielles. Dans certains cas, l'arrêt d'une mine n'entraîne de ce fait aucun accroissement apparent de l'exhaure dans les mines du voisinage.

Les diagrammes d'exhaure expliquent la répartition des eaux d'infiltration dans le temps et dans l'espace. La diminution de l'exhaure en été est une conséquence des sécheresses estivales qui réduisent l'infiltration directe se produisant à l'aplomb des exploitations minières. Les eaux de l'exhaure demeurent néanmoins relativement abondantes par suite de l'infiltration latérale suivant la pente des formations géologiques et des failles que les travaux miniers ont recoupées.

Par la réduction de bain d'eau, par la mise à découvert de failles, par la propagation de cassures

SAMENVATTING

De bemaling der mijnen van het Bekken van Charleroi-Namen vertoont dezelfde schommelingen als de regenneerslag, en wel met een vertraging die overeenkomt met de tijd die het regenwater nodig heeft om in het kolengebergte door te brengen. Deze overeenkomst tussen de totale opgepompte hoeveelheid water en de regenneerslag in de streek bewijst dat het kolenbekken in zijn geheel een op zichzelf staande hydrologische eenheid uitmaakt.

Daaruit volgt dat het pompen in verschillende mijnen ook buiten de eigen concessiegrenzen een invloed kan uitoefenen op de daling van het waterpeil. Wanneer ten andere tengevolge van het sluiten van mijnen sommige bemalingsinstallaties stilvallen dringt het water van deze mijnen althans gedeeltelijk binnen in de naburige mijnen die nog in bedrijf zijn, en die hun bemalingsdebiet zien stijgen.

Deze zijdelingse infiltratie van het water hangt echter ook af van de hydraulische gradient, 't is te zeggen van de geologische structuur en de uitgestrektheid van de mogelijke ondergrondse waterlagen. Er zijn dan ook gevallen waarin het sluiten van een mijn blijkbaar geen enkele invloed heeft op de bemaling in de naburige mijnen.

De bemalingsdiagrammen geven een beeld van de infiltratie van het water in de tijd en in de ruimte. In de zomer vermindert de bemaling tengevolge van de seizoensdroogte die een vermindering van de rechtstreekse inzijpeling boven de concessie tengevolge heeft. Toch blijft er een tamelijk belangrijke bemaling bestaan wegens zijdelingse infiltratie langs de gelaagdheidsvlakken der geologische formaties en langs de storingen die door de ontginning worden aangesneden.

d'exploitation, par l'exploitation de couches de houille à faible profondeur sous la surface du sol, l'agencement des travaux miniers exerce finalement une influence propre sur le débit de l'exhaure.

L'étude des variations de l'exhaure permet de supputer les causes déterminantes des venues d'eau qui se produisent dans les mines. Chacune des exploitations minières constitue dans ce domaine un cas d'espèce.

Une étude du même problème par la voie géochimique confirme avec plus de précisions les constatations relevées par l'examen des diagrammes d'exhaure relativement à deux zones d'exploitation particulières du bassin.

Des litiges étant déjà survenus entre charbonnages et pouvant encore se produire au sujet de passages d'eau d'une concession à l'autre, nous avons jugé nécessaire de présenter notre étude des variations de l'exhaure dans le bassin sans découvrir nommément les concessions.

INHALTSANGABE

Im Steinkohlenrevier von Charleroi und Namur spiegelt sich in der Wasserhaltung der Zechen die Niederschlagsmenge wider, und zwar entspricht die Zu- oder Abnahme des zu Tage zu fördernden Grubenwassers zeitlich gesehen der mittleren Dauer des Durchsickerns der Niederschläge durch das Deckgebirge bis in die kohleführenden Schichten. Die Uebereinstimmung zwischen der Wasserhaltungsmenge und der Niederschlagsmenge lässt erkennen, dass das Steinkohlenrevier im ganzen gesehen auch eine hydrologische Einheit ist.

Dies bedeutet, dass der Umfang der Wasserhaltung den Stand des Wasserspiegels in einem Bereich beeinflusst, der über die Grenze der einzelnen Grubenfelder hinausgehen kann, wie daraus zu ersehen ist, dass bei Einstellung der Wasserhaltung nach Schliessung einer Grube das Grubenwasser zumindest teilweise in die benachbarten, noch in Betrieb befindlichen Gruben eindringt und deren Wasserhaltungsmenge entsprechend steigt.

Dieser seitliche Zufluss von Wasser hängt jedoch auch vom hydrologischen Gefälle ab, d.h. der geologischen Struktur und der Ausdehnung möglicher wasserführender Schichten. So erklärt es sich, dass in manchen Fällen die Einstellung des Betriebes einer Grube in den benachbarten Gruben keine wahrnehmbare Zunahme der Wasserzuflüsse nach sich zieht.

Aus den Wasserhaltungsdiagrammen geht die zeitliche und räumliche Verteilung des Sickerwassers hervor. Die Abnahme der Wassermengen im Sommer ist eine Folge der trockenen Witterung,

Ook de manier waarop de ondergrondse werken zelf geleid worden heeft tenslotte een invloed op de bemaling, en wel het astappen van waterbaden, het aansnijden van storingen, het uitbreiden van aan de ontginning te wijten breuken, het ontginnen van lagen op kleine afstand van de oppervlakte.

De studie van de schommelingen in de bemaling leidt tot de opsporing van de werkelijke oorzaken van watertoevloed in de mijnen. Elke mijnontginning vormt op dit gebied een afzonderlijk geval.

Door hetzelfde probleem langs geochemische weg op te lossen voor twee bepaalde exploitatiezones van het bekken komt men tot de bevestiging en de precisering van de besluiten die uit de bemalingsdiagrammen kunnen worden afgeleid.

Indien wij geoordeeld hebben dat onze studie over de schommelingen in de bemaling in het bekken moest gepubliceerd worden, zonder dat de concessies bij naam werden genoemd, is het omdat de waterverplaatsingen tussen de verschillende concessies reeds de aanleiding zijn geweest en nog zullen zijn van geschillen.

SUMMARY

In the Charleroi-Namur coalfield, the variations in the amount of water drained off follow the pluviometry with a time lag equivalent to the average duration of the infiltration of meteoric waters in the coalfield. This concordance between the total drainage of the basin and the rainfall in the mining area shows that the coalmining basin as a whole forms a hydrological basin.

The result is that the various pumping operations influence the distribution of the water into a zone which may be outside the respective mining concessions. This can be confirmed by the fact that, when pumping ceases after a concession has been abandoned, the waters from the closed mines to some extent flood the adjacent mines which are still being worked and where the amount of water drained off increases.

This lateral infiltration of water however also depends on the hydraulic gradient, i.e. on the geological structures and the extent of the potential water beds. Sometimes the closing down of a pit does not cause any apparent increase in drainage waters in the adjacent mines.

The drainage diagrams explain the distribution of infiltration waters in time and space. The decrease in water drained off is a result of summer droughts which reduce direct infiltration occurring

die zu einer Abnahme der unmittelbaren Einsickerung aus den über den Grubenbauen liegenden Schichten führt. Trotzdem müssen auch im Sommer verhältnismässig grosse Wassermengen gehoben werden. Der Grund hierfür liegt in den seitlichen Zuflüssen aus den von den Grubenbauen durchschnittenen einfallenden geologischen Schichten und Störungen.

Durch eine Verringerung der Standwasseransammlungen, durch die Freilegung von Störungen, die Ausweitung von Rissen im Gebirge und den Abbau von Flözen in geringer Teufe übt schliesslich der Grubenbetrieb selbst einen Einfluss auf die Wasserhaltungsmenge aus.

Durch eine Untersuchung der Schwankungen der Wasserhaltungsmenge kann man erkennen, welche Gründe für die Wasserzuflüsse in der Grube entscheidend sind. Hierbei stellt jedes Bergwerk einen Fall für sich dar.

Eine Untersuchung des gleichen Problems in zwei bestimmten Zonen des Reviers bestätigt mit grösserer Genauigkeit die aus den Wasserhaltungsdiagrammen abgeleiteten Feststellungen.

Da das Einstromen von Wasser in die Grubenfelder von Nachbarzechen bereits zu rechtlichen Auseinandersetzungen zwischen verschiedenen Gesellschaften geführt hat, schien es uns notwendig, diese Untersuchungen über die Schwankungen der Wasserhaltung des Reviers der Öffentlichkeit zu unterbreiten, ohne dass die Namen der betroffenen Zechen dabei genannt werden.

L'arrêt successif de plusieurs charbonnages du bassin, avec comme conséquences des passages d'eau importants des concessions arrêtées vers des concessions encore en exploitation, nous a incités à entreprendre une étude générale de l'exhaure dans les charbonnages du Bassin de Charleroi-Namur.

Dans le Bassin de Charleroi-Namur, l'exhaure des mines est étroitement liée à la pluviosité par suite de l'infiltration des eaux météoriques dans les terrains houillers. Généralement, cette exhaure ne dépend pas des coefficients d'infiltration et de transmissivité des eaux souterraines car les mines peuvent perturber les conditions d'infiltration et de circulation des eaux souterraines. Dans des conditions normales, l'exhaure n'est cependant pas modifiée considérablement d'une année à l'autre parce que les travaux miniers ne progressent qu'avec une certaine lenteur par rapport à la vitesse d'écoulement des eaux souterraines.

Il n'en est pas de même lorsque les mines ouvrent de nouveaux étages d'exploitation ou quelles abandonnent des quartiers très étendus, où se produisent d'importantes venues d'eau. Cependant, il est diffi-

perpendicularly to the mine works. Nevertheless, the waters drained off remain relatively abundant owing to lateral infiltration along the slope of geological formations and faults which have been intersected by mining.

By reducing the amount of water, by revealing faults, by propagating breaks caused by working, by winning coal seams near the surface, the organization of mining finally exerts its own influence over the amount of water drained off.

The study of the variations in the amount of water drained off makes it possible to calculate the determining causes of water infiltration in the mines. In this field, each mining forms a special case.

The study of the same problem by geochemical methods confirms with greater detail the observations made from the examination of the diagrams of water drainage relating to two particular working areas in the coalfield.

As there have already been lawsuits between collieries, and as there may be still more on account of the infiltration of water from one concession to another, we deemed it necessary to describe our research into the variations in water drained off in the coalfield without revealing the names of the concessions involved.

cile de faire apparaître en propre la part d'influence qui en résulte sur l'exhaure. Certaines modifications de l'exhaure ne s'expliquent, en effet, ni par les variations de la pluviosité, ni par les changements intervenus dans les exploitations minières, parce qu'elles sont provoquées par l'écoulement naturel des eaux souterraines (1).

Seule une étude du mode de circulation de l'eau dans le sous-sol est susceptible de mettre en évidence dans quel sens les pompages d'eau d'exhaure peuvent modifier le gradient hydraulique dans le Houiller. On peut baser cette recherche sur les variations qu'on constate entre les exhaures de mines voisines. Si l'exhaure s'accroît dans une mine au détriment de la mine voisine, le sens de la circulation des eaux peut en être déduit, en tenant compte des variations pluviométriques annuelles. Cette recherche constitue le premier objet de l'étude ci-après. Elle est complétée par une recherche directe de points de passage des eaux souterraines d'une concession à l'autre, en basant celle-ci sur des analyses chimiques des eaux de l'exhaure.

Il est bien certain que cette méthode géochimique donne des résultats plus significatifs que la comparaison des débits de l'exhaure. Mais, de nombreuses erreurs ont été commises parce que les eaux d'exhaure subissent une évolution géochimique et qu'elles sont en fait des solutions dont l'équilibre est précaire dans le sous-sol. Les conditions de l'infiltration jouent un rôle dans cette évolution (2), puisqu'elles influencent à la fois la nature des sels solubilisés, leur solubilité et les échanges ioniques, qui caractérisent les eaux souterraines. Pour autant que les éléments de ce problème de l'évolution géochimique des eaux puissent être connus, il est dès lors possible de rechercher dans quel sens se produit l'écoulement des eaux souterraines.

VARIATIONS DE L'EXHAURE GLOBALE DANS LE BASSIN

Les eaux du Houiller ne sont guère abondantes dans les régions où il n'existe pas d'exploitations minières à faible profondeur. L'exhaure importante que l'on constate dans les mines résulte de l'infiltration des eaux météoriques, provoquée par des travaux miniers qui progressent à partir de la surface du sol. La comparaison des variations mensuelles du débit de l'exhaure avec les variations de la pluviosité indique néanmoins que l'infiltration des eaux est différée suivant les conditions locales, qui sont différentes d'une mine à l'autre et qui dépendent de la nature des formations superficielles et de la perméabilité du Houiller (1). En moyenne, la transmission de l'influence pluviométrique à l'exhaure requiert un délai de 6 mois. Dans la suite de cette étude, lorsque nous mentionnerons la pluviosité annuelle, il s'agit en réalité de la hauteur d'eau recueillie durant la période précédant de 6 mois le début d'une année et se terminant 6 mois avant la fin de cette année. Par exemple, en nous référant à la pluviosité pour l'année 1954, il s'agit des eaux précipitées recueillies entre le 1^{er} juillet 1953 et le 30 juin 1954.

Sur la figure 1, nous avons reporté : la pluviosité (eau recueillie à Marcinelle, centre du bassin minier, d'après les renseignements communiqués par l'Institut Royal Météorologique) et l'exhaure totale annuelle pour tous les charbonnages du bassin de Charleroi-Namur, c'est-à-dire depuis Anderlues jusqu'à Tamines. Les renseignements relatifs à cette figure sont reproduits dans les tableaux I et II.

