

Infiltration des eaux dans les mines du Bassin de Charleroi-Est

M.J. SNEL

Ingénieur Principal Divisionnaire des Mines

SAMENVATTING

Het kolenterrein is niet wat men noemt een waterhoudende formatie en bevat in het algemeen geen overvloedige hoeveelheden water. Dit belet niet dat de kolenmijnen een belangrijke bemaling moeten in stand houden. Met uitzondering van zeer geringe hoeveelheden van gekende oorsprong, komt het water in het steenkoolterrein rechtstreeks voort van de regenneerslag. Dit wordt ten andere bewezen door het verband dat men vaststelt tussen de schommelingen van de neerslag en die van de bemaling.

De bemalingsdiagrammen tonen bovendien aan dat het infiltratieproces de invloed ondergaat van de hydrologische cyclus en meer bepaald van het verdampen en het zweten waardoor de gevolgen van de neerslag pas maanden later voelbaar worden. Deze vertraging heeft ook een zeker belang op het gebied van de studie van de intensiteit der doorzijpeling. In het bestudeerde bekken, waar de dekgronden dun zijn, kan de infiltratie van de regenneerslag doorheen deze gronden gemeten worden door middel van het tijdsverloop tussen de neerslag en zijn invloed op de bemaling.

Eenmaal ontgonnen, laat het kolenterrein een zeer snelle waterverplaatsing toe, vooral in de bovenste verdiepingen der mijnen. Gaat men dieper, dan worden de ontginningsruimten vlugger aangedamd, hetgeen de hevige infiltratie belemmert. Op dat peil is de verticale infiltratie, veroorzaakt door de ontginningswerken, in het algemeen niet langer overwegend in vergelijking met de natuurlijke infiltratie die zich meestal zijdelings verplaatst. De schommelingen van de neerslag worden er niet zo goed meer gevoeld, omdat het water doordringt met een grote vertraging, afhankelijk van ingewikkelde tektonische structuren.

Toch wordt ook daar nog de verplaatsing van het water door de exploitatie begunstigd in hogere mate dan in grosdoorlatende rotsen, vermits de bemaling aanleiding geeft tot een abnormaal sterke hydraulische gradient. Het is deze zijdelingse water-

RESUME

Le Houiller ne constitue pas une formation aquifère proprement dite, l'eau souterraine n'y est généralement pas abondante. On constate néanmoins que l'exploitation des mines de houille donne lieu à une importance exhaure. A l'exception d'une infime proportion d'eaux connées, les eaux du Houiller sont directement d'origine météorique. On peut s'en rendre compte par la concordance que l'on observe entre les variations de la pluviosité et celles du débit de l'exhaure.

Les diagrammes d'exhaure indiquent, en outre, que le processus d'infiltration subit l'influence du cycle hydrologique et plus précisément de l'évapotranspiration qui décale de plusieurs mois l'influence de la pluviosité. Ce décalage a également une signification lysimétrique. Dans les conditions du bassin étudié, où le Houiller est recouvert par une faible épaisseur de terres de couverture, l'infiltration des eaux météoriques à travers cette couverture peut être mesurée par la durée de la transmission de l'influence pluviométrique à l'exhaure.

Le terrain houiller, tel qu'il est modifié par les exploitations minières, constitue un milieu favorable à la transmission de l'eau, spécialement dans les étages supérieurs des mines. A plus grande profondeur, le tassement, plus rapide des vides creusés par les exploitations, limite l'abondance de l'infiltration. A ce niveau, l'infiltration verticale, provoquée directement par les travaux d'exploitation, n'est généralement plus prépondérante par rapport à l'infiltration naturelle, laquelle est généralement latérale. L'influence des variations de la pluviosité n'y est plus aussi évidente, car la transmission de l'eau peut être considérablement différée suivant des structures tectoniques compliquées.

La transmission de l'eau y est néanmoins encore favorisée, au-delà des conditions naturelles des roches perméables en grand, puisque l'exhaure a pour effet de maintenir un gradient hydraulique anorma-

verplaatsing in het steenkoolterrein die aanleiding geeft tot meningsverschillen tussen de kolenmijnen betreffende de periodische verdeling der bemalingskosten. Zolang echter de grensmuren zelf niet doorbroken worden moeten de wijzigingen die de ondergrondse watercirculatie ondergaat in hun geheel aangezien worden als de normale gevolgen van de ondergrondse ontginningen binnen de grenzen van de bekkens. Voor zo ver alle maatregelen getroffen werden om de overrompeling der mijnen door de oppervlaktewateren te voorkomen, behelst deze vaststelling de sleutel tot de billijke verdeling van de verantwoordelijkheid in het geval dat een mijn door water wordt overrompeld nadat in een naburige ontginning de bemaling werd stopgezet.

INHALTSANGABE

Das Karbon ist im Grunde genommen keine wasserführende Formation; von der Bildung her enthält es nur wenig Wasser. Trotzdem ist der Betrieb der Steinkohlenbergwerke mit einer erheblichen Wasserhaltung verbunden. Abgesehen von einer ganz geringen Menge Wasser, die ursprünglich im Gebirge vorhanden ist, stammt das Wasser in den Karbonschichten aus Niederschlägen. Dies wird klar, wenn man beobachtet, wie deutlich die Veränderungen in der Niederschlagsmenge und in der Wasserhebung Hand in Hand gehen.

Aus den Wasserhaltungskurven geht ausserdem hervor, dass der Einsickerungsvorgang dem Einfluss des hydrologischen Zyklus unterliegt oder genauer genommen dem Einfluss der indirekten Verdunstung, die die Auswirkung der Niederschlagsmenge um mehrere Monate verschiebt. Auch für die Lysometrie ist diese Verschiebung von Bedeutung. Unter den Voraussetzungen des untersuchten Reviers, in dem über dem Karbon nur ein wenig mächtiges Deckgebirge liegt, lässt sich das Durchsickern der Niederschläge durch das Deckgebirge an der Zeit ermes- sen, die es dauert, ehe sich der Zufluss der Niederschläge in der Wasserhaltungsmenge widerspiegelt.

Die Veränderungen der Karbonschichten durch den Abbau schaffen günstige Voraussetzungen für den Durchlass von Wasser, vor allem auf den oberen Sohlen der Grube. In grösserer Teufe werden die Wasserzuflüsse dadurch eingeschränkt, dass sich die Abbauhohlräume rascher schliessen. Hier spielt die senkrechte, unmittelbar vom Abbau ausgelöste Infiltration im allgemeinen keine grössere Rolle mehr als die natürliche Infiltration, die in der Regel von der Seite her erfolgt. Der Einfluss der wechselnden Niederschlagsmengen ist hier weniger deutlich, da ein komplizierter tektonischer Aufbau den Weg des Wassers erheblich verlangsamen kann.

