

Récupération et utilisation de combustibles de basse qualité provenant des anciens terrils des charbonnages

par A. TONDEUR

Ingénieur principal divisionnaire des Mines.

SAMENVATTING

De ontginning van oude steenstorten van kolenmijnen voor de recuperatie van brandstoffen van mindere hoedanigheid heeft sedert 1950 een grote uitbreiding genomen in België. In 1957 heeft deze nijverheid een bruto tonnage van 7 à 8 miljoen ton behandeld, waaruit door eenvoudige zifting, nagenoeg 2 miljoen ton brandbare schiefer met hoog asgehalte (gemiddeld 65 %) werd gewonnen en door herwassing ongeveer 200.000 t handelsproducten met een asgehalte van 25 %.

Deze producten worden door de elektrische centrales en door de cementfabrieken verbruikt. Sommige centrales verbruiken systematisch als enige vaste brandstof schiefers van 65 % as. De toevoeging van de vluchtige bestanddelen die nodig zijn voor een goede verbranding geschiedt onder de vorm van fuel oil (mazout).

Het verbruik van producten van zulke lage kwaliteit brengt voor de gebruikers talrijke en meestal ernstige moeilijkheden mede, waarvan een overzicht wordt gegeven. De moeilijkheden werden overwonnen dank zij kostelijke aanpassingen van de inrichtingen. De nodige investeringen, zowel voor de ombouw der centrales als voor de ontginning der storten konden slechts aangegaan worden onder het beding van contracten op lange termijn die enerzijds aan de centrales een regelmatige en voldoende bevoorrading aan brandschiefer en anderzijds aan de recuperatiebedrijven een verzekerde afzet van hun producten moesten waarborgen.

Hieruit vloeit voort dat het verbruik van brandschiefer, voortkomende van de recuperatie van oude steenstorten, in België tot de normale industriële praktijk is gaan behoren en een structureel karakter vertoont, onafhankelijk van de schommelingen der conjonctuur.

De auteur geeft verder statistische inlichtingen over het belang van de ontginbare reserves.

RESUME

L'exploitation d'anciens terrils des charbonnages pour la récupération de combustibles de basse qualité a pris en Belgique une grande extension depuis 1950. En 1957, cette industrie a traité un tonnage de terril brut en place de l'ordre de 7 à 8 millions de tonnes et en a récupéré, par simple criblage, quelque 2 millions de tonnes de schistes combustibles à haute teneur en cendres (65 % en moyenne) et, par relavage, quelque 200.000 tonnes de produits marchands à 25 % de cendres.

Ces produits sont consommés par les centrales électriques et par les cimenteries. Certaines centrales en sont arrivées à consommer systématiquement des schistes à 65 % de cendres comme seul combustible solide. L'appoint de matières volatiles nécessaire à une bonne combustion est assuré sous forme de fuel oil (mazout)

La consommation de produits d'aussi basse qualité comporte pour les utilisateurs de nombreux et souvent graves inconvénients, que l'auteur passe en revue. Ces inconvénients ont été surmontés au prix d'une adaptation onéreuse des installations. Les investissements nécessaires, tant pour la conversion des centrales que pour l'exploitation des terrils eux-mêmes, n'ont pas pu être consentis que sous le couvert de

contrats à long terme assurant, d'une part, aux Centrales intéressées un approvisionnement régulier et suffisant en schistes de terril et, d'autre part, aux entreprises de récupération, un écoulement garanti de leur production.

Il en résulte que la consommation de schistes charbonneux récupérés d'anciens terrils est entrée en Belgique dans la pratique industrielle courante et a pris un caractère structurel, indépendant des fluctuations de la conjoncture.

L'auteur donne des renseignements statistiques sur l'importance des réserves exploitables.

Introduction.

On a pu observer depuis quelques années en Belgique, dans les centrales électriques fonctionnant au charbon pulvérisé surtout, une extension de l'utilisation de combustibles à très haute teneur en cendres (45 à 65 %) provenant de l'exploitation d'anciens terrils des charbonnages.