L'allure des variations annuelles de la pluviosité et de l'exhaure est concordante, mais on observe des différences dont certaines sont peut-être simplement la conséquence de l'imprécision des renseignements relatifs à l'exhaure, qui n'ont pas toujours été relevés avec le plus grand soin. Le débit d'exhaure est en effet relevé d'après la capacité volumétrique nominale des pompes, il suffit de la fermeture partielle

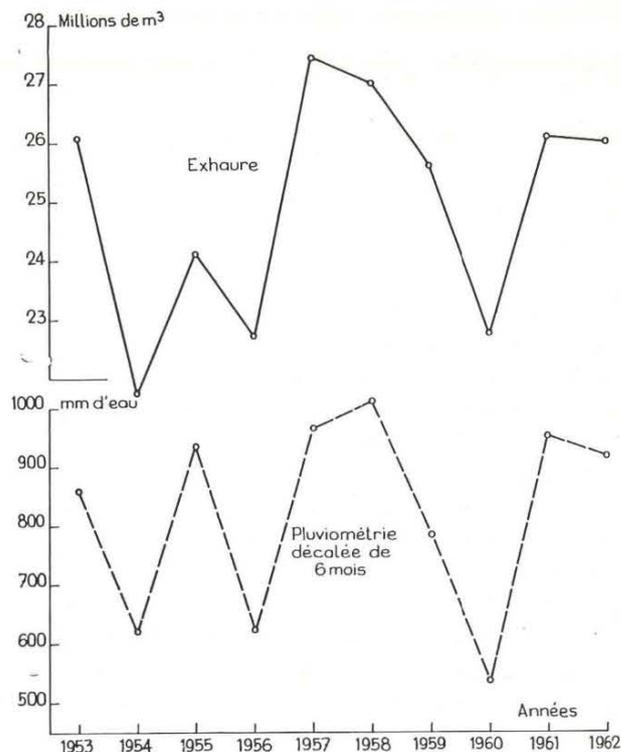


Fig. 1.

d'une vanne pour forcer le volume de l'exhaure et certains pompiers n'y ont pas manqué, notamment dans un siège où, depuis 1954, l'exhaure était exagérée de près de 500.000 m³/an. Il est aussi manifeste que certaines pompes travaillent bien en dessous de leur rendement normal et que leur débit est surévalué. Mais ces cas sont assez exceptionnels, car la plupart des exploitants de charbonnages ont depuis longtemps compris l'importance de leur exhaure et ils ont procédé à des vérifications minutieuses des débits qui nous ont été communiqués.

Une autre source d'erreurs possibles résulte de la comparaison de l'exhaure avec la pluviosité en un point défini du Bassin, alors que la pluviosité présente des variations régionales assez appréciables, de l'ordre de 100 mm par an. Il n'existe pas dans la région étudiée d'autres réseaux de pluviomètres, susceptibles d'apporter plus de précision au relevé de la pluviosité moyenne, et nous avons dû nous borner à faire choix du relevé le plus précis de la pluviosité régionale, qui est celui de l'Institut Royal Météorologique pour la région de Marcinelle.

Cette remarque n'explique pas les anomalies résultant des variations saisonnières de l'exhaure (1). Les violents orages de l'été ne produisent qu'une infiltration réduite parce que la capacité d'infiltration du sol est limitée. Lorsque cette limite est dépassée, c'est le ruissellement qui est le principal bénéficiaire des précipitations atmosphériques, les plus abondantes. De plus, durant la saison estivale, l'évaporation directe et la consommation d'eau écologique semblent être à ce point importantes que

TABLEAU I.
Pluviométrie enregistrée à Marcinelle.

Mois	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961
Janvier	119,7	14,1	59,4	79,5	84,6	56,6	65,4	91,9	61,3	116,8
Février	76	47,9	58,5	90,6	25,0	135,2	151,5	5,0	53,2	95,5
Mars	92,5	10,0	54,5	24,5	53,8	38,5	29,1	77,8	36,5	30,1
Avril	10,9	50,5	37,8	17,7	39,8	44,6	51,1	54,4	28,7	103,5
Mai	67,9	53,7	51,9	116,5	36,2	32,0	81,8	32,6	42,9	58,5
Juin	20,7	119,1	71,0	70,3	89,3	102,8	80,6	18,5	56,2	54,9
Juillet	64,9	90,4	91,8	37,2	125,1	127,5	103,2	33,5	114,9	72,9
Août	95,4	82,0	196,6	60,6	94,1	129,5	114,7	36,6	74,4	51,8
Septembre	97,4	53,5	84,5	63,0	90,6	162,5	66,2	7,2	103,9	69,5
Octobre	72,0	12,1	64,2	28,0	134,9	50,8	86,4	75,1	112,9	115,6
Novembre	140,8	19,0	42,5	20,8	72,2	37,7	54,1	35,4	93,4	102,8
Décembre	100,1	31,5	61,4	82,9	46,1	46,6	84,6	71,4	92,5	95,6
Totaux	958,1	583,4	873,7	691,6	891,7	964,1	968,7	539,2	770,4	966,9

TABLEAU II.
Débits de l'exhaure dans les mines du bassin de Charleroi-Namur.

Charbonnages	1953 milliers m ³ /an	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962
A	5.445	5.114	5.162	2.727	2.926	3.109	3.502	4.082	4.189	3.753
B	51	59	41	41	42	41	43	44	45	45
C	36	36	36	36	36	35	25	33	37	34
D	1.957	1.468	1.747	1.680	2.409	2.343	2.087	1.994	—	—
E	1.477	1.149	1.109	1.158	1.774	1.881	1.891	1.604	3.201	3.474
F	3.718	2.776	3.602	3.575	3.964	3.830	3.507	2.656	3.604	3.860
G	3.329	2.270	2.450	2.488	2.678	2.222	2.970	3.561	4.051	4.085
H ₁	1.218	919	1.265	1.189	1.852	1.566	1.212	1.235	1.494	1.554
H ₂	671	689	469	—	388	548	632	115	—	—
H ₃	965	965	957	1.005	1.012	1.222	1.082	998	1.854	1.285
H ₄	488	394	480	444	856	692	347	4	—	—
I	1.506	972	1.187	1.060	1.543	1.498	1.251	1.008	1.764	1.705
J	157	157	154	144	139	139	125	120	125	122
K	288	152	311	300	386	408	305	157	414	471
L	84	122	145	115	149	152	167	313	601	679
M	1.656	1.386	1.325	1.526	1.501	1.336	1.145	799	811	809
N ₁	849	700	887	791	941	991	935	797	1.054	1.085
N ₂	900	852	844	798	853	821	814	447	—	—
O	270	261	254	210	222	224	257	272	295	292
P	1.400	1.056	1.738	1.920	2.565	2.699	2.471	1.980	2.615	2.798
Q	733	1.131	1.155	1.165	752	552	552	269	—	—
R	1.033	925	850	460	691	679	415	—	—	—
Totaux	26.254	21.531	24.146	22.612	27.457	26.988	25.735	22.488	26.152	26.045

l'infiltration de l'eau dans le sol parvient à peine à compenser les pertes d'eau par évapotranspiration. Le décalage de l'influence pluviométrique sur l'exhaure s'explique donc aussi bien par la diminution saisonnière de l'infiltration que par la durée de la transmission de l'eau infiltrée dans le sous-sol. La figure 1 le montre ainsi nettement, puisqu'à l'augmentation de la pluviosité en 1958 correspond néanmoins une diminution de l'exhaure. On explique celle-ci par le fait que la pluviosité de cette période est due au troisième trimestre de l'année 1957, dont la hauteur pluviométrique fut de 419,5 mm sur un total de 1.014 mm pour les douze mois de la période comprise entre le 1^{er} juillet 1957 et le 30 juin 1958. Il y a donc lieu d'admettre que la pluviosité abondante de cette période estivale n'a pas donné lieu à un surplus d'eau d'infiltration.

Les figures 2 à 12 détaillent les situations particulières des travaux miniers qui ont provoqué ou pu entraîner une modification importante du débit de l'exhaure. Ce sont des dénoyages de parties de concession abandonnées depuis un certain nombre d'années, où les eaux se sont accumulées en quantités importantes à la faveur des vides créés par les exploitations. Ce sont aussi des ouvertures de nouveaux quartiers d'exploitation, découvrant des venues d'eau nouvelles ou approchant de mines anciennes, par lesquelles les eaux s'infiltrèrent à partir de la surface. Ce sont enfin des mines qui arrêtent leurs exploitations et renoncent à leur exhaure que, dans la plupart des cas, les exploitations voisines devront assumer.

Il est cependant possible que, dans le cas de mines qui sont isolées par rapport aux exploitations voisines, la situation hydrogéologique initiale puisse être rétablie, du moins dans des conditions telles que l'écoulement souterrain de l'eau ne soit plus influencé que par la pente du gradient hydraulique naturel et que ce dernier éloigne les eaux dans une direction opposée aux autres exploitations minières du bassin. Cette situation est probablement celle des mines d'une concession où le débit de l'exhaure annuelle de 800.000 m³/an n'est pas passé dans les concessions voisines, après l'arrêt de ces sièges d'exploitation, en 1960. Ces constatations devront toutefois être confirmées au cours des années suivantes, car le volume des vides excavés par les mines dans le Houiller est considérable et un long délai peut s'écouler avant que les eaux ne s'élèvent dans les mines abandonnées à un niveau élevé, pour lequel on peut admettre définitivement que les eaux ne parviendront plus dans les concessions voisines.

Le relèvement du niveau des eaux souterraines, après le remplissage des vides miniers, réduit par ailleurs le coefficient de transmissivité qui dépend de la pente du gradient hydraulique. Il y a donc, d'une part, une diminution des venues d'eau et,

d'autre part, une saturation des conduits d'écoulement de l'eau souterraine, qui auront pour effet de réduire le débit des venues d'eau. C'est la raison pour laquelle le débit des eaux d'exhaure dans les mines qui reçoivent les eaux des exploitations minières abandonnées, ne s'accroît pas dans une proportion équivalente au débit des pompages d'exhaure abandonnés. On le constate notamment pour une concession où l'exhaure moyenne était de 1.800.000 m³/an, avant son arrêt au cours du 3^{me} trimestre de l'année 1960. A la fin de 1962, ces eaux n'étaient passées que partiellement dans les concessions des charbonnages voisins.

DETAIL PAR CHARBONNAGE OU PAR SIEGE DES VARIATIONS DE L'EXHAURE ANNUELLE

A. Figures 2 et 2bis. — Charbonnages A.

Aux divers puits de ces charbonnages, plusieurs pompages d'eau sont réalisés à de très faibles profondeurs afin de procurer de l'eau aux installations de la surface. Il ne s'agit donc pas d'exhaure de mine proprement dite. Si l'on néglige le débit de ces pompages, qui sont aussi destinés à rabattre les nappes aquifères superficielles, on obtient un diagramme de variations de l'exhaure (traits interrompus), qui correspond assez bien aux variations de la pluviosité annuelle, du moins de 1953 à 1958. En 1959, le relèvement important du débit de l'exhaure a été causé par une importante venue d'eau (environ 1.400 m³/jour), provenant d'une concession abandonnée qui n'a pu être réduite que vers la fin de l'année 1961 par des serremments empêchant l'accès de ces eaux aux exploitations actuelles. Ce diagramme peut donc être corrigé suivant le tracé en pointillé, en réduisant de 500.000 m³/an (chiffre estimé) le débit des années 1959, 1960 et 1961.

L'évolution de l'exhaure reste néanmoins croissante. Pour rechercher l'origine de ces nouvelles venues d'eau, nous avons établi la figure 2bis. On observe que l'accroissement le plus important de l'exhaure a été celui de la division 2 au nord de laquelle se situaient les exploitations d'une concession dont l'exhaure a été arrêtée aux dates ci-après de l'abandon des sièges :

- 1) Siège a — en 1959 — l'exhaure était de 110.000 m³/an et elle ne variait pas considérablement d'une année à l'autre.
- 2) Siège b — en 1960 — l'exhaure plus importante de ce siège variait entre 1.200.000 et 1.650.000 m³/an.

Bien que l'influence de l'arrêt de cette exhaure se soit principalement répercutée vers l'ouest, il est fort probable qu'une partie des eaux soit également passée dans la division A2 puisque l'exhaure qui y

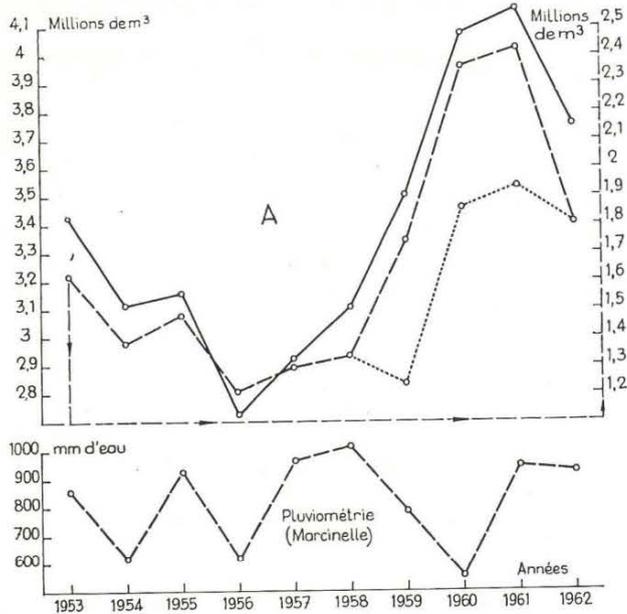


Fig. 2.