Trotzdem sind die Voraussetzungen für die Fortpflanzung des Wassers auch hier noch günstiger als die natürlichen Bedingungen in wasserdurchlässigen

lement élevé. Cette circulation latérale des eaux dans le Houiller est à l'origine des différends qui surgissent entre des exploitations minières au sujet de la répartition périodique de leurs exhaures. Mais, sauf en cas de rupture directe des espointes minières, les modifications apportées à la circulation des eaux souterraines doivent être considérées dans leur ensemble comme étant une conséquence inévitable de l'exploitation minière à l'échelle des bassins miniers. Dans la mesure où toutes les précautions ont été prises en vue d'éviter une invasion des mines par les eaux de la surface, cette constatation implique une répartition équitable des responsabilités en cas d'invasion par l'eau des travaux d'une mine après l'arrêt de l'exhaure dans une exploitation voisine.

SUMMARY

The Carboniferous does not, properly speaking, constitute an aquiferous formation, the ground water therein is generally not abundant. It has been observed nevertheless, that the working of coal mines generally gives rise to a considerable amount of mine draining. With the exception of a very small proportion of connate waters, the waters of the Carboniferous are generally of meteoric origin. This is clear from the concordance observed in the variations of rainfall and those of the mine draining.

The diagrams of water drained also indicate that the infiltration process undergoes the influence of the hydrological cycle and more particularly of the evapo-transpiration which delays the influence of rainfall by several months. This delay also has a lysimetrical significance. In the conditions prevailing in the coal basin under observation, where the Carboniferous is covered with a thin layer of overburden, the infiltration of meteoric waters through this covering can be measured by the duration of the transmission of the pluviometric influence to the draining off of the water.

The Carboniferous, as modified by the mining works, constitutes a favourable medium for the transmission of water, especially in the upper levels of the mine. At greater depth, the more rapid subsidence in the spaces worked out by the mining limits the amount of infiltration. At this level, the vertical infiltration, brought about directly by the mining works, is generally no longer preponderant in relation to the natural infiltration, which is usually lateral. The influence of the variations in rainfall is no longer so obvious there, for the transmission of the water may be considerably delayed according to the complicated tectonic structures.

Nevertheless, the transmission of the water there is still easier than in the natural conditions of rocks

Schichten, da durch die Wasserhaltungsarbeit ein ungewöhnliches Gefälle aufrechterhalten wird. Dieser seitliche Zufluss von Wasser im Karbon gibt Anlass zu Auseinandersetzungen zwischen den verschiedenen Bergwerksgesellschaften wegen der periodischen Verteilung der von ihnen zu bewältigenden Wassermengen. Tatsächlich jedoch müssen die Veränderungen im Zufluss der Grubenwässer, sofern nicht Risse in den an der Markscheide stehengelassenen Pfeilern auftreten, in ihrer Gesamtheit als unvermeidliche Folge des Abbaus im Rahmen des ganzen Reviers betrachtet werden. Diese Feststellung bedeutet, dass die Verantwortung für starke Grubenwasserzuflüsse in einer Grube nach Einstellung der Wasserhaltung in einer benachbarten Grube gleichmässig verteilt werden muss, sofern alle erforderlichen Vorsichtsmassnahmen getroffen worden sind, um einen Zustrom von Oberflächenwasser in die Gruben zu vermeiden.

La perméabilité du terrain houiller n'a jamais été élevée, sauf dans les assises inférieures du Houiller, dont les stampes sont notoirement plus gréseuses. Cette constatation faite lors des tentatives d'utilisation des eaux du Houiller dans des régions dépourvues d'exploitation minière n'exclut pas la reconnaissance d'un important problème d'exhaure dans les exploitations minières de certaines régions. Si les puissants moyens de pompage dont on dispose actuellement permettent de résoudre la plupart des problèmes d'exhaure, il n'en subsiste pas moins des difficultés. Dans le Bassin minier de Charleroi, une lourde hypothèque pèse actuellement sur l'avenir des mines situées dans des régions où, par suite de l'arrêt de nombreux sièges, les conditions de l'infiltration des eaux ont été complètement modifiées au point de rendre difficile l'exhaure dans les exploitations encore en activité.

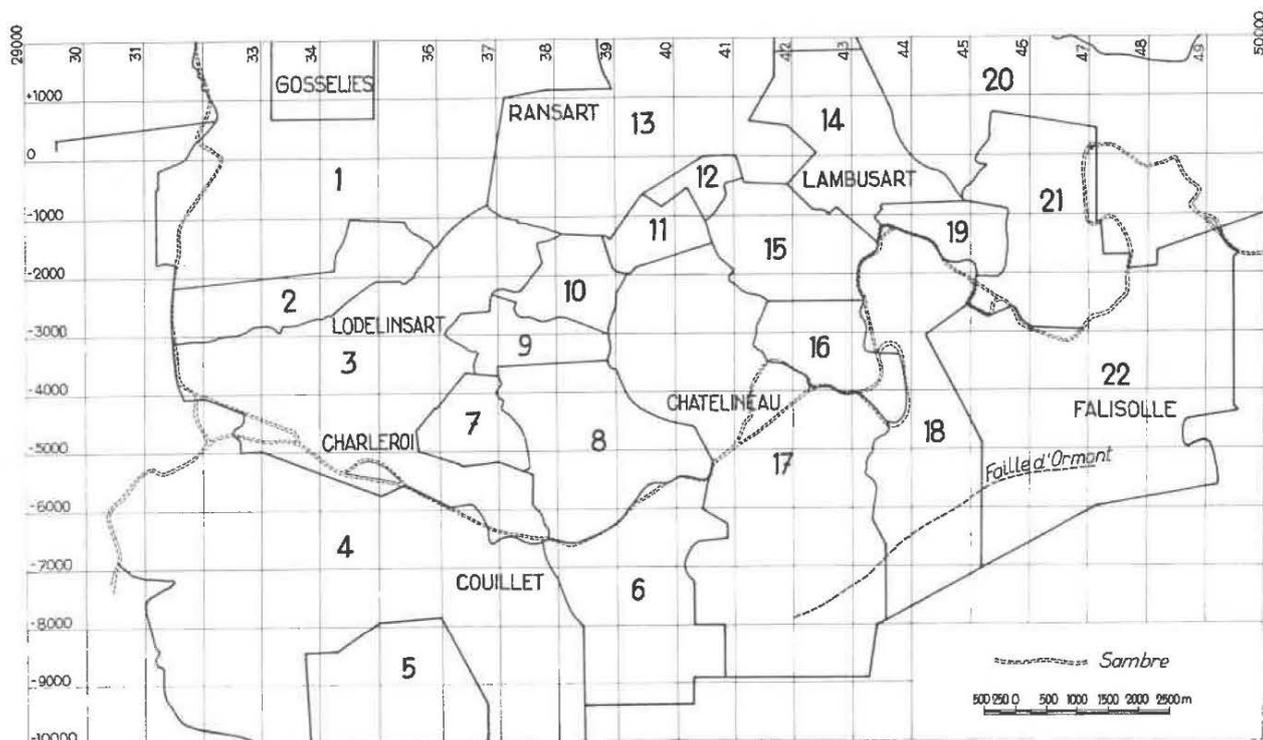
Ces préoccupations justifient une étude du problème de l'infiltration des eaux, en vue de rechercher les moyens les plus adéquats pour sauvegarder les exploitations minières. Les possibilités d'étanchéisation des mines ne peuvent guère être envisagées. Les mineurs, qui ont connu naguère quelques échecs dans les tentatives faites dans ce but, admettent désormais que l'infiltration des eaux dans les mines est fatalement inévitable. L'étude des variations de l'exhaure démontre qu'elles dépendent de la pluviosité. Mais cela n'empêche pas que le volume des eaux de l'exhaure dépasse de beaucoup celui qui résulterait d'une infiltration normale. Il n'y a pas lieu d'en être surpris, puisque les mines ouvrent des voies nouvelles à l'infiltration. Mais, sauf dans les exploitations minières

which are permeable through the fractures and the solution openings, because the effect of the draining is to maintain an abnormally high hydraulic gradient. This lateral circulation of the waters in the Carboniferous is the cause of disputes between different mining enterprises regarding the periodic distribution of their drainage water. However, save in the case of direct breaking of the barriers, the changes in the circulation of ground waters must on the whole be considered as an inevitable consequence of mine working on the scale carried on in coalfields. So long as all precautions have been taken to avoid the flooding of the mines by surface waters, this implies a just distribution of responsibilities in the case of the flooding of a mine after cessation of drainage in an adjacent mine.