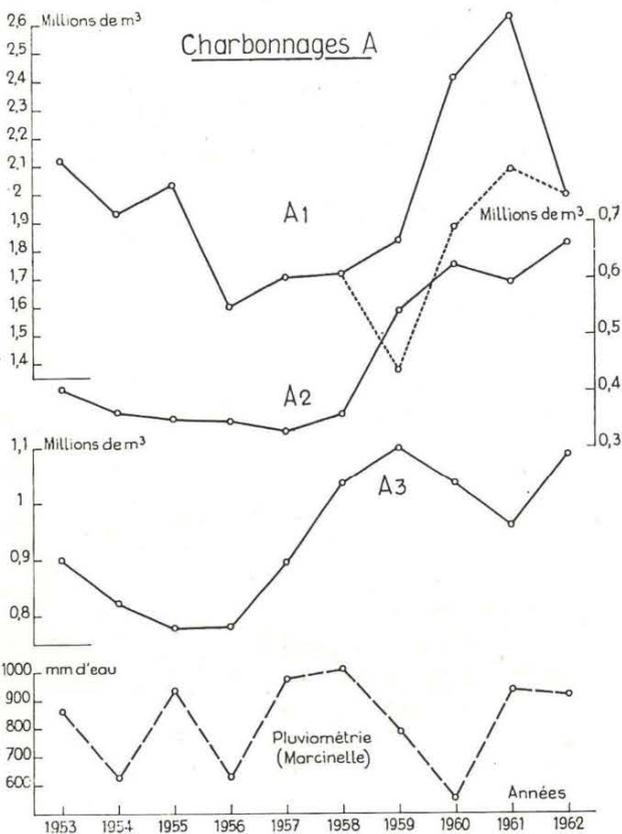


Fig. 2 bis.

était régulière et s'élevait à 350.000 m³/an a augmenté depuis de 250.000 m³/an pour atteindre en moyenne 600.000 m³/an.

B. Figure 3. — Charbonnages B. et C.

Ces deux charbonnages ont été groupés parce qu'ils ont en commun un faible débit d'exhaure

dont les variations échappent, du moins en apparence, à l'influence des variations pluviométriques annuelles. On peut donc admettre que ces mines sont relativement étanches par rapport à la surface. Les eaux que l'exhaure recueille sont donc celles qui s'infiltrent dans le Houiller, soit par des failles, soit par des couches à faible perméabilité à partir de zones d'infiltration éloignées, qui en général, ne se trouvent pas à l'aplomb des exploitations, puisque la pluviosité n'influence guère le débit de l'exhaure.

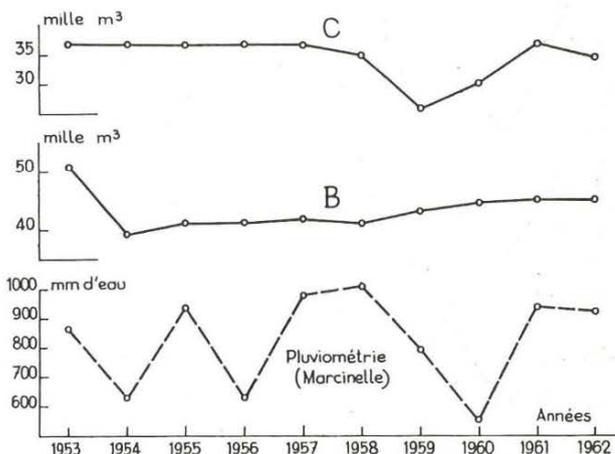


Fig. 3.

C. Figure 4. — Charbonnages D, E, F.

Charbonnages D.

Sauf en 1958, on observe une correspondance régulière entre la pluviosité annuelle et le débit de l'exhaure par année. Les pompages d'exhaure ont été définitivement arrêtés en 1960 à tous les sièges de ces charbonnages. Leur débit cumulé était de plus de 2.000.000 m³/an, il s'était fortement accru en 1956, période durant laquelle d'importantes modifications ont été apportées au drainage des eaux en surface par suite des travaux pour le nouveau canal de Charleroi-Bruxelles, sans que l'on puisse cependant conclure à une perte d'eau directement par le lit du nouveau canal.

Charbonnages E.

Le diagramme du débit de l'exhaure de ces charbonnages n'est pas directement influencé par la pluviosité. Son allure montante traduit une élévation progressive de l'exhaure, qui fut particulièrement importante en 1961 et 1962, après l'arrêt des exploitations des charbonnages voisins D en 1960. Durant cette période, une partie de l'exhaure supplémentaire résulte cependant du dénoyage d'une concession jadis abandonnée. L'accroissement de l'exhaure n'est donc pas à mesure de l'important

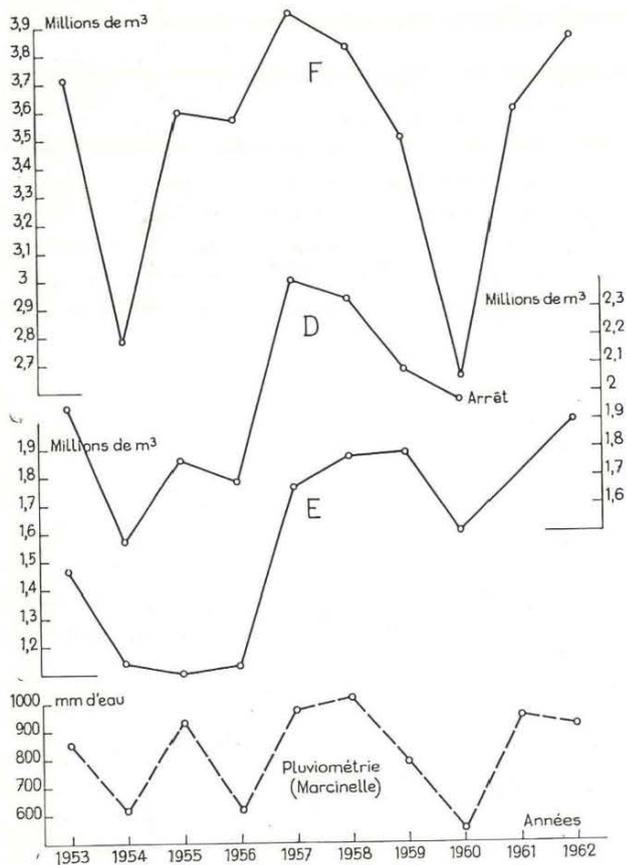


Fig. 4.

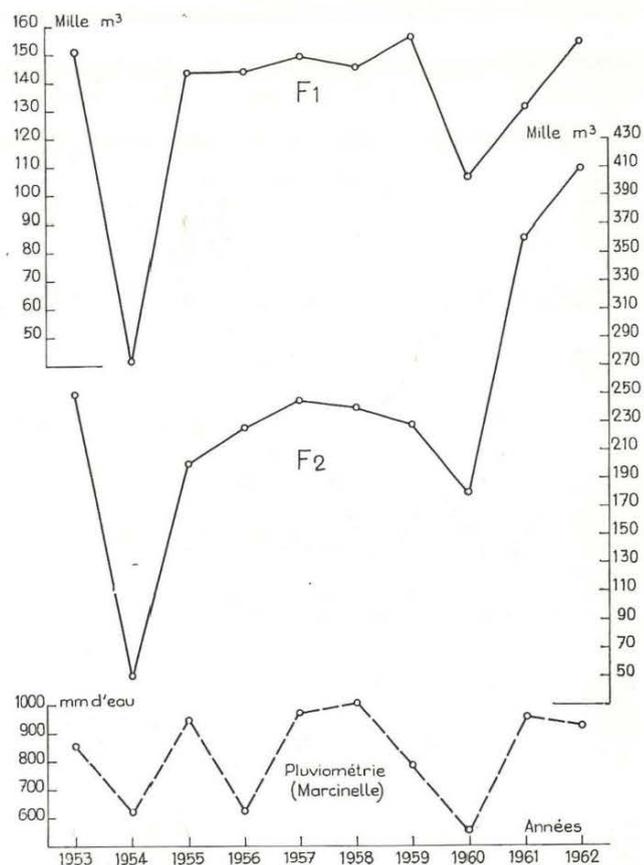


Fig. 5.

débit de l'exhaure des charbonnages D dont les eaux semblent également être passées dans d'autres charbonnages, encore en exploitation.

Charbonnages F.

Le diagramme de l'exhaure subit une influence pluviométrique indiscutable. Les écarts entre les minima et les maxima de l'exhaure sont de l'ordre de 1.000.000 m³/an. De telles variations qui portent sur 1/3 à 1/4 de l'exhaure globale indiquent l'importance de l'infiltration directe dont on sait qu'elle diminue plus que proportionnellement par rapport à la pluviosité, puisqu'en dessous d'un volume de précipitation minimum, elle est susceptible de s'arrêter complètement.

L'influence des travaux est également marquée, mais il n'est pas aisé de la mettre en évidence par suite de la répartition variable de l'exhaure entre de nombreux sièges. Les figures 5 et 6 permettent de distinguer les débits d'exhaure pour les divers sièges de ces charbonnages.

D. Figures 5 et 6. — Sièges F1, F2, F3, F4, F5.

Sièges F1 et F2 (Fig. 5).

L'exhaure, peu importante, subit des variations du même genre que le diagramme global, avec des

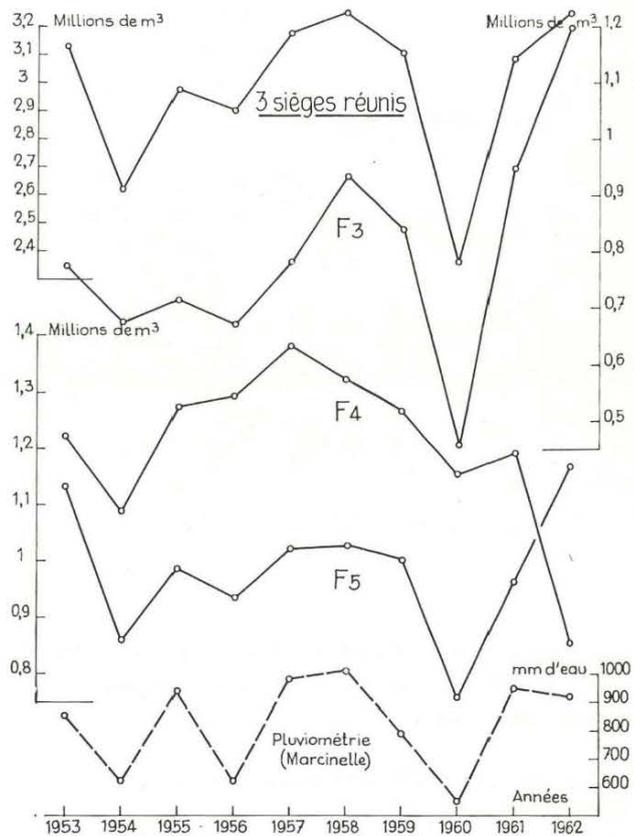


Fig. 6.

minima correspondant aux déficiences pluviométriques des années 1954 et 1960. Au siège F2 toutefois, on peut évaluer à 200.000 m³/an l'accroissement des venues durant les années 1961 et 1962 et il y a lieu de croire, comme nous le signalons ci-dessus, que ces eaux proviennent de la concession D arrêtée en 1960.

Sièges F3, F4, F5 (Fig. 6).

Pour ces trois sièges, la corrélation entre la pluviométrie et l'exhaure est relativement normale du moins jusqu'en 1960. A cette époque, des modifications ont été apportées à la répartition de l'exhaure.

Au siège F4, on a arrêté en août 1960 l'exhaure des eaux au niveau de 630 m, tout en la maintenant à 440 m. Des serremments ont été construits pour retenir, du moins en partie, les eaux venant d'une ancienne concession voisine S. On peut expliquer de cette manière la forte diminution de l'exhaure à ce siège en 1962. Il semble cependant qu'une grande partie des eaux, jadis exhaurées au siège F4, ait finalement atteint les sièges F5 et même F3, puisqu'un relèvement important de l'exhaure y a été enregistré en 1961 et 1962. Cette augmentation résulte également de l'arrêt de l'exhaure à d'autres sièges inactifs (d) des charbonnages F et de l'arrêt de tous les sièges des charbonnages D, qui sont voisins de F.

E. Figures 7 et 7 bis. — Charbonnages G (G1, G2) et H4.

1) Divisions G1 et G2 des Charbonnages G.

Même en tenant compte des apports d'eau provenant vraisemblablement du moins en partie du siège H4, les variations globales de l'exhaure (fig. 7) ne suivent pas celles de la pluviosité annuelle. Nous en avons étudié le détail, séparément pour les sièges de la division 1 et pour ceux de la division 2. La figure 7bis montre qu'en 1959, c'est surtout la division 1 qui a été envahie par les eaux venant du siège H4. Il semble néanmoins que, d'une manière générale, l'infiltration des eaux ait tendance à augmenter dans les deux concessions depuis 1954, indépendamment des variations de la pluviosité.

L'exhaure totale des Charbonnages G dépasse de ce fait 4.000.000 m³/an, soit près d'un sixième de l'exhaure du bassin et 20 % de l'exhaure de la partie est de ce bassin. Cette concession est très étendue puisqu'elle occupe plus de 2.000 ha de part et d'autre de la Sambre. Par rapport à son étendue, l'exhaure qui est de 2.000 m³/ha, est néanmoins importante.