voisines de la surface du sol, les solutions de continuité nouvelles résultant de l'ouverture des travaux miniers sont plus fréquemment disposées dans le sens horizontal ou latéral que verticalement. Seuls, les puits de mines traversent toute l'épaisseur des formations houillères et ils sont généralement protégés contre une invasion par les eaux de la surface.

Il en résulte, entre autres, qu'en cas d'abandon de mines, les eaux souterraines trouvent une issue plus aisée dans une direction latérale, de telle manière que le niveau hydrostatique initial ne peut généralement plus être rétabli. On a recherché par l'étude des variations de l'exhaure, en cas d'arrêt des exploitations minières, quelle pouvait être la direction des écoulements de l'eau souterraine, ainsi provoqués. On peut s'en rendre compte d'une certaine manière par l'accroissement du débit de l'exhaure, consécutivement à l'arrêt des pompes dans les mines abandonnées. Mais, sans entrer dans le détail des constatations faites, on peut les résumer comme nous l'expliquons ci-après, par l'observation que chacune des mines présente des caractéristiques particulières à ce point de vue. Il n'est donc pas possible de prévoir les conséquences de l'arrêt d'une mine au point de vue de l'exhaure des mines voisines.

Ceci n'est en fait qu'une conséquence des conditions hydrogéologiques, qui régissent l'écoulement des eaux souterraines. Même dans le cas où leur coefficient de transmission a été modifié comme c'est le cas dans les exploitations minières, les conditions de l'emmagasinement de l'eau dans les vides miniers diffèrent d'une mine à l'autre. Le gradient hydraulique, qui est augmenté par le pompage des



1. Centre de Jumet
2. Amercœur
3. M. S-M et P. Réunis
4. Monceau-Fontaine
5. Bois du Cazier
6. Boubier
7. Gd Mambourg
8. Trieu-Kaisin

9. Centre de Gilly
10. Noël-Sart-Culpart
11. Nord de Gilly
12. Bois Communal
13. Appaumée-Ransart
14. Petit Try
15. Roton
16. La Masse St-François

17. Gouffre et Carabinier
18. Aiseau Presles
19. Bonne Espérance
20. Baullet Vel. Auvélais et Jemeppe Nord
21. Tamines
22. Oignies A. et Falisolle

eaux d'exhaure, permet finalement aux eaux souterraines de traverser plus abondamment les massifs de roches houillères séparant les exploitations voisines. De telles conditions sont indiscutablement à l'origine d'une infiltration plus abondante dans des zones qui débordent de l'extension des diverses mines.

Dans d'autres cas, le volume de l'exhaure demeure limité et il ne dépasse guère celui que provoquerait l'infiltration naturelle. Les massifs intermédiaires entre les concessions peuvent être traversés par les eaux dans des zones failleuses ou dans des bancs de grès aquifères, sans que les exploitations minières qui se trouvent à grande distance puissent influencer cette infiltration d'une manière spécifique. Il faut enfin signaler que la transmissivité peut aussi être élevée par des accidents de structure, tels que des puits naturels ou des failles de charriages, qui peuvent constituer des aléas importants pour l'exhaure.

L'agencement des travaux miniers pose donc des problèmes hydrogéologiques, dont la solution n'est pas aussi simple que l'on a tendance à le croire dans le monde des exploitants de mines. Sans doute, est-il indiscutable que le pompage des eaux d'exhaure exerce une influence marquante sur l'infil-

tration, mais rien n'a été prévu pour limiter ses effets à l'extension de chacune des mines, ni à l'intérieur des travaux miniers de l'une ou de l'autre exploitation.

Cette influence ne peut davantage être limitée dans le temps, comme on aurait tendance à le croire

TABLEAU A.

Bassin de Charleroi-Est. — Répartition des eaux de l'exhaure suivant la profondeur.

Profondeurs	1959	1960
De 0 à 100 m	12 %	5 %
De 100 à 200 m	9 %	13 %
De 200 à 300 m	32 %	32 %
De 300 à 400 m	23 %	21 %
De 400 à 500 m	10 %	10 %
De 500 à 600 m	4 %	7 %
De 600 à 1.000 m ou plus	10 %	12 %
Total :	100 %	100 %
Pluviosité à Marcinelle en mm	870,4	539,2

TABLEAU B.

Répartition des débits de l'exhaure dans les mines du Bassin de Charleroi-Est.

Exploitations minières	1958	1960	Différence de 1958 à 1960	1962	Différence de 1958 à 1962
Aiseau-Presles	5 %	4 %	- 1 %	4 %	- 1 %
Bonne-Espérance	1 %	1 %	—	1 %	—
Boubier	1 %	1 %	—	1 %	—
Jumet	8 %	9 %	+ 1 %	10 %	+ 2 %
Gouffre	6 %	7 %	+ 1 %	7 %	+ 1 %
Carabinier	6 %	9 %	+ 3 %	13 %	+ 7 %
Vallées	6 %	7 %	+ 1 %	8 %	+ 2 %
Ste-Pauline	3 %	—	- 3 %	—	- 3 %
Marquis	5 %	6 %	+ 1 %	6 %	+ 1 %
Noël-Sart-Culpart	3 %	1 %	- 2 %	—	- 3 %
Nord de Gilly	2 %	1 %	- 1 %	2 %	—
Petit-Try	1 %	2 %	+ 1 %	3 %	+ 2 %
n° 1 Réunis	4 %	4 %	—	6 %	+ 2 %
Sacré-Français	4 %	2 %	- 2 %	6 %	+ 2 %
Hamendes	5 %	6 %	+ 1 %	4 %	- 1 %
St-Théodore	1 %	1 %	—	2 %	+ 1 %
Blanchisserie	1 %	1 %	—	1 %	—
Poirier	1 %	—	- 1 %	—	- 1 %
Roton	4 %	4 %	—	5 %	+ 1 %
Oignies-Aiseau	3 %	3 %	—	—	- 3 %
Tamines	11 %	14 %	+ 3 %	13 %	+ 2 %
Amercœur	10 %	11 %	+ 1 %	—	- 10 %
Trieu-Kaisin	6 %	6 %	—	8 %	+ 2 %
Elisabeth Auvelais	3 %	—	- 3 %	—	- 3 %
Exhaure globale en m ³ /an	24.110.000	18.414.000		20.791.000	
Nombre de mines arrêtées depuis 1958	0	3		5	
Pluviosité à Marcinelle en mm (périodes décalées de 6 mois par rapport aux périodes annuelles)	1.013,9	537,8		918,5	

en se basant sur le fait que des bains d'eau parfaitement étanches peuvent occasionnellement se constituer dans des quartiers abandonnés de certaines mines. Aussi longtemps qu'un tassement n'est pas intervenu, qui supprime tous les vides causés par l'exploitation minière, le Houiller ne peut pas retrouver les conditions initiales qui sont celles de roches faiblement perméables en grand. La durée des affaissements miniers constitue peut-être un critère d'appréciation, mais on sait qu'il est lui-même fort imprécis dans son application.