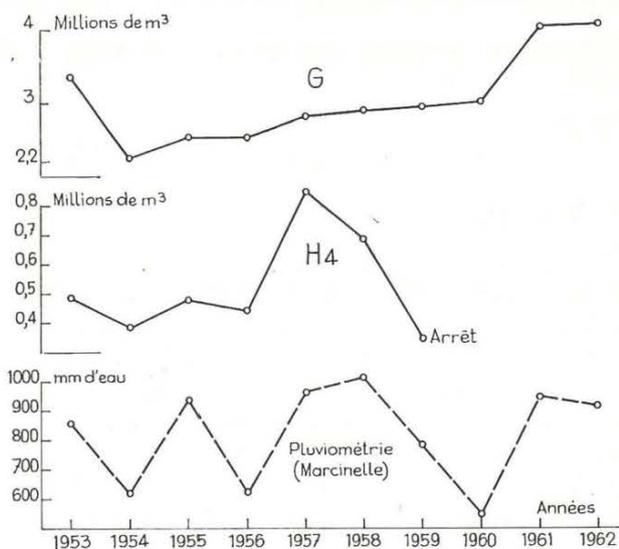


Fig. 7.

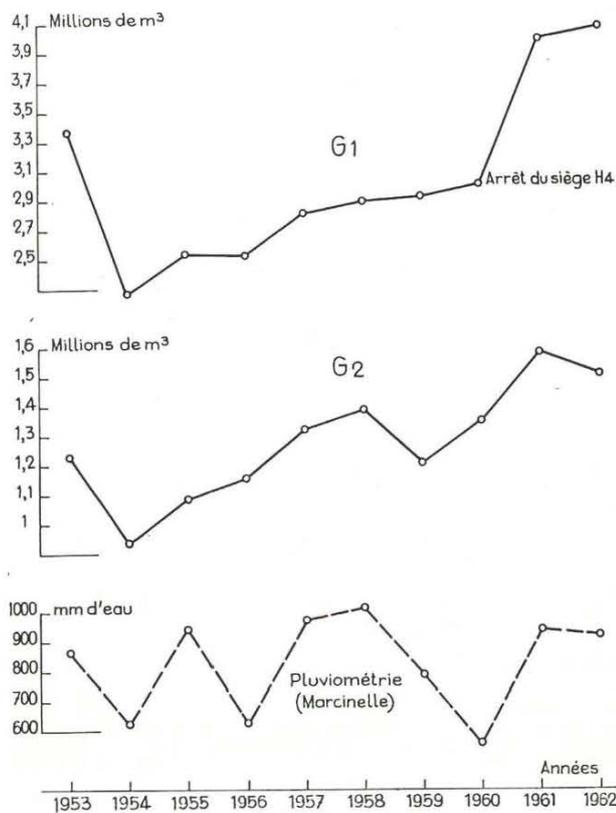


Fig. 7 bis.

2) Siège H4 (fig. 7).

Les variations de l'exhaure ne correspondent pas directement aux variations pluviométriques annuelles, du moins dans le détail qui résulterait d'une infiltration normale de la pluviosité. Il ne faut pas s'en étonner puisque les venues d'eau provoquées par des infiltrations de la Sambre ont été importantes. Des serremments ont été placés lors de l'arrêt de ce siège en 1960, mais il ne semble pas qu'ils soient parfaitement étanches, puisque les variations de

l'exhaure à un siège des Charbonnages G1 démontrent que des eaux du siège H4 y sont passées.

F. Figure 8. — Charbonnages H1, I et Q.

1) Siège H1.

Les variations de l'exhaure suivent celles de la pluviosité annuelle, avec une élévation anormale de l'exhaure en 1957 qui correspond à l'arrêt des pompes aux étages inférieurs du charbonnage Q. L'exhaure de 1960 est également en augmentation malgré la faible pluviosité qui y correspond. Il s'agit probablement une fois encore de l'influence de l'arrêt définitif du siège Q en 1959 et dont le débit d'exhaure était de 550.000 m³/an. On ne retrouve cependant, en 1961 et en 1962, qu'une faible partie de ces eaux dans le diagramme d'exhaure du siège H1.

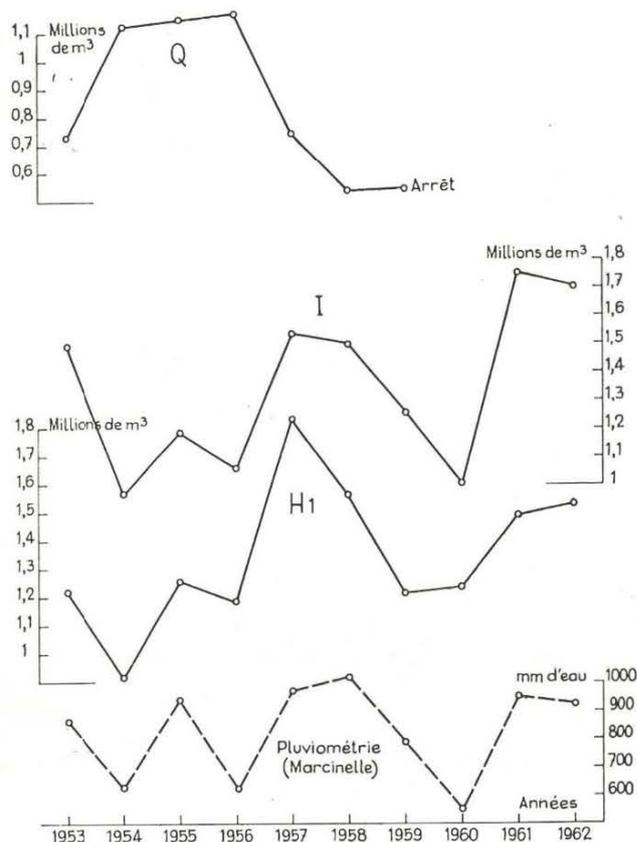


Fig. 8.

2) Charbonnage I.

Le diagramme des variations de l'exhaure suit la pluviosité jusqu'en 1960, mais les exhaures de 1961 et de 1962 sont assez élevées par rapport à la pluviosité enregistrée durant ces années. Il s'agit peut-être de venues d'eau consécutives à l'arrêt de charbonnages voisins. On observe à cet égard que les pompes d'exhaure ont été arrêtées en 1959 à des

puits des charbonnages F qui exploitaient une concession voisine et que certaines exploitations de I ont progressé vers le nord, en direction de la concession H1 qui pouvait recevoir des eaux de la concession Q. Ces hypothèses devront toutefois être confirmées, car des infiltrations d'eaux de surface ne peuvent pas être exclues sous le lit de la Sambre.

3) Charbonnage Q.

Le diagramme de l'exhaure est anormal, il ne correspond pas à la pluviosité annuelle ; il faut admettre que les chiffres renseignés sont plus ou moins sujets à caution. On décèle cependant la diminution progressive de l'exhaure après l'année 1956, mais il y a lieu de supposer que les chiffres antérieurs étaient fortement exagérés, car ils correspondent à un débit d'exhaure de 5.500 m³/ha, qui n'est atteint dans aucune concession. Le débit final, au moment de l'arrêt du siège en 1959 était d'ailleurs beaucoup moins élevé (550.000 m³/an). Néanmoins, on n'a enregistré qu'une augmentation réduite de l'exhaure dans la concession voisine H1. Celle-ci fut par contre plus importante au Charbonnage K.

G. Figure 9. — Charbonnages K, H2, H3.

1) Charbonnage K.

Sauf une exhaure anormalement élevée en 1956, les variations du débit des pompes suivent les variations pluviométriques annuelles. L'augmentation de 1956 provient des venues d'eau qui furent consécutives à la suspension durant près de 2 ans de l'exhaure au siège H2 dont les eaux ont vraisemblablement envahi la concession K à travers une concession intermédiaire abandonnée. Ceci expliquerait également l'augmentation de l'exhaure en 1962, après l'arrêt des pompes au niveau de 345 m du siège H3 en septembre 1962 et celui antérieur du siège H2 le 29 mars 1960. Il est aussi vraisemblable que des eaux viennent également de la concession Q. L'exhaure du charbonnage K est comprise entre 400.000 et 500.000 m³/an, ce qui représente le chiffre élevé de 3.000 m³/ha sur une concession peu étendue.

2) Siège H2.

De 1955 à 1957, on a arrêté l'exhaure à ce siège et un bain d'eau s'est formé dans les exploitations à 293 m et à 520 m de profondeur. L'exhaure a été reprise en 1957, lorsque le bain d'eau avait atteint le niveau de 293 m mais elle a été définitivement arrêtée en mars 1960.

3) Siège H3.

Les renseignements relatifs à l'exhaure à ce siège sont assez imprécis ; ils pourraient avoir été exagés-

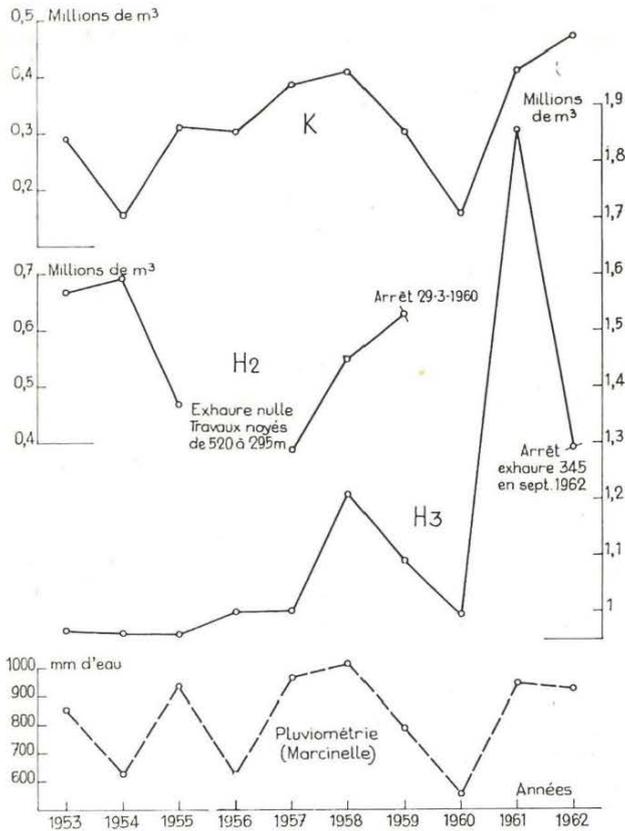


Fig. 9.

rés. L'augmentation constatée en 1961 s'explique néanmoins par l'arrivée des eaux venant du siège H2, arrêté en mars 1960, dont le débit était de 500.000 m³/an environ. Le chiffre de 1962 est moindre parce qu'en septembre 1962, on a arrêté l'exhaure à 345 m pour constituer un bain d'eau dans les travaux sous le niveau de 140 m, où l'exhaure a été maintenue jusqu'au moment de l'arrêt définitif de ce siège en 1963.

H. Figure 10. — Charbonnages M, N1, N2.

1) Charbonnage M.

La diminution de l'exhaure de 1953 à 1959 s'explique par l'arrêt des étages supérieurs de 165 et de 222 m où les venues d'eau étaient importantes. A la fin 1959, l'exploitation a également été arrêtée à un siège, supprimant de ce fait un débit d'exhaure assez constant de 320.000 m³/an. Le bain d'eau s'est formé dans les anciennes exploitations du siège arrêté et ce n'est qu'en 1962 qu'il a débordé par le bouveau de liaison dans les travaux de l'autre siège. L'arrêt des pompages au premier siège peut toutefois avoir provoqué le rétablissement d'un écoulement d'eau souterraine, suivant une faille qui s'envoie en direction de l'ouest.

2) Division N1.

Les variations de l'exhaure suivent d'assez près les variations de la pluviométrie annuelle avec cependant une augmentation anormale en 1961-1962, laquelle pourrait résulter en partie d'une pluviométrie locale plus abondante que celle relevée à Marcinelle, à une assez grande distance. Il semble néanmoins que l'exhaure suit la tendance de celle des concessions voisines G et qu'elle pourrait subir certaines conséquences de l'arrêt de charbonnages voisins, qui élèvent son exhaure à 2.500 m³/ha sur toute l'étendue de la concession.

3) Division N2.

L'exhaure a été arrêtée dans le courant de 1960, elle variait entre 800.000 et 900.000 m³/an, selon les années. Les eaux souterraines provenaient probablement de nappes aquifères, rabattues par les travaux. Une certaine infiltration d'eau de la Sambre ne peut être exclue, mais le débit de ces venues a toujours été limité. Les eaux de ces sièges ne paraissent pas être passées dans une concession voisine, du moins à la fin de 1962.

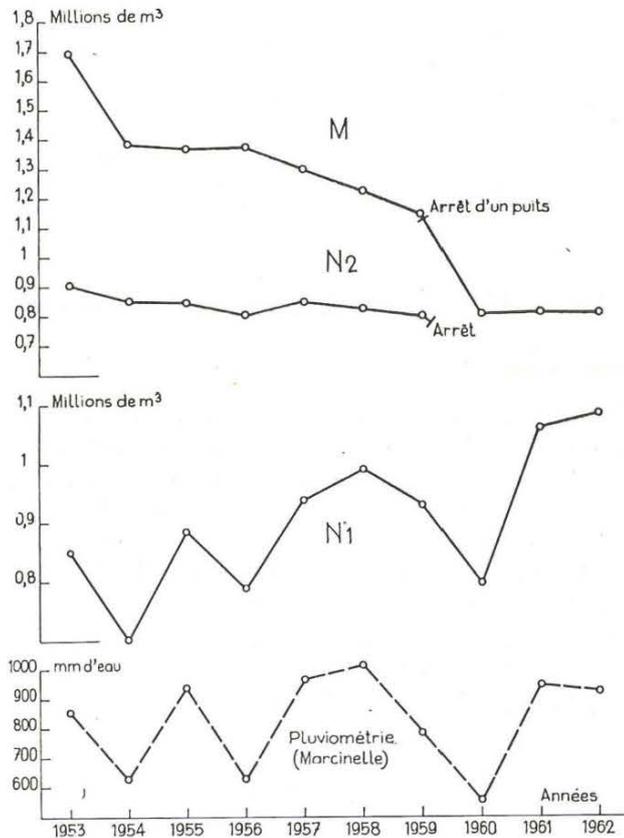


Fig. 10.