RELATION ENTRE LA PLUVIOSITE ET LE DEBIT DE L'EXHAURE MINIERE

La signification de l'exhaure ne peut être montrée que par la présentation d'un bilan d'eau régional sur l'étendue de la région occupée par les exploitations minières.

Nous avons établi ce bilan d'après les données disponibles, qui sont forcément approximatives. En voici les éléments :

Etendue du bassin : 160 km² (tableau D)

Pluviosité annuelle : 832 mm (tableau C)

Eau précipitée : 133 millions de m³/an

Coefficient de ruissellement : 30 à 40 % (*)

Eau ruisselée : 47 millions de m³/an

Eau d'exhaure : 22 millions de m³/an (tableau C).

Il en résulte que 64 millions de m³/an, soit près de 50 % de l'eau précipitée, sont, soit absorbés par les formations superficielles, soit consommés pour les besoins industriels et domestiques, soit encore éva-

(*) Renseignements communiqués par le service des voies navigables de la Sambre à Charleroi.

porés dans l'atmosphère. Cette répartition de l'eau précipitée varie en outre saisonnièrement. En été, l'évapotranspiration est prédominante tandis qu'en hiver, c'est le ruissellement et surtout l'infiltration qui bénéficient davantage de la pluviosité.

TABLEAU C.

Débit de l'exhaure globale du Bassin et pluviosité moyenne à Marcinelle (périodes décalées de 6 mois par rapport aux périodes annuelles).

Bassin de Charleroi-Est			
Années	Pluviosité moyenne en mm/12 mois	Exhaure 1.000 m ³ /an	Années
1952-53	865,7	22.604	1953
1953-54	621,2	18.436	1954
1954-55	939,9	20.651	1955
1955-56	621,2	19.923	1956
1956-57	972,7	24.826	1957
1957-58	1.013,9	24.111	1958
1958-59	789,2	22.086	1959
1959-60	537,8	18.414	1960
1960-61	1.050,7	21.989	1961
1961-62	918,5	20.791	1962
moyenne	852,1	21.580	moyenne

TABLEAU D.

Etendue des concessions minières du Bassin de Charleroi-Est.

Charbonnages du Boubier	780 ha
Charbonnages du Gouffre (Carabinier)	2.047 ha
Charbonnages de Masse-St-François	303 ha
Charbonnages du Roton	405 ha
Charbonnages d'Aiseau-Presles	925 ha
Charbonnages de Falisolle et Oignies-Aiseau	1.754 ha
Charbonnages de Tamines	696 ha
Charbonnages Elisabeth Auvelais	2.184 ha
Charbonnages du Petit-Try	528 ha
Charbonnages de Bonne-Espérance	184 ha
Charbonnages d'Appaumée-Ransart	1.438 ha
Charbonnages du Centre de Gilly	225 ha
Charbonnages d'Amercœur	398 ha
Charbonnages du Nord de Gilly	155 ha
Charbonnages de Noël-Sart-Culpart	209 ha
Charbonnages du Grand Mambourg	208 ha
Charbonnages Réunis de Charleroi	1.536 ha
Charbonnages du Centre de Jumet	860 ha
Charbonnages du Trieu-Kaisin	733 ha
Charbonnages du Bois Communal	90 ha
Total :	15.658 ha
soit :	156,58 km²

Les diagrammes des variations de l'exhaure traduisent parfaitement cette constatation, puisque les eaux d'infiltration sont directement tributaires de la pluviosité. Durant les périodes favorables à l'infiltration, les diagrammes des variations de l'exhaure correspondent aux variations pluviométriques compte tenu du décalage nécessaire à la transmission de l'influence pluviométrique jusqu'au niveau des exploitations minières. Durant les périodes pendant lesquelles l'évaporation est abondante, l'exhaure est généralement moindre et, au moment des premières pluies hivernales, l'influence pluviométrique se marque à nouveau dans les débits de l'exhaure après un décalage de temps qui correspond au délai de saturation des formations superficielles.

La durée totale du décalage qui intervient dans la transmission de l'influence pluviométrique à l'exhaure résulte partiellement de l'importance de l'évapotranspiration. Ce délai est en moyenne de l'ordre de 6 mois comme le montre le diagramme des variations de l'exhaure et de la pluviosité annuelle durant la période de 1953 à 1962 (fig. 1).

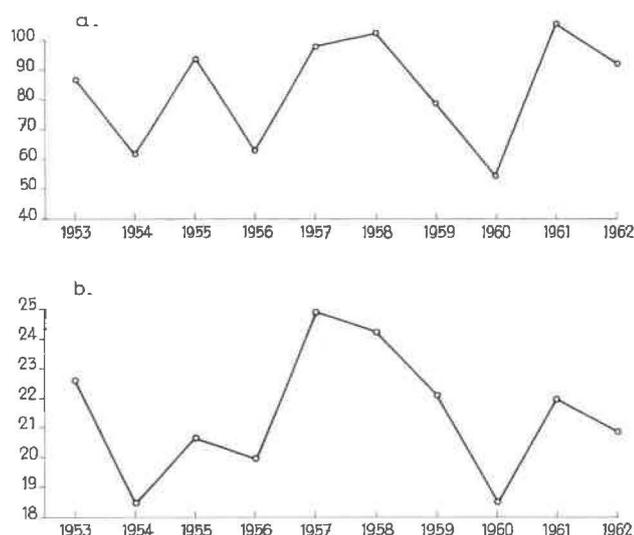


Fig. 1. — Relation entre les variations de la pluviosité et de l'exhaure des mines.