I. Figure 11. — Charbonnages J. et O.

Charbonnage J.

L'exhaure à ce charbonnage représente à peine 1 % de l'exhaure globale. Ses variations ne dépendent pas directement de la pluviosité. Elles résultent probablement de communications établies avec des nappes aquifères. En 1959, à l'un des sièges, la chute de l'exhaure peut être imputée à la diminution graduelle des réserves aquifères du calcaire dans le massif de recouvrement du Houiller.

Charbonnage O.

L'exhaure, peu importante, ne dépend pas directement de la pluviosité. Ses variations paraissent indiquer une alimentation par des nappes aquifères superficielles ou par infiltrations d'eau venant d'un cours d'eau qui traverse la concession.

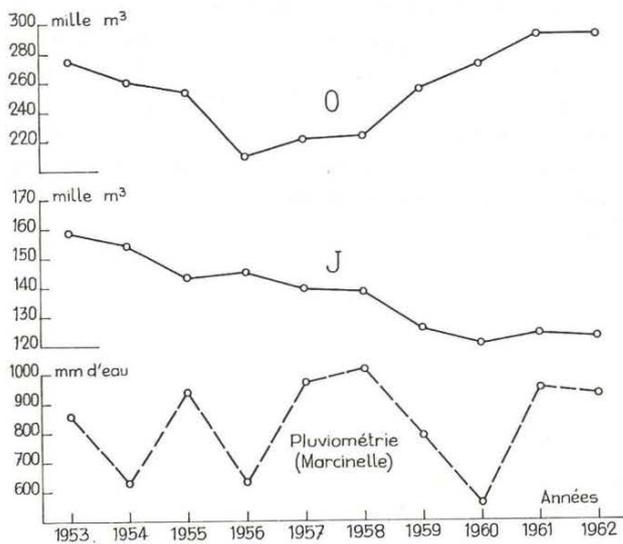


Fig. 11.

J. Figure 12. — Charbonnages L, P1, P2 et R.

Charbonnages L.

De 1953 à 1959, l'exhaure a été plus ou moins constante et elle ne dépassait pas 200.000 m³/an. Le débit des eaux d'exhaure semble indépendant des variations pluviométriques annuelles. Il est vraisemblablement régularisé par des nappes aquifères superficielles, dont les eaux s'infiltrèrent ultérieurement dans le Houiller.

Après 1960, l'exhaure a augmenté rapidement pour atteindre un débit de 600.000 m³/an. On peut en déduire que des eaux des charbonnages R sont passées aux Charbonnages L.

Charbonnages P (Sièges P1 et P2).

La situation des charbonnages P, isolés au milieu d'une partie du bassin, abandonnée par toutes les

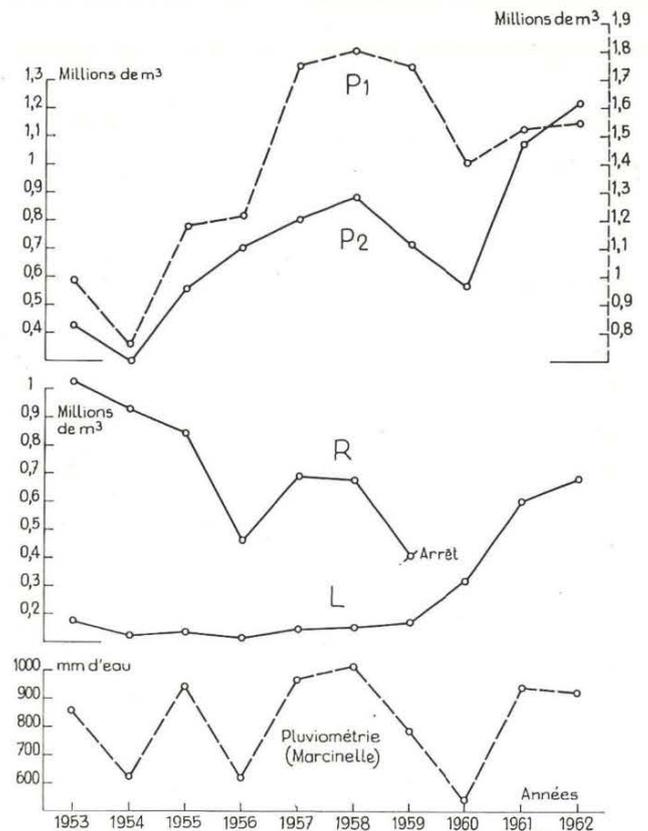


Fig. 12.

autres exploitations, indique à suffisance le problème d'exhaure qui se posera au fur et à mesure de l'abandon de nouveaux sièges d'exploitation.

L'allure du diagramme de l'exhaure reste dépendante de la pluviosité à chacun des deux sièges P1 et P2. On observe un accroissement important de l'exhaure après 1954, avec des maxima en 1956-1957 au siège n° 1 et en 1960-1961 au siège n° 2. De 1954 à 1962, l'exhaure a été presque doublée pour atteindre finalement près de 2.800.000 m³ par an.

Cette exhaure, la plus élevée, représente plus de 4.000 m³ à l'hectare dans une concession, qui se situe en grande partie sous une agglomération. Il est certain que des venues d'eau se produisent latéralement à partir de concessions minières voisines et à partir d'un cours d'eau traversant la concession P.

Charbonnages R.

Ces charbonnages ont été abandonnés depuis 1959, après un arrêt progressif de l'exhaure aux étages inférieurs, qui débuta après 1953. Le diagramme de l'exhaure explique cette situation, puisqu'il est continuellement décroissant, sauf pour l'année 1956, durant laquelle la pluviosité provoqua un relèvement général de l'exhaure.

Les charbonnages R assumaient en 1953 une exhaure de 1.000.000 de m³. On la retrouve dans l'exhaure des charbonnages L et dans celle du siège P2, après l'arrêt de R, en 1959.

**VARIATIONS DE L'EXHAURE
DANS LES MINES**

A quelques exceptions près, on est amené à constater que, si l'exhaure globale (fig. 1) suit fidèlement les variations pluviométriques, il n'en est pas de même pour les exhaures individuelles par concession, par siège ou par charbonnage (fig. 2 à 12).

Quel que soit le délai d'infiltration, les variations de la pluviosité doivent se transmettre à l'exhaure minière. Seules les mines les plus étanches par rapport à la surface y échappent en apparence parce que le débit de l'eau, qui s'infiltré dans le Houiller, est régularisé par des nappes aquifères. C'est le cas pour les concessions B, C, voire J, M et N2 ou encore L, dont le débit d'exhaure ne varie guère, sauf dans le cas où ces nappes aquifères sont influencées par l'arrêt de certains pompages qui rabattaient les eaux de ces nappes.

Lorsque les variations du débit de l'exhaure ne correspondent pas aux variations pluviométriques dans les charbonnages, où l'infiltration n'est pas régularisée par des nappes aquifères, il y a lieu d'en rechercher les causes dans l'agencement des travaux de mines, dans les modifications apportées aux dispositifs de pompage et notamment dans l'abandon de certaines exploitations minières, qui ne poursuivent plus leur exhaure.

Le tableau III reproduit schématiquement les variations de l'exhaure durant trois périodes, respectivement de 1953 à 1956, dont la pluviosité fut déficiente, de 1956 à 1959 et de 1959 à 1962, durant lesquelles la pluviosité fut plus abondante, à l'exception de l'année 1959, qui fut particulièrement sèche dans la région. On constate que les variations de la pluviosité sont traduites assez fidèlement par les variations de l'exhaure dans les charbonnages A3, F1, G2, I, N1, O, P1.

Dans les autres charbonnages, l'exhaure a subi des variations anormales qui résultent selon les cas de l'arrêt des pompages dans des sièges abandonnés, de modifications des dispositifs de pompage ou du dénoyage de parties de concessions, où des bains d'eau s'étaient formés. Ce fut le cas pour les charbonnages A1, A2, D, E, F2, F3, F4, F5, G1, H1, H2, H3, H4, K, Q, L, M, N2, P2 et R.

Le tableau III montre, lors de l'abandon de concessions, que les diverses stations d'exhaure étendent leur influence à travers les limites des concessions d'après les communications souterraines établies par les travaux miniers et à la faveur de failles, de couches de houille exploitées et de bancs de roches détendues, recoupées par les exploitations minières.

Si la vraisemblance d'une transmission latérale de l'eau souterraine ne peut être mise en doute, il est par contre plus difficile de connaître le sens de

TABLEAU III.

Sièges des Mines	Modifications des débits de l'exhaure			Représentation schématique des infiltrations d'eau entre mines voisines
	de 1953 à 1956	de 1956 à 1959	de 1959 à 1962	
A1	▲	++	++	← a-b
A2	-	●●	●●	
A3	--	++	○	
B	○	○	○	
C	○	○	○	
D	--	●●	▲▲	← c
E	--	++	●●●	
F1	-	+	○	
F2	-	○	●●	← c
F3	--	++	●●	
(e) F4	●●	■	▲	← d
F5	--	+	●●	
G1	▲	++	●●	
G2	--	+	++	
H1	-	+	●●	
H2	▲	●●	▲▲	←
H3	●●	+	●●	
H4	-	▲	▲▲	
I	--	++	++	
J	-	■	○	
K	●●	○	●●	
Q	●●	▲	▲▲	
L	-	+	●●	
M	--	▲	▲	?
N1	-	++	++	
N2	-	+	▲▲	?
O	-	+	+	
P1	--	++	++	
P2	●●	+	●●	
R	▲	▲	▲	

(*) Infiltrations d'eau provenant d'une concession voisine

LEGENDE EXPLICATIVE

1. - Variation des débits de l'exhaure

- sans importance
- ▢ diminution modérée
- ▣ " importante
- ▤ " très importante
- ▥ augmentation modérée
- ▦ " importante
- ▧ " très importante

2. - Relation des débits de l'exhaure avec la pluviosité

- concordance normale
- ▨ excès d'eau d'exhaure (anomalie)
- ▩ déficience d'eau d'exhaure (anomalie)

3. - Causes des anomalies des débits de l'exhaure

- ▲▲ arrêt définitif des exploitations
- ▲ arrêt partiel ou temporaire de l'exhaure
- obturation par serremments des venues
- dénoyage de travaux anciens
- pompage d'eau provenant de mines voisines
- ▬ modification du régime de drainage des eaux superficielles

l'écoulement des eaux souterraines puisque son gradient hydraulique n'est pas constant et que, de plus, il est modifié par le cône d'influence des pompages effectués dans les mines. Les indications données à ce sujet par le tableau III doivent donc demeurer purement hypothétiques aussi longtemps qu'il

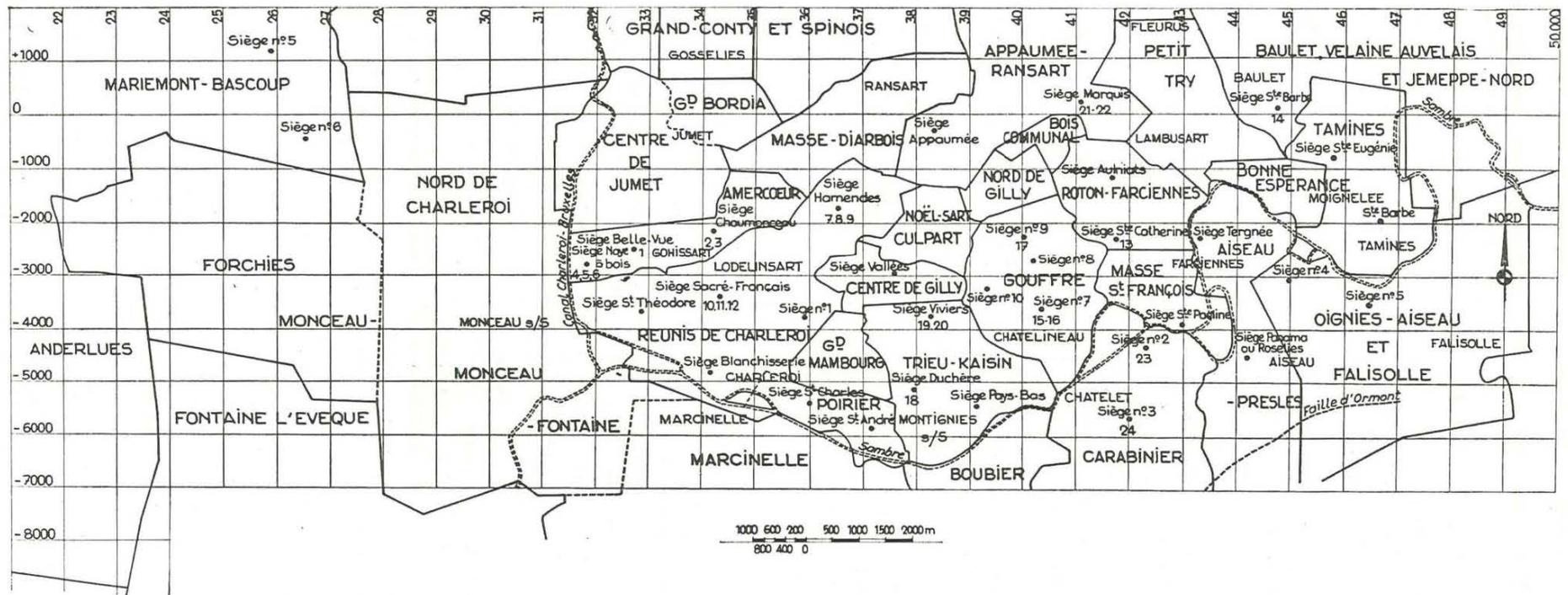


Fig. 13. — Localisation des concessions et des sièges d'exhaure dans les mines du bassin de Charleroi. (Les numéros figurés en regard des sièges d'exploitation sont relatifs aux échantillons).

n'aura pas été procédé à un traçage du parcours des eaux souterraines.

ETUDE GEOCHIMIQUE DES EAUX DE L'EXHAURE

Nous avons tenté de comparer la composition des eaux d'exhaure dans un certain nombre de mines du bassin pour vérifier ou compléter les constatations ci-avant, relatives aux passages d'eau entre des concessions voisines. Les résultats que nous pouvions espérer devaient a priori être limités par le nombre assez réduit d'analyses et la faible densité de leur répartition dans le bassin. Pratiquement, nous nous sommes limités à deux régions : l'une située dans l'est du Bassin, entre les concessions du Carabinier, du Gouffre, du Roton et d'Appaumée-Ransart, et l'autre au centre du Bassin, entre les concessions d'Amécœur, de Masse Diarbois et des Charbonnages Réunis de Charleroi (fig. 13). La connaissance que nous avons des conditions de l'infiltration de l'eau dans ces mines (1) et l'exposé de l'évolution géochimique des eaux dans ce bassin (2) rendaient possible une approche du problème de l'écoulement des eaux souterraines par cette voie.

DIAGRAMME DE COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX

En vue de rendre comparables les compositions des eaux, nous avons adopté une méthode de représentation graphique par laquelle les teneurs en Mg^{++} , Ca^{++} , Na^+ , SO_4^{--} , HCO_3^- et Cl^- , ainsi que le titre alcalimétrique complet et la dureté totale, sont figurés sur des axes disposés à 45° les uns par rapport aux autres, autour d'un pôle à l'origine des coordonnées. Les échelles adoptées pour la représentation des résultats d'analyse sont données par la figure 14, elles sont différentes pour chacun des axes. Toutefois, par suite de la forte salinité des eaux, à une profondeur supérieure à 800 m, nous avons adopté pour l'analyse 12 une échelle de représentation, qui est différente par rapport à celle des autres analyses (1 à 11 et 13 à 24).

L'aire délimitée par les axes 1, 2 et 3 et les lignes reliant les points représentatifs de la composition des eaux analysées, reportés sur ces axes, peuvent constituer un indice des caractéristiques que les eaux doivent à leur voisinage avec la surface, c'est-à-dire leurs teneurs en magnésium et en calcium, ainsi que leur dureté (2). L'évolution géochimique de ces eaux a généralement pour conséquence de réduire les dimensions de cette aire au fur et à mesure que les eaux s'infiltrent plus profondément dans les mines. D'une manière systématique, on constate que l'aire comprise entre les axes 1, 2, 3 se

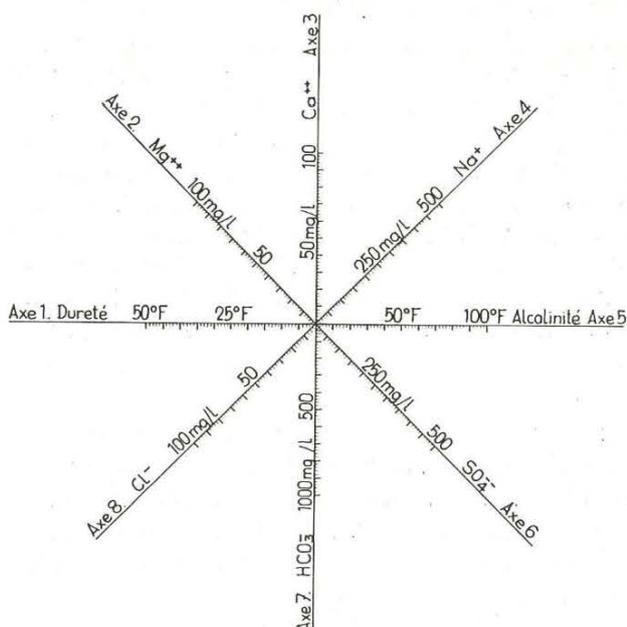


Fig. 14.

Echelles utilisées pour la représentation graphique de la composition chimique des eaux du Houiller.

réduit au profit de celle comprise entre les axes 4, 5, 6, 7 et 8, laquelle aura donc tendance à s'accroître en profondeur.

Ce mode de représentation permet une comparaison des eaux de mines au point de vue de leur évolution, puisqu'il met en évidence des anomalies dans la composition chimique des eaux.

Les eaux souterraines qui s'infiltrent dans les mines se concentrent en effet en sels minéraux jusqu'à la limite des produits de solubilité des sels dissous. Cette concentration s'effectue aux dépens des constituants des terres et des roches traversées par les eaux ; elle évolue donc en fonction de la durée du séjour des eaux dans le sous-sol et de la nature des formations traversées. Les eaux très profondes du Houiller sont toujours de salinité élevée, celles proches de la surface sont par contre à faible concentration en éléments dissous. Mais au fur et à mesure que les eaux s'infiltrent, elles se mélangent avec d'autres eaux, plus ou moins évoluées. La concentration en sels dissous peut donc être aberrante au sens de l'évolution géochimique (2).

Mais on peut heureusement compléter ce critère d'ordre quantitatif par un autre, qui est qualitatif, étant donné que la nature des éléments dissous évolue parallèlement à la concentration, par l'élimination des sels précipités et la mise en solution de sels nouveaux, dissous par les eaux dans le Houiller.

Pour autant que l'infiltration s'opère verticalement, une eau à 300 m de profondeur sera plus minéralisée qu'une à 100 m de profondeur, elle contiendra plus de sulfates de calcium et de magnésium

et du bicarbonate de sodium avec du chlorure de sodium, tandis que la première renfermera surtout des bicarbonates de calcium et de magnésium et moins de sulfates et de sels sodiques que la seconde eau. Cela pourrait cependant ne pas être le cas lorsque l'eau de 300 m s'est infiltrée par une faille, communiquant directement avec la surface, car la venue d'eau par la faille aura pour effet de provoquer une dilution plus grande des sels en solution et, en outre, elle pourrait amener dans l'eau des bicarbonates alcalino-terreux que l'on n'y trouverait guère plus si l'eau de 300 m provenait du niveau de 100 m.

De même si l'eau de 300 m stagne durant un temps prolongé dans le Houillier, elle précipitera ses bicarbonates et ses sulfates pour se concentrer en chlorure sodique et en bicarbonate de sodium dans une proportion qui ne serait normalement atteinte qu'à plus grande profondeur.

On voit donc que les anomalies des compositions chimiques par rapport à une évolution type de l'eau dans des conditions normales d'infiltration permettent de distinguer certaines conditions particulières de la circulation et de l'infiltration des eaux dans le sous-sol. Nous reproduisons les diagrammes donnant la composition des 24 eaux d'exhaure, analysées (fig. 15 à 22) auxquels nous nous référerons pour l'exposé ci-après.

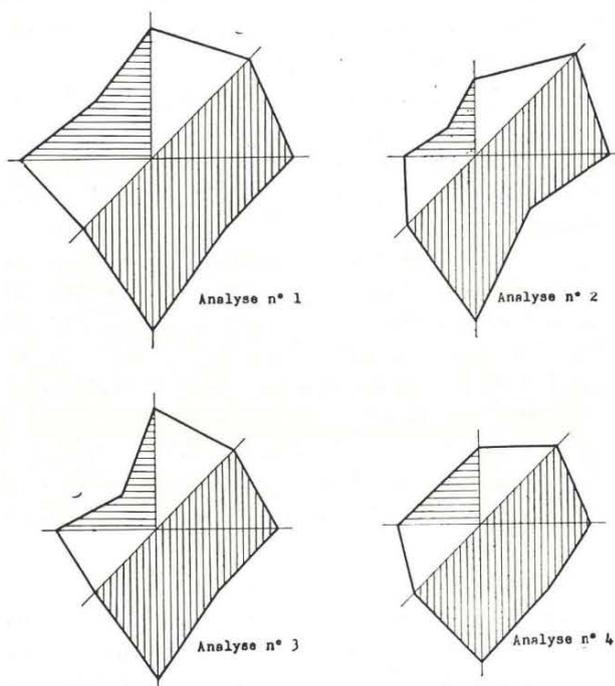


Fig. 15.

Analyse n° 1: Eaux du siège de Bellevue des Charbonnages d'Amersœur, niveau de 316 m.

Analyse n° 2: Eaux du siège Chaumonceau des Charbonnages d'Amersœur, niveau de 359 m.

Analyse n° 3: Eaux du siège Chaumonceau des Charbonnages d'Amersœur, niveau de 172 m.

Analyse n° 4: Eaux du siège Naye-à Bois des Charbonnages d'Amersœur, niveau de 180 m.

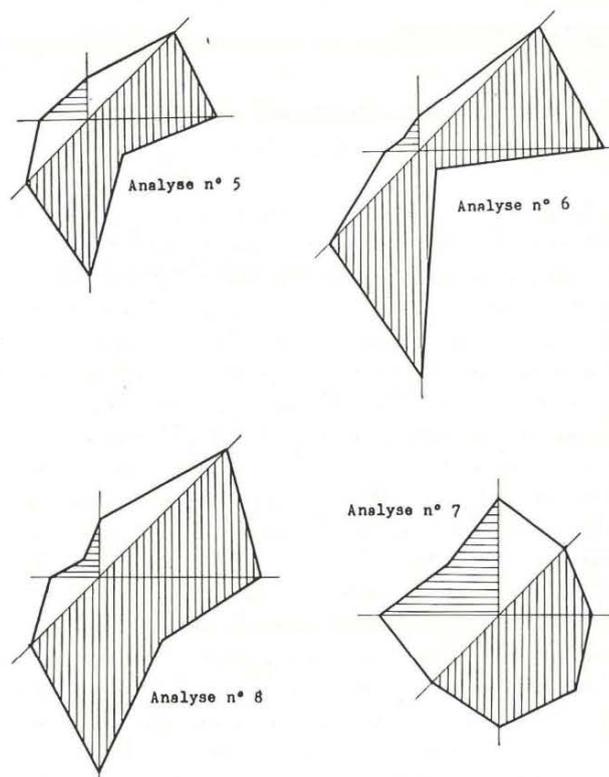


Fig. 16.

Analyse n° 5: Eaux du siège Naye-à-Bois des Charbonnages d'Amersœur, niveau de 247 m.

Analyse n° 6: Eaux du siège Naye-à-Bois des Charbonnages d'Amersœur, niveau de 500 m.

Analyse n° 7: Eaux du siège des Hamendes des Charbonnages Réunis de Charleroi, niveau de 200 m.

Analyse n° 8: Eaux du siège des Hamendes des Charbonnages Réunis de Charleroi, niveau de 320 m.

COMPOSITION DES EAUX D'EXHAURE DANS LES CONCESSIONS DU GOUFFRE, DU TRIEU-KAISIN, DE ROTON, D'APPAUMEE-RANSART ET DE BAULET

Les analyses représentées par les diagrammes 13 à 24 (fig. 19 à 22) sont relatives à des eaux d'exhaure provenant de ces diverses concessions. Bien que l'on ne connaisse généralement que très peu de communications franches établies par les travaux miniers entre la plupart de ces concessions, certaines similitudes dans la composition chimique des eaux peuvent faire croire à un écoulement latéral de l'eau entre ces concessions. On peut comparer à cet effet les analyses 16 (n° 7, Gouffre, 480 m et plus), et 20 (Vivier, Trieu-Kaisin, 355 m), les analyses 18 (Duchère, Trieu-Kaisin, 310 m) et 15 (n° 7 Gouffre, 278 m) ou encore les analyses 19 (Vivier, Trieu-Kaisin, 210 m) et 24 (Carabinier n° 3, Gouffre, 240 m). Seule la comparaison des deux premières analyses mentionnées ci-dessus pourrait accréditer l'hypothèse d'un écoulement latéral par les exploitations du siège n° 7 et du Vivier, qui ont été relativement voisines et qui s'étendirent tou-

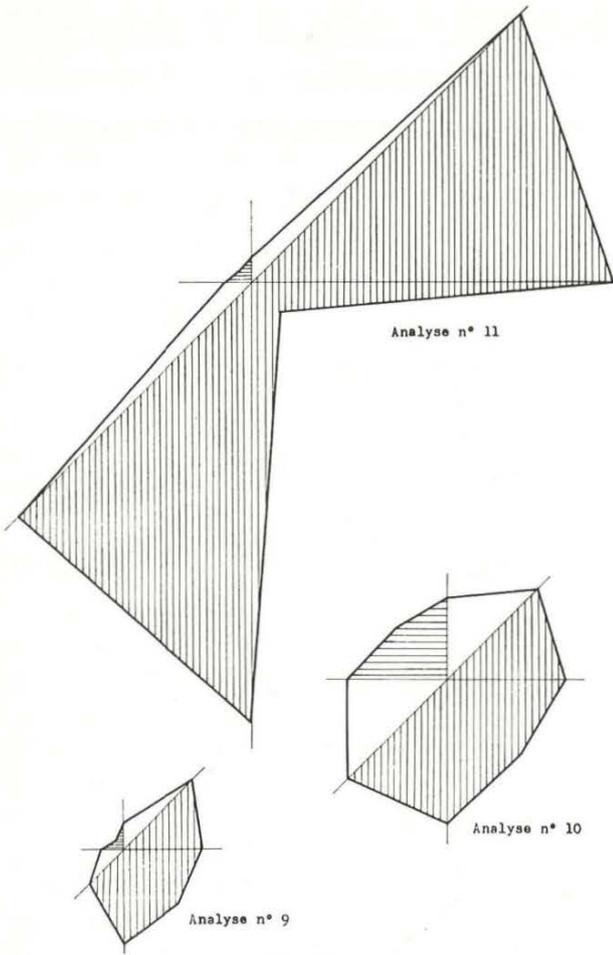


Fig. 17.