DELAI D'INFILTRATION DES EAUX METEORIQUES DANS LE HOULLIER

Le processus d'infiltration des eaux météoriques dans le Houllier explique que dans certains cas ce délai peut être différent. La figure 2 reproduit une coupe schématique du sol et du sous-sol dans la région s'étendant au-dessus des exploitations minières. On peut séparer en trois séquences différentes la descente de l'eau météorique lors de son infiltration. La première est la percolation de l'eau à travers la couche superficielle. La deuxième est la saturation d'une couche de transition entre la couche superficielle

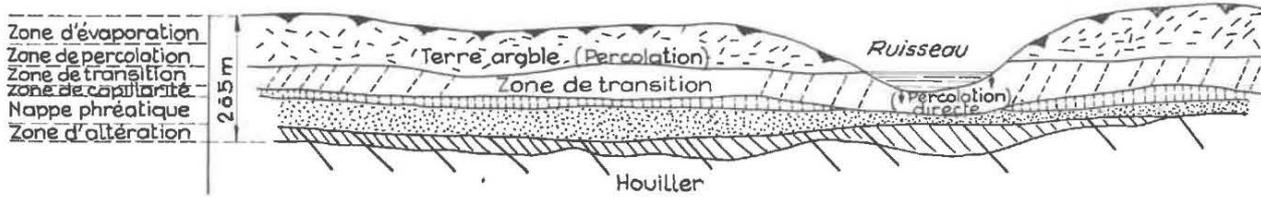


Fig. 2. — Coupe schématique du sol au-dessus du Houiller.

cielle et la nappe phréatique, dont un aspect particulier est la traversée de la zone de capillarité, directement au contact de la nappe phréatique. La troisième est la transmission de l'eau dans la nappe phréatique. Cette dernière communique librement avec les ouvertures des roches houillères en des points localisés par lesquels elle déborde dans les roches houillères.

La percolation de l'eau est favorisée par la présence de racines, qui guident les filets d'eau à travers le dédale des pores du terrain. Un sol arable constamment remué présente moins d'obstacles à la pénétration de l'eau qu'une terre non cultivée, où le concrétionnement des composés minéraux déposés par les eaux d'infiltration forme des lits imperméables. La rapidité de la percolation ne dépend pas uniquement de l'ouverture des pores, ni de leur alignement ; elle est freinée par des forces d'attraction pelliculaires et moléculaires, ainsi que par la tension de l'eau en phase gazeuse lors de l'évaporation estivale. La principale de ces forces se développe dans la zone de transition, au passage de la frange de capillarité, qui surmonte la nappe phréatique. Mais avant d'y parvenir, l'eau doit saturer complètement la couche de transition de manière à exercer une pression suffisante pour s'opposer à la force capillaire. Cette couche de transition lorsqu'elle est saturée exerce de plus un effet tampon, grâce auquel la nappe phréatique est préservée des effets de la gravité qui forcerait la descente de l'eau à plus grande profondeur.

Ces forces de rétention sont cependant inopérantes dans les conditions d'aération de la plupart des sols. On peut les combattre par le drainage des eaux dans des fossés pénétrant sous le niveau de la zone de capillarité. Un drainage analogue peut être obtenu lorsque le substratum de la nappe phréatique présente des ouvertures comme c'est le cas pour les roches houillères. L'efficacité d'un drainage est néanmoins limitée par la densité et la systématisation du réseau de drainage. Comme dans les roches houillères, le drainage est forcément localisé puisque les ouvertures de ces roches sont inégalement réparties ; il en résulte qu'une nappe phréatique peut se maintenir au-dessus de roches houillères et cela malgré certaines infiltrations localisées, qui sont à l'origine des venues d'eau d'infiltration dans le Houiller.

Les différences enregistrées dans le décalage de l'influence pluviométrique sur l'exhaure (dont la

durée varie de 4 à 6 mois pour les mines du bassin (fig. 3, 4, 5 et 6) montrent que le processus normal de l'infiltration n'est pas complètement réalisé sur toute l'étendue du bassin de Charleroi. Aux endroits où le Houiller recueille directement les eaux météoriques, l'infiltration de l'eau précipitée est rapide et le débit de l'exhaure s'en trouve influencé au bout d'un délai de quelques heures. En réalité, bien que la carte géologique indique un affleurement étendu des roches du Houiller, rares sont les endroits où ces roches arrivent directement au niveau de la surface.

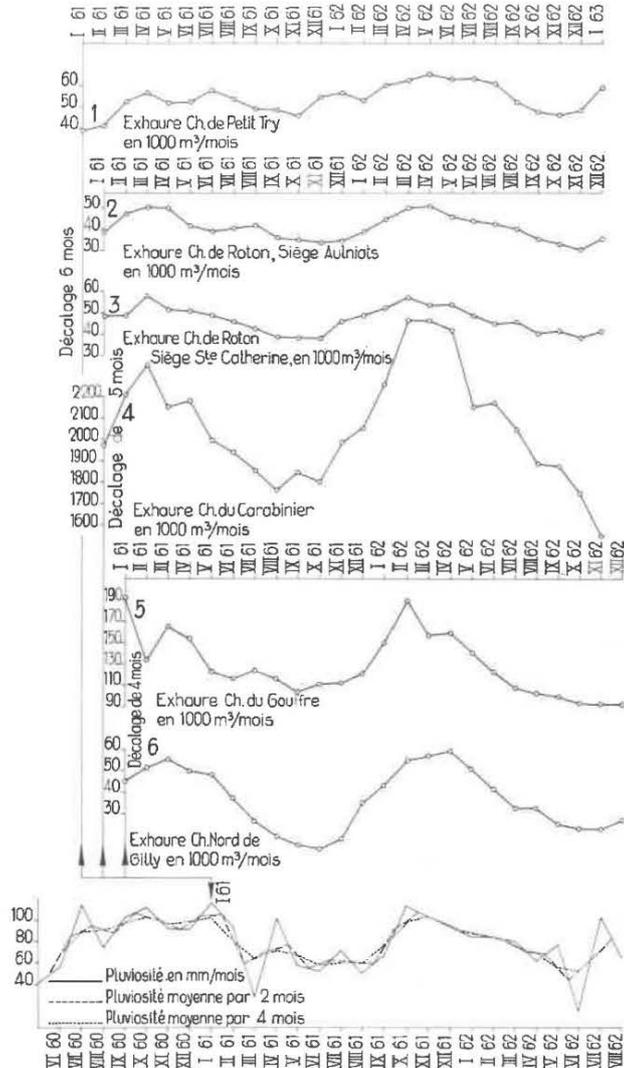


Fig. 3. — Délai de transmission de l'influence pluviométrique au débit de l'exhaure dans les mines.

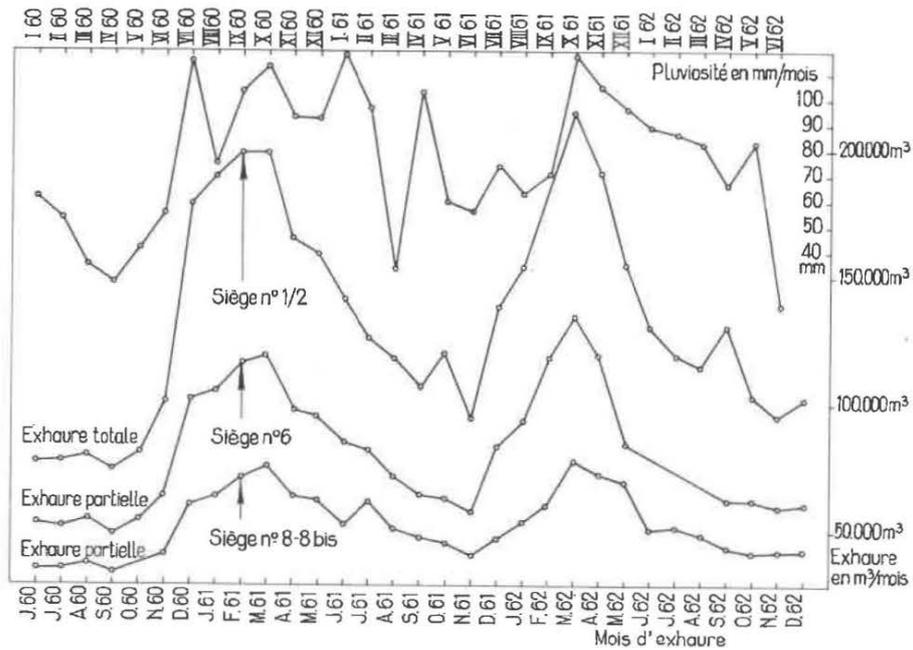


Fig. 4. — Analogie des variations de l'exhaire dans les sièges du Charbonnage du Trieu-Kaisin. — L'influence pluviométrique est décalée d'une durée de 5 mois.