- Analyse n° 9 :** Eaux du siège des Hamendes des Charbonnages Réunis de Charleroi, niveau de 440 m.
Analyse n° 10 : Eaux du siège Sacré-Français des Charbonnages Réunis de Charleroi, niveau de 450 m.
Analyse n° 11 : Eaux du siège Sacré-Français des Charbonnages Réunis de Charleroi, niveau de 760 m.

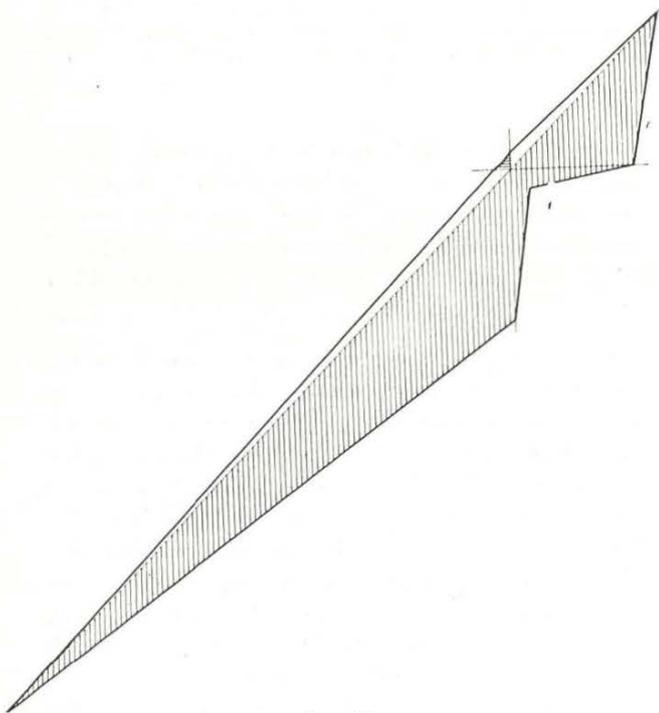


Fig. 18.

- Analyse n° 12 :** Eaux du siège Sacré-Français des Charbonnages Réunis de Charleroi, niveau de 893 m.

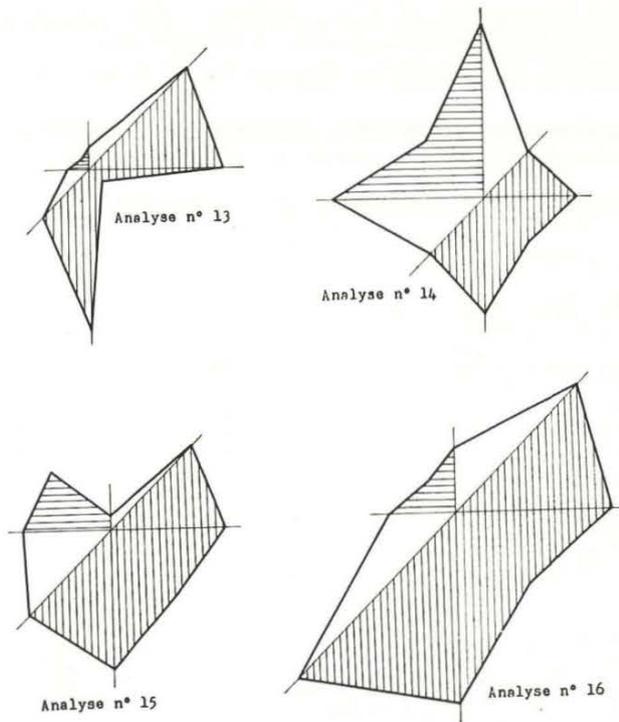


Fig. 19.

- Analyse n° 13 :** Eaux du siège Ste-Catherine des Charbonnages du Roton-Farciennes, niveau de 400 m.
Analyse n° 14 : Eaux du siège Ste-Barbe des Charbonnages Elisabeth, niveau de 250 m (moyen).
Analyse n° 15 : Eaux du siège n° 7 des Charbonnages du Gouffre, niveau de 278 m.
Analyse n° 16 : Eaux du siège n° 7 des Charbonnages du Gouffre, niveau de 480 m et plus bas.

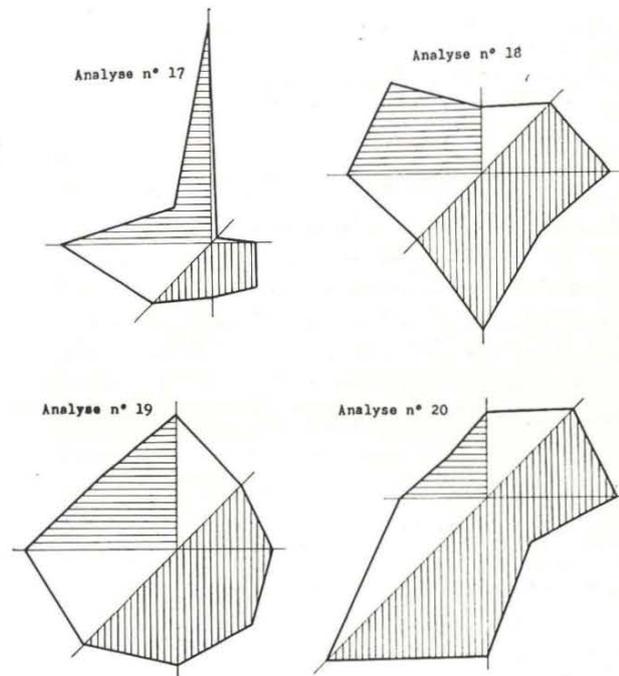


Fig. 20.

- Analyse n° 17 :** Eaux du siège n° 9 des Charbonnages du Gouffre, niveau de 50 m.
Analyse n° 18 : Eaux du siège Duchère des Charbonnages du Trieu-Kaisin, niveau de 310 m.
Analyse n° 19 : Eaux du siège Vivier des Charbonnages du Trieu-Kaisin, niveau de 210 m.
Analyse n° 20 : Eaux du siège Vivier des Charbonnages du Trieu-Kaisin, niveau de 355 m.

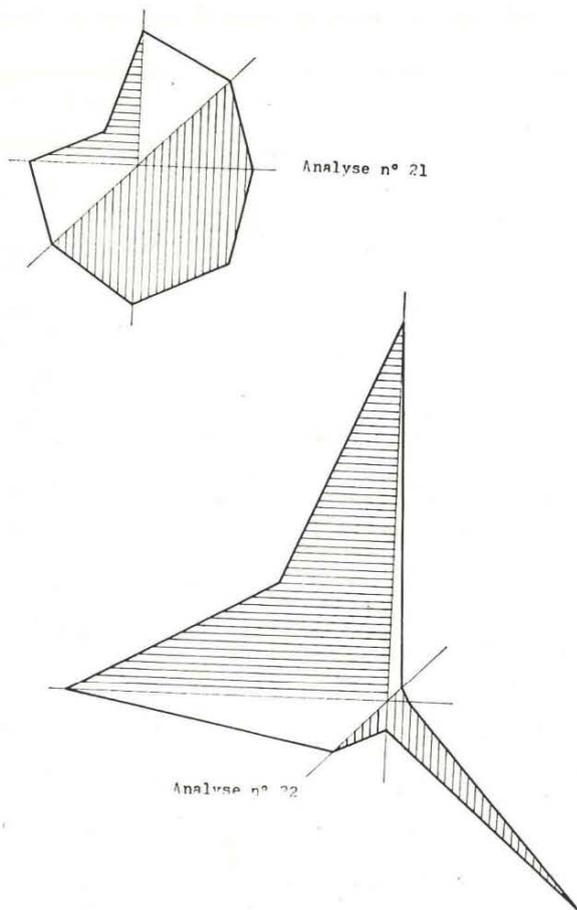


Fig. 21.

Analyse n° 21: Eaux du siège du Marquis des Charbonnages des Houillères Unies, niveau de 345 m.

Analyse n° 22: Eaux du siège du Marquis des Charbonnages Houillères Unies, niveau de 140 m.

tes deux au massif délimité par l'extension de la faille du Gouffre. Dans les autres cas, des distances trop grandes et des massifs non traversés par des exploitations qui séparent les divers lieux de prélèvement des eaux excluent un écoulement latéral, mais confirment au contraire l'analogie de l'évolution des eaux lors de leur infiltration, à partir de nappes superficielles auxquelles les eaux souterraines doivent leur spécification et la parenté de leur composition chimique.

La composition des eaux souterraines est donc une caractéristique régionale que, même dans l'éventualité d'un écoulement latéral naturel, son évolution géochimique ne peut complètement effacer. Il est de même de toutes les pollutions accidentelles des eaux d'infiltration, qui apparaissent jusqu'à une certaine profondeur dans la composition des eaux d'exhaure. L'infiltration des eaux de la Sambre fortement chargées en chlorures peut être décelée dans l'analyse 23 (Carabinier n° 2, 285 m) et vraisemblablement aussi dans les analyses 16 et 20, qui sont déjà intrinsèquement comparables. Il suffit pour s'en convaincre de comparer la compo-

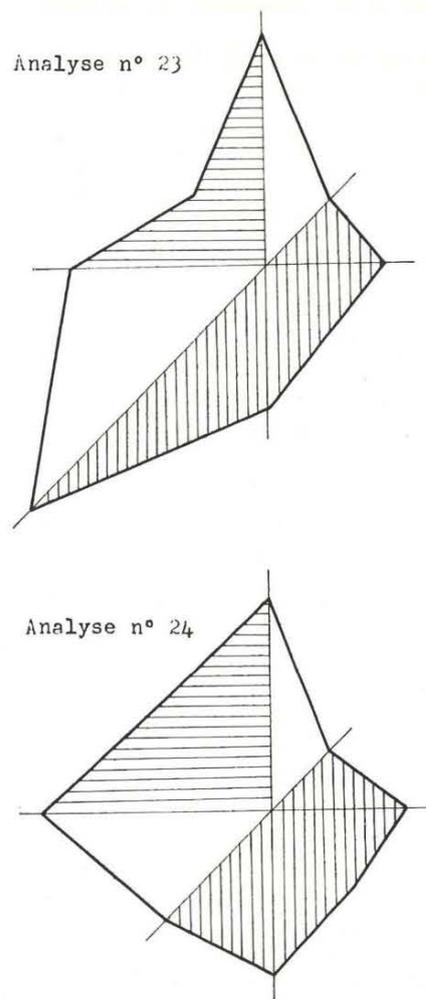


Fig. 22.

Analyse n° 23: Eaux du siège n° 2 des anciens Charbonnages du Carabinier (Gouffre), niveau de 285 m et plus bas.

Analyse n° 24: Eaux du siège n° 3 des anciens Charbonnages du Carabinier (Gouffre), niveau de 240 m.

sition des eaux de l'exhaure de ces mines, situées dans la vallée de la Sambre, avec celle d'une eau prélevée dans la mine de Baulet du Charbonnage Elisabeth, laquelle a échappé certainement à la pollution par la Sambre (analyse 14) et qui diffère par conséquent par sa teneur plus faible en chlore.

L'influence de la composition des eaux de surface est encore mise en évidence par l'analyse 17 (Siège n° 9, Gouffre, profondeur 50 m) qui se rapproche davantage de l'analyse 22 (Siège Marquis, Charbonnages des Houillères-Unies, profondeur 140 m), que de l'analyse 13 (Siège Ste-Catherine, Roton, 400 m) bien que ce dernier siège soit beaucoup plus rapproché du premier que ne l'est le second. La caractéristique commune des eaux du Siège Marquis et du Siège n° 9 du Gouffre est leur infiltration à faible profondeur, sous une nappe aquifère dans des sables bruxelliens. Cette nappe est étendue au voisinage immédiat du siège Marquis, elle est plus éloignée du siège n° 9 du Gouffre, où son

influence est déjà atténuée. A la profondeur de 400 m, les eaux du siège Ste-Catherine des Charbonnages de Roton échappent à l'influence de cette nappe parce qu'un pompage y est réalisé à faible profondeur, qui recueille les eaux superficielles avant qu'elles n'arrivent dans les travaux. Les eaux de ce pompage ont d'ailleurs déjà été distribuées à Farciennes, ce qui laisse supposer qu'elles sont essentiellement bicarbonatées alcalino-terreuses.

L'origine première des eaux infiltrées peut être relativement diverse dans cette région, où elles traversent notamment des alluvions de la Sambre, des colluvions des affluents de la Sambre, des limons, des argiles détritiques, des sables bruxelliens et landéniens, des argiles yprésiennes dont les compositions sont différentes. Suivant la prédominance du magnésium ou du calcium ou leur équivalence dans ces formations géologiques, les eaux infiltrées solubiliseront plus ou moins ces deux éléments. Pour les analyses 15 et 18, le magnésium est plus abondant et le premier quadrant du diagramme est un parallélogramme. Pour les analyses 16, 19, 20 et 24, il y a équivalence du magnésium et du calcium et sa forme est triangulaire. Enfin, dans les autres cas, des analyses 14, 17, 21, 22 et 23, le calcium étant plus abondant, sa forme est polygonale concave.