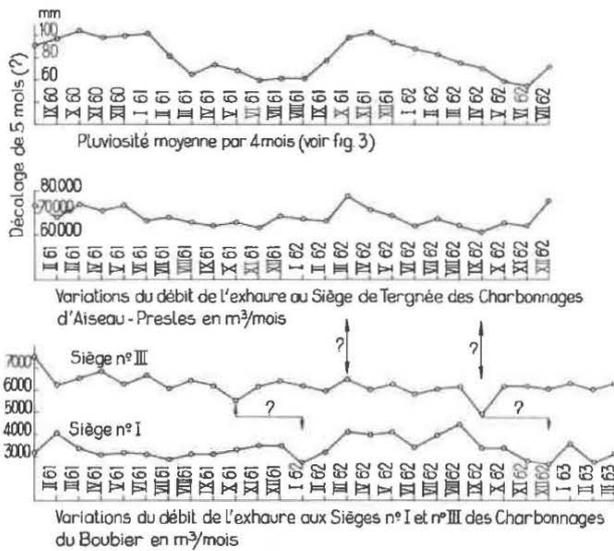


Fig. 5. — Influence des précipitations atmosphériques sur l'exhaire des mines dans le cas d'une infiltration latérale.

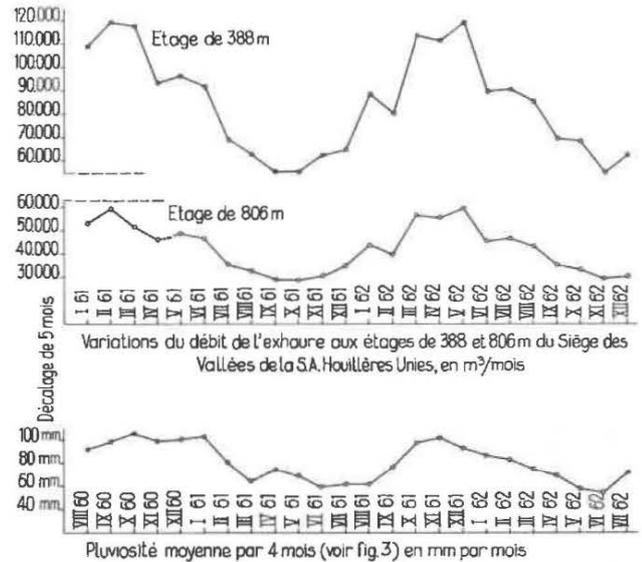


Fig. 6. — Influence des précipitations atmosphériques sur l'exhaire des mines dans le cas d'une infiltration verticale.

La carte géologique ne renseigne pas l'existence des formations superficielles du profil pédologique qui, sur une épaisseur de quelques mètres ou parfois moins, recouvrent uniformément le Houiller. Cette couverture joue cependant, ainsi que nous l'avons démontré, un rôle très important dans l'infiltration des eaux de surface. Elle est d'autant moins négligeable que c'est à son intervention que se produit la rétention et l'évaporation du cycle hydrologique, grâce auxquelles le débit des eaux infiltrées dans les mines ne représente finalement qu'un volume de 16,5 % de la pluviométrie totale.

REPARTITION DE L'EAU SOUTERRAINE DANS LE HOUILLER D'APRES LA PROFONDEUR

Lorsque les eaux infiltrées à partir de la surface arrivent dans les têtes de banc des roches houillères, elles s'écoulent librement dans les conditions des formations perméables en grand, c'est-à-dire suivant les solutions de continuité de ces roches. Le niveau des eaux dans le Houiller varie en fonction de l'infiltration pour autant que les dimensions des solutions de continuité le permettent. Ceci est généralement aisé dans les roches altérées ou voisines de la

surface, mais à plus grande profondeur, les pressions exercées par les roches réduisent fortement les dimensions des ouvertures permettant la pénétration des eaux. A ce niveau également, les vides de la roche sont le plus souvent saturés en eau et ces eaux seraient définitivement stagnantes, si les mines n'en pratiquaient pas l'exhaure.

L'infiltration des eaux dans les mines ne dépend pas exclusivement des conditions naturelles qui président à l'écoulement des eaux souterraines dans le Houiller. On constate, d'une manière générale, que l'exhaure dans les étages des mines, voisins de la surface, n'est pas la plus importante. Le tableau A montre que moins de 25 % des eaux exhaurées peuvent être recueillies au-dessus du niveau de moins 200 m sous la surface. De plus, en cas de sécheresse, c'est le débit de l'eau dans les étages supérieurs qui diminue, tandis qu'il ne change guère dans les étages inférieurs à moins 200 m. Cette statistique indique bien que le gradient d'infiltration au-dessus de 200 m ne dépend pas directement de la profondeur, comme c'est le cas dans les étages inférieurs de la mine sous 200 m de profondeur.

On peut en déduire qu'il existe des voies préférentielles et localisées qui facilitent la pénétration des eaux et qui transmettent directement celles-ci dans les parties profondes des mines. Il s'agit indiscutablement des puits de mines et des exploitations voisines de la surface. Jadis les exploitations minières n'étaient guère profondes et les eaux superficielles dévalaient en abondance dans les travaux souterrains. On y remédia par des galeries de drainage en direction de la Sambre. Depuis, les exploitations sont devenues plus profondes. On a ainsi pu palier l'importance de l'exhaure. Mais, les anciennes exploitations et de nombreux puits de mines abandonnés, sans une étanchéisation suffisante, contribuent à accroître l'exhaure dans des zones étendues, où les conditions de l'infiltration normale ne prévalent qu'à une certaine profondeur.

ABATTEMENT DES EAUX PAR LES STATIONS DE POMPAGE DANS LES MINES

Chacune des stations de pompage établie dans les mines développe une zone d'influence au même titre qu'un puits d'eau. Les stations de pompage prélèvent l'eau dans des chambres de retenue, aménagées aux niveaux des étages, où se produisent les principales venues d'eau. Le drainage de ces eaux s'effectue par voie de canalisation et de rigoles à partir des endroits où les eaux souterraines sont débitées naturellement dans les exploitations. La systématisation des conduits de drainage est telle qu'il en résulte un rabattement de la nappe aquifère du Houiller dans toute l'étendue des galeries et des excavations ouvertes pour les besoins de l'exploitation minière. La zone d'influence dans laquelle les eaux sont rabattues, peut être comparée au rabattement d'un puits d'eau, puisque dans l'un comme

dans l'autre cas, l'arrêt du pompage provoquera l'inondation des ouvrages et finalement la stabilisation des eaux à un niveau hydrostatique supérieur au niveau de rabattement.