ÉCOULEMENT DES EAUX DU HOUILLER DANS LES CONCESSIONS DES CHARBONNAGES REUNIS DE CHARLEROI, D'AMERCCEUR ET MASSE-DIARBOIS

Les analyses 1 à 12 (fig. 15 à 18) sont relatives à des eaux prélevées dans les sièges des mines de ces concessions. L'évolution géochimique des eaux infiltrées à partir de la surface d'un étage à l'autre dans ces mines a été expliquée par la comparaison des compositions des eaux prélevées aux diverses profondeurs des sièges : Naye-à-Bois (analyses 4 à 6), Hamendes (analyses 7 à 9), et Sacré-Français (analyses 10 à 12). Comme le démontre une série de ces analyses relatives aux eaux du siège des Hamendes, on doit admettre qu'une partie des eaux peuvent s'infiltrer suivant une voie latérale distincte de celle empruntée par les eaux s'infiltrant normalement à partir de la surface (2).

Une infiltration latérale de cette manière n'est possible que si l'on admet une certaine perméabilité en grand, suivant les fractures des roches houillères. Mais, elle ne peut prévaloir sur l'infiltration verticale que lorsque des travaux miniers établissent des communications suivant les couches déhouillées ou recoupent des failles au voisinage des exploitations. Le voisinage des failles par rapport aux travaux d'exploitation peut, dans ce cas, établir des communications latérales entre des niveaux relative-

ment différents et même entre des exploitations plus ou moins éloignées.

Les analogies de la composition chimique de certaines eaux provenant de sièges de mines voisines, tels que le siège Naye-à-Bois, profondeur 180 m, et le siège Sacré-Français, profondeur 450 m, semblent témoigner d'une certaine transmission des eaux par les travaux miniers (analyses 4 et 10). Elle est aussi confirmée par les analyses 6 (Siège Naye-à-Bois, profondeur 500 m) et 11 (Siège Sacré-Français, profondeur 760 m) à condition toutefois de tenir compte de l'évolution géochimique des eaux par l'infiltration à partir des niveaux supérieurs qui prévaut largement sur l'infiltration latérale, puisque la salinité évolue harmoniquement en fonction de la profondeur dans les deux sièges.

Cependant, les travaux souterrains n'établissent guère de communications directes entre les mines. Si des eaux passent d'un siège à l'autre, elles ne peuvent souvent le faire que par les solutions de continuité assez précaires, constituées par les deux failles du Gouffre et du Carabinier qui toutes deux sont recoupées par les boueux partant des puits du siège Naye-à-Bois et du Siège Sacré-Français. Le gradient hydraulique qui régit cet écoulement n'est pas nécessairement celui imposé par le sens de l'ennoyage de la faille, qui est dirigé vers l'ouest, car les pompages du Siège du Sacré-Français rabattent plus profondément les eaux vers l'est et peuvent dès lors inverser le sens de l'écoulement originel des eaux.

Les autres formes analogiques des diagrammes de cette région ne sont pas accidentelles, on peut les expliquer par la similitude de l'évolution géochimique des eaux infiltrées à partir de nappes aquifères superficielles dans des roches perméables en grand. Les compositions chimiques au niveau supérieur où l'on provoque l'abattement de ces eaux dans les divers sièges sont ainsi comparables (analyses 1, 3, 4, 7 et 10), bien que l'on constate déjà une évolution de leur salinité, par les résistivités moins élevées de l'échantillon 10 (Siège Sacré-Français, profondeur 450 m et de l'échantillon 1 (Siège Chaumonceau : profondeur 316 m). Les eaux prélevées aux autres sièges, à plus faible profondeur, sont de résistivité plus élevée et notamment : à 172 m au siège Chaumonceau (résistivité : 650×10^{-6} Ohms/cm) à 180 m au siège Naye-à-Bois (résistivité 668×10^{-6} Ohms/cm) et à 200 m au siège des Hamendes (résistivité : 779×10^{-6} Ohm/cm). La résistivité relativement élevée de cette dernière eau d'exhaure peut être en liaison avec des infiltrations d'eau de surface par la concession voisine de Masse-Diarbois, que l'on constate d'ailleurs au niveau de 440 m dans ce même siège et qui rendent l'analyse 9 anormale. A plus grande profondeur, dans chacun des sièges énumérés ci-dessus, la composition des eaux évolue vers une plus grande alcalinité et moins forte du-

reté. Cette évolution géochimique parallèle explique, après l'analogie des analyses 1, 3, 4, 7 et 10, celle des analyses 2, 5, 6, 8 et 11 qui reproduisent la composition chimique des eaux d'exhaure provenant respectivement du niveau de 359 m du siège Chaumonceau, des niveaux de 247 m et 500 m du siège Naye-à-Bois, du niveau de 320 m au siège des Hamendes et du niveau de 760 m au siège Sacré-Français. Cette dernière exhaure présente, du fait de sa profondeur beaucoup plus considérable, des eaux dont la salinité est indiquée par la faible résistivité (274×10^{-6} Ohms/cm).

INTERPRETATION DES RESULTATS DE L'ANALYSE CHIMIQUE

L'étude géochimique des eaux du Houiller n'a pas la signification d'un traçage au sens propre de ce mot. Elle ne permet pas de repérer le parcours précis des eaux dans les mines, mais elle indique néanmoins certaines caractéristiques de l'infiltration des eaux souterraines dans les mines. Les eaux analysées proviennent de réservoirs d'exhaure qui drainent une zone étendue des gisements exploités. Chaque réservoir ou tenue d'eau concentre toutes les venues d'eau d'un étage défini. Le niveau de pompage correspond généralement à la profondeur maximum des eaux recueillies.

Dans une étude antérieure (2), l'un de nous a montré que les caractéristiques géochimiques des eaux de l'exhaure dépendent dans ce bassin minier de la profondeur de l'infiltration des eaux dans les mines. Des causes naturelles ou accidentelles peuvent interférer dans ce processus d'évolution géochimique. La composition chimique des eaux est susceptible de les mettre en évidence.

Avant que les eaux atteignent les formations houillères, elles ont pu dissoudre les composés solubles rencontrés lors de leur assez lente infiltration dans les formations recouvrant le Houiller. On peut donc parler d'un faciès de composition de l'eau qui dépend de l'endroit où les eaux s'infiltrent dans le sol. Les analyses justifient ce point de vue. La similitude des formations géologiques traversées par les eaux et l'analogie dans les conditions de drainage sont directement mises en évidence par les compositions chimiques des eaux souterraines.

Nous avons ainsi relevé la similitude de composition des échantillons n° 16, 20 et 23, avec une prédominance du chlore ; celle des échantillons n° 14, 17 et 22 dans lesquels le calcium est plus abondant que le magnésium ; celle des échantillons 15 et 18 dans lesquels il y a prédominance du magnésium sur le calcium. Le sulfate est d'origine houillère, mais il peut arriver plus rapidement dans la solution lorsque les eaux s'infiltrent au pied d'un terril de schistes houillers, toujours riches en pyrites.

Les caractéristiques intrinsèques des eaux ont finalement la valeur d'un traçage. Les analyses n° 9, n° 4 et 10, n° 6 et 11, n° 16 et 20 indiquent un écoulement latéral des eaux entre mines voisines à la faveur des communications établies par les travaux. Elles confirment les conclusions tirées des variations de l'exhaure au sujet de la compensation des débits de l'exhaure, qui est consécutive à l'arrêt de certaines exploitations. L'étude de l'exhaure devrait être poursuivie de cette manière. Elle est susceptible de mettre en évidence les mouvements de l'eau que l'on peut appréhender à la suite de l'abandon des exhaures.

En faisant abstraction des perturbations apportées par les mines, qui sont cependant déterminantes, on constate que l'infiltration s'opère de préférence dans le Houiller, suivant des failles de charriage, qui séparent les massifs géologiques allongés d'est en ouest, plongeant du nord au sud avec un ennoyage vers l'ouest. Les eaux passent ainsi naturellement d'une concession nord à une concession sud, d'une concession est à une concession ouest, sauf modifications locales des directions d'ennoyage et de pente.

Cependant, sans les modifications apportées à ce drainage par les mines, l'importance de cet écoulement serait toujours réduite. Les strates houillères sont constituées en majeure partie de schistes qui fluent rapidement sous la tension des roches. Les fortes venues résultent de l'ouverture des excavations minières qui créent des accès favorisant l'infiltration ou le drainage des nappes aquifères superficielles et de certaines eaux de surface.

Ces zones d'infiltration, intéressées par l'exhaure, se situent le plus souvent à l'aplomb des exploitations. Les pompages d'exhaure de chacune des mines permettent généralement de recueillir les eaux infiltrées dans les limites des concessions respectives de chaque charbonnage. Excepté le cas de rupture des espontes, il est fort rare que le cône de rabattement des pompages d'une mine sorte des limites de la concession. Des serrements peuvent d'ailleurs rétablir des espontes. Ils sont étanches aussi longtemps qu'il est procédé à une exhaure de part et d'autre des limites de concessions.

Ces conditions changent complètement dès qu'une mine renonce à poursuivre son exhaure. Le bain d'eau qui se forme est en charge sous des pressions statiques qui dépendent de la profondeur des exploitations. Aucune esponte ne peut s'opposer à ces pressions qui dépassent parfois la résistance de roches du Houiller. Les eaux passent ainsi d'une mine à l'autre, sans qu'il soit possible de retenir ces venues dans les concessions abandonnées. Dans ces échanges d'eau d'exhaure, tout dépendra de l'importance relative des exhaures entre les mines voisines, du volume des excavations minières et de la

TABLEAU IV.

Résultats des analyses chimiques des eaux du Houiller.

N° échantillon	R 10 ⁻⁶ ohms/cm	Th degrés français	T _{ac} degrés français	Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		Na ⁺		Cl ⁻		HCO ₃ ⁻		SO ₄ ⁻⁻	
				mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l
1	574	59,5	84,5	78	5,90	48,1	5,96	415	18	58	1,64	505	6,50	1.050	16,90
2	610	21,0	81	45,6	2,28	25,5	1,92	429	18,60	58	1,64	228	4,74	988	16,20
3	650	50,0	75	72	5,60	29,1	2,40	528	14,20	52	1,47	260	5,40	890	14,60
4	668	24,9	67	45,6	2,28	52,8	2,70	528	14,20	57	1,61	280	5,82	817	15,40
5	721	12,9	69	22,8	1,14	17,5	1,44	550	14,40	48	1,55	154	2,78	841	15,80
6	591	9,0	100	18	0,90	10,9	0,90	471	20,50	70	1,98	68	1,41	1.220	20,00
7	779	52,4	50	62,4	5,12	58,4	5,16	250	10,90	52	1,47	289	6,00	610	10,00
8	594	15,2	87	51,2	1,56	15,1	1,08	484	21	52	1,47	240	5,00	1.061	17,40
9	859	6,6	48	15,6	0,78	6,4	0,54	500	15,04	50	0,85	257	4,95	585	9,60
10	597	50,5	72	49,2	2,46	45,7	5,60	584	16,70	86	2,45	517	6,60	878	14,40
11	274	8,4	220	15,6	0,78	10,9	0,90	1.155	50,20	202	5,71	125	2,60	2.684	44,00
12	174	12,0	184	24	1,2	14,5	1,2	1.600	69,50	1.112	51,47	200	4,16	2.245	56,80
13	772	6,0	75	10,8	0,54	6,9	0,66	400	17,40	58	1,07	48	1,00	915	15,00
14	855	45,5	54	98,4	4,92	45,9	5,78	185	8,00	44	1,24	177	5,70	659	10,80
15	640	24,9	65	7,2	1,08	47,5	5,90	528	14,50	67	1,90	264	5,49	795	15,00
16	480	18,6	88,5	56	1,80	25,1	1,92	502	21,80	150	5,68	292	6,07	1.080	17,70
17	1.156	45,6	27	152	6,60	50,6	2,52	18	0,81	51	1,45	192	5,99	529,4	5,40
18	629	41,1	77	58,4	1,92	76,5	6,50	295	12,80	56	1,58	249	5,17	959	15,40
19	625	45,9	57,5	80,4	4,02	62,6	5,16	270	11,70	80	2,26	521	6,67	701	11,50
20	520	26,4	78,5	50,4	2,52	55,5	2,76	575	16,50	158	5,90	192	5,99	957	15,70
21	621	27,9	60	70,8	5,54	24,7	2,04	525	14,10	60	1,70	550	7,28	752	12,00
22	741	84,6	11	199	9,96	84,5	6,96	52	2,28	59	1,10	759	15,57	154	2,20
25	754	58,4	46	90	4,50	58,6	5,18	178	7,74	154	5,79	177	5,68	561	9,20
24	797	45,0	52	81,6	4,08	59,7	4,92	158	6,87	60	1,70	221	4,60	654	10,40

situation relative des exploitations. L'écoulement naturel des eaux ne prévaut pas toujours, sauf lorsqu'il est favorisé par les conditions d'exploitation. Dans le cas contraire, les eaux s'écouleront à partir d'une mine abandonnée vers une mine, encore en activité, même si l'envoyage ou la pente des formations géologiques devait les détourner en sens inverse. Chaque exhaure de mine constitue un cas d'espèce. Nous avons tenté d'y apporter une contribution objective dans l'intérêt de l'industrie charbonnière du bassin de Charleroi-Namur, qui se trouve aujourd'hui confronté sinon avec cette menace, du moins avec cette charge, de l'abondance de son exhaure.

REFERENCES

- (1) M.J. SNEL, 1963 — Infiltration des eaux dans les Mines du Bassin de Charleroi-Est. *Annales des Mines de Belgique*, n° 9, pages 997-1007, septembre 1963. Liège.
- (2) M.J. SNEL, 1964 — Evolution géochimique des eaux du Houiller dans les mines du Bassin de Charleroi. — *La Technique de l'Eau*, n° 208, avril 1964, Bruxelles.
- (3) M.J. SNEL, 1964 — Problèmes hydrologiques dans la région de Charleroi (Belgique). — *Bulletin de Cebbeau*, vol. 17, n° 247. juin 1964, Liège.