Le réseau de drainage étant comparable à celui de roches perméables en grand, l'extension de la zone d'influence des pompes souterraines ne s'apparente que fort mal avec celui d'un cône de rabattement. Par ailleurs, comme de toute manière l'infiltration de l'eau souterraine dépend néanmoins également de la structure et de la texture des formations géologiques, les limites de cette zone d'influence débordent de l'extension des travaux miniers.

La figure 7 précise l'extension des zones d'influence dans divers types d'exploitations. Dans le cas d'une mine peu profonde, lorsque par exemple

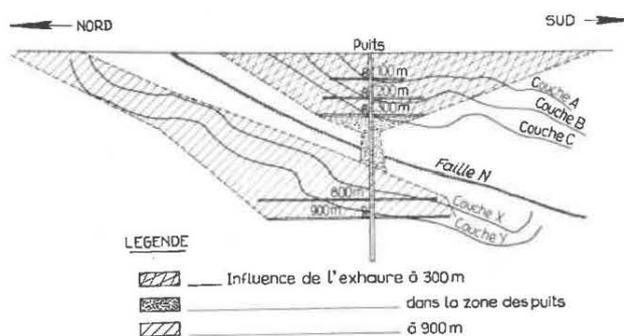


Fig. 7. — Coupe N.S. délimitant les zones d'influence de l'exhaure dans les mines.

les stations de pompage sont établies à des profondeurs de l'ordre de 100 à 300 m sous le niveau du sol, et que les travaux s'étendent à faible profondeur sous la surface, le rabattement provoqué par ce pompage peut être délimité par un cône asymétrique qui atteint le sommet de la formation houillère. Dans le cas de mines profondes ou, en général, de mines qui sont protégées contre une infiltration directe des eaux de la surface, les eaux sont rabattues latéralement suivant la direction et le pendage des couches et des failles, en amont de la station de pompage. Enfin, dans la zone des puits, le rabattement est plus considérable à grande profondeur, où les venues d'eau sont moins abondantes. La zone d'influence s'élargit au passage des niveaux d'exploitation, où un drainage plus important est réalisé.

Ces exemples prouvent qu'il faut considérer deux modes d'infiltration, le premier est l'infiltration directe suivant un gradient vertical et le second, l'infiltration indirecte suivant un gradient latéral. Dans beaucoup de mines du Bassin de Charleroi, l'infiltration indirecte n'est guère importante puisque les diagrammes des variations de l'exhaure, obtenus à divers niveaux d'étages dans une mine, sont analogues (fig. 6). Dans le cas d'un gradient latéral, au contraire, le décalage de l'influence pluviométrique est différent suivant la profondeur des niveaux

d'exhaure et les diagrammes d'exhaure ne sont pas analogues (fig. 5) (1, fig. 10).

La circulation latérale de l'eau dépend aussi bien de la structure géologique que de l'agencement des travaux miniers. Malgré leur extension parfois considérable, les mines ne communiquent pratiquement jamais entre elles, sauf par les solutions de continuité et grâce à la perméabilité des formations géologiques qui les séparent. Les dimensions des vides géodésiques qui permettent la circulation latérale de l'eau diminuent en profondeur et les pertes de charge limitent vers le bas l'infiltration latérale. L'écoulement souterrain est en outre conditionné par un gradient hydraulique qui lui est imposé régionalement. Ce gradient est variable et l'on ne peut

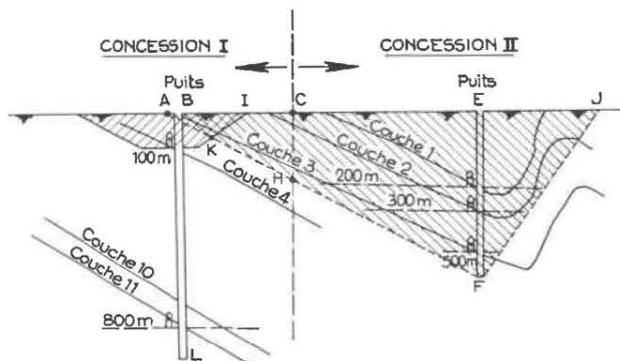


Fig. 8. — Répartition de l'exhaure entre 2 mines voisines.

prévoir la direction que prendront les eaux d'une mine abandonnée, même dans le cas où leur niveau d'équilibre est le niveau hydrostatique initial. Dans le Bassin de Charleroi, le gradient hydraulique paraît être dirigé du nord vers le sud, suivant la pente des couches géologiques. Les divers massifs qui constituent le Houiller aboutissent au voisinage de la surface à plus ou moins grande distance des étages d'exploitation, où l'on pratique leur exhaure. Des relevements longitudinaux et transversaux dans l'allure des couches peuvent toutefois dérouter les eaux suivant des directions transversales ou obliques qu'il est difficile de découvrir dans les régions où les exploitations ne se sont pas étendues, c'est-à-dire précisément dans les zones qui séparent les diverses mines.

A faible profondeur, les eaux débordent plus aisément d'une concession à l'autre, sans que l'on puisse conclure à une infiltration latérale. Le niveau hydrostatique des eaux ne diffère guère de celui d'une nappe aquifère à forte perméabilité, car ces formations superficielles ont été transformées en véritables passoires par des exploitations nombreuses et étendues à faible profondeur.

Dans ces conditions, il est assez exceptionnel que l'exhaure puisse demeurer totalement indépendante dans deux concessions voisines. La figure 4 expose un cas où la responsabilité d'un accroissement de

l'exhaure, par suite de l'arrêt d'une mine, ne peut pas être imputée à cette dernière. En effet, l'arrêt du puits EF de la concession II entraîne l'arrêt de l'exhaure dans l'étendue délimitée par la coupe AHFJ, dont une partie, celle délimitée par AHC, se trouvait dans la concession I. L'accroissement de l'exhaure qui en résultera par le puits BL de la concession I n'entraîne pas un préjudice, puisque cette exhaure incombait à l'origine à la concession I. De même, personne n'aurait pu empêcher les eaux de cette partie de la concession I d'envahir la concession II et cette dernière ne pouvait dès lors réclamer à sa voisine aucune indemnité pour payer les dépenses d'exhaure inévitables.

INFLUENCE EXERCÉE SUR L'EXHAURE PAR L'ARRÊT DE CERTAINES MINES

Notre principale préoccupation en étudiant l'exhaure était de tenter de déceler par les variations du débit de l'exhaure l'évolution des venues d'eau souterraines dans les mines voisines de celles qui avaient été arrêtées. Cela aurait été possible, si nous avions constaté qu'en dehors des variations de débit de l'exhaure résultant de l'influence pluviométrique, toute autre modification présentée par les diagrammes de l'exhaure devait résulter nécessairement et exclusivement de l'intervention de l'homme, c'est-à-dire des travaux miniers. Il n'en est hélas pas ainsi, car le volume et la direction de l'infiltration latérale de l'eau dans le Houiller échappent à tout contrôle. Ce problème est l'un des plus compliqués de toute l'hydrologie, et même dans les cas simples, il n'a pas pu être résolu, du moins quantitativement (2).

Il est néanmoins indiscutable que l'arrêt de certaines mines a provoqué un accroissement parfois considérable de l'exhaure dans les mines voisines, sans que l'on puisse toutefois en connaître l'importance réelle. On sait que cette augmentation de l'exhaure n'est généralement pas immédiate. Après l'arrêt des pompages dans les mines abandonnées, il s'écoule un délai, qui peut atteindre de 6 mois à plus d'un an, avant que les eaux n'envahissent les travaux de la mine voisine. Le volume considérable des vides que les eaux doivent remplir avant de se mettre en charge derrière le massif séparant les deux mines explique ce délai. Mais, comme les communications directes entre mines sont strictement interdites, cette mise en charge ne suffit pas toujours pour provoquer dans tous les cas un débordement des eaux dans les mines du voisinage. Il doit pouvoir s'établir un gradient hydraulique favorable à l'écoulement des eaux dans ce sens, et nous avons constaté en plusieurs endroits que, malgré l'élévation du niveau des eaux dans une mine arrêtée, la mine voisine n'enregistrait aucune augmentation de l'exhaure. Dans un cas (Charbonnage d'Aiseau-Presles - puits de Roselies), les eaux du puits se sont d'abord déversées vers

l'ouest dans une mine voisine, puis, soudainement après quelques mois, elles se sont détournées de cette mine, pour envahir une autre exploitation au nord du puits arrêté. Le cas du siège de Masse-St-François des Houillères-Unies est également particulier. Après l'arrêt de ce siège, ses eaux se sont infiltrées, non pas dans le siège le plus voisin encore en activité (Puits de Pont-de-Loup du Carabinier), mais dans un siège beaucoup plus distant (Puits de Châtelet du Carabinier). Les eaux des anciens sièges d'Oignies-Aiseau paraissent n'avoir atteint aucune mine voisine. Les eaux du siège de Baulet du Charbonnage Elisabeth se sont infiltrées dans les travaux du siège de Lambusart des Charbonnages du Petit Try ; le siège voisin de Tamines ne paraît pas avoir été influencé par l'arrêt du Charbonnage Elisabeth. Les eaux de l'ancien siège d'Appaumée ont déferlé dans les travaux du siège du Marquis des Houillères Unies à travers la concession arrêtée du Bois Communal. Les eaux des divers sièges arrêtés des Charbonnages d'Amersœur, malgré leur abondance, ne semblent pas avoir influencé considérablement l'exhaure des puits voisins.

On peut en conclure qu'il est difficile de prévoir les conséquences de l'arrêt de l'exhaure dans une mine abandonnée, car elles dépendent, non seulement du voisinage des exploitations, mais également des conditions de l'infiltration latérale, qui sont des plus compliquées.

Même dans le cas où ce problème trouve une solution, et que finalement, il apparaît probable, à la suite de constatations, qui relèvent aussi bien de l'étude hydrogéologique que de l'examen des plans miniers, qu'il s'avère logique de prévoir qu'une mine est exposée à recevoir les eaux de la mine voisine à échéance de son exploitation, on peut se demander comment il convient d'atténuer les effets d'un déferlement des eaux dans les mines encore actives. Nous croyons qu'il faut poser en principe que, du fait de l'arrêt des pompages, le volume global des venues d'eau dans le bassin n'est pas susceptible d'être augmenté. Bien au contraire, le diagramme de la figure 9 montre à l'évidence qu'il y a diminution de l'exhaure globale au fur et à mesure que le nombre de mines arrêtées s'accroît dans le bassin et ceci en tenant compte des variations causées par la pluviométrie puisque les sécheresses des années 1953-54 et 1959-60 provoquèrent une diminution anormale de l'exhaure. L'arrêt des mines entraîne néanmoins une modification de la répartition des eaux souterraines à cause des changements qui en résultent dans l'infiltration latérale. La compensation que l'on constate entre les pourcentages de l'augmentation et de la diminution de l'exhaure dans les diverses mines (Tableau B) n'indique pas l'incidence précise de l'arrêt de certaines mines sur l'exhaure des mines encore en activité, puisque les pourcentages sont calculés en fonction du volume global de l'exhaure et que ce volume dépend de la pluviométrie.

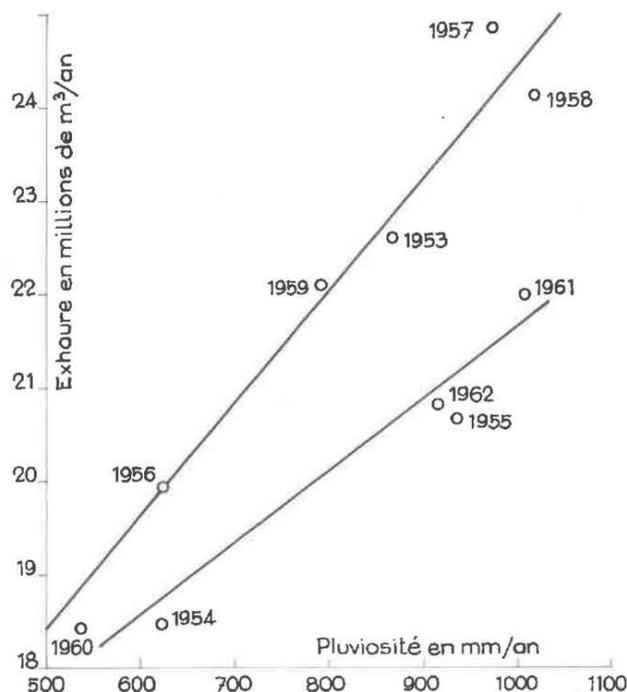


Fig. 9. — Relation entre l'exhaure et la pluviométrie (décalée de 6 mois).

Il est dans ces conditions assez indifférent de tolérer ou non la formation de bains d'eau dans les mines abandonnées pour autant qu'aucune rupture d'esponges ou que le voisinage d'exploitations n'expose pas les mines contiguës à une invasion directe par les eaux des mines arrêtées. Cela étant, il n'est guère utile de procéder à une étanchéisation par un compartimentage des quartiers et des puits de mines abandonnées, sauf dans le cas où il s'agit de gisements à faible profondeur, où les eaux s'infiltreraient à partir de la surface.

S'il est techniquement impossible de s'opposer à l'infiltration latérale, il convient cependant d'en tenir compte en fonction des inconvénients qui en résultent pour l'ensemble des exploitations du bassin. C'est ainsi qu'une politique d'exploitation préjudiciable serait de pousser au maximum le déhouillement des couches sous les morts-terrains et près du stot des puits lorsqu'on prévoit qu'à échéance de cette exploitation, ce seront des mines voisines qui devront en supporter les conséquences par une augmentation prohibitive de leur exhaure.

REFERENCES

- (1) M.J. SNEL - 1961. — Tentative d'interprétation lysimétrique des débits de l'exhaure dans les mines de la région du Centre. *La Technique de l'Eau*, n° 180, pp. 25-35, déc. 1961, Bruxelles.
- (2) M.J. SNEL - 1963. — L'évaluation des ressources aquifères en Belgique. *La Technique de l'Eau*, n° 195, pp. 33-36, mars 1963, Bruxelles.