Parallèlement, le nombre de chantiers d'exploitation de ces dépôts de matières considérées comme stériles à l'époque de leur déversement se multipliait, à l'initiative d'entrepreneurs indépendants des charbonnages d'abord. Ces exploitants acquéraient à des conditions avantageuses des terrils abandonnés. Par la suite, certains charbonnages se sont intéressés eux-mêmes à cette activité et ont entrepris la récupération de leurs propres terrils, soit par leurs propres moyens, soit avec le concours d'entrepreneurs travaillant à forfait.

Pour donner une idée de l'importance de ces exploitations, il suffira de relever qu'au cours de l'année 1957, les centrales des producteurs distributeurs d'électricité de Belgique ont consommé 623.000 tonnes d'équivalent charbon (poussier à 25 % de cendres) de ces produits, ce qui représente un tonnage réel de l'ordre de 1,557 million de tonnes et près de 16 % de la consommation totale de combustibles solides des centrales de distribution publique (en équivalent charbon).

Or, outre les centrales électriques, les cimenteries absorbent d'importants tonnages de ces bas-produits — près de 0,50 million de tonnes annuellement.

De plus, certains charbonnages relavent les anciens terrils pour en récupérer des mixtes à 25 % de cendres consommés en partie par les centrales à grille et en partie par les centrales au pulvérisé. Une importante société du Bassin de Charleroi a produit de la sorte, en 1957, 144.000 tonnes supplémentaires de charbon écoulées avec la production courante de ses sièges d'extraction.

Ces quelques indications situent l'importance de cette récupération qui porte sur des tonnages de l'ordre de 2 millions de tonnes annuellement à la consommation et implique le remaniement d'un tonnage de terril en place de l'ordre de 7 à 8 millions de tonnes.

Recensement des terrils.

L'Administration des Mines s'est livrée à une première enquête sur l'extension de ces exploitations, leur outillage et leurs procédés, ainsi que sur les réserves existant dans le pays en cette matière.

Le recensement des terrils existant dans les bassins du sud, sur le territoire des seules concessions actuellement en exploitation, a permis de dénombrer 390 terrils, d'importance fort variable, depuis quelques milliers jusqu'à près de 50 millions de tonnes. Encore ce recensement comporte-t-il quelques lacunes et ne comprend-il pas la plupart des terrils situés sur les concessions déchuées, abandonnées ou inactives.

Certains des terrils recensés remontent au début du XIX^e siècle, d'autres sont encore en activité. Ils ont été classés, du point de vue de la possibilité de récupération des schistes charbonneux, en trois groupes :

Un premier groupe comprend les terrils qui, en raison de leur nature (terrils composés uniquement de pierres du fond), de leur état (terrils entièrement brûlés) ou du résultat défavorable des analyses faites, peuvent être considérés comme totalement inexploitable dans l'état actuel de la question.

Le deuxième groupe comprend des terrils d'exploitabilité douteuse, soit qu'aucune analyse des schistes qui les constituent n'ait encore été faite, soit que ces analyses, basées sur un nombre trop restreint d'échantillons, ne permettent pas de conclure, soit encore qu'elles dénotent un manque d'homogénéité dans la composition rendant incertaine la rentabilité de l'exploitation.

Le troisième groupe comprend les terrils que l'on peut tenir pour économiquement exploitables dans l'état actuel des exigences des consommateurs.

Le tableau I donne l'importance de chacun de ces groupes dans les différents bassins ainsi que le tonnage approximatif des terrils recensés.

Le tableau II montre que le Borinage n'offre que peu de possibilités, 62 % des terrils y étant totalement (29 %) ou partiellement (33 %) brûlés. La situation dans les autres bassins du sud est nettement plus favorable, comme le montre le tableau II donnant la proportion du nombre de terrils recensés, totalement ou partiellement brûlés d'une part, intacts d'autre part.

TABLEAU I

Terrils considérés actuellement comme	Borinage		Centre		Charleroi		Liège		Sud		Campine		Royaume	
	N (1)	t (2) 1000 t	N (1)	t (2) 1000 t	N (1)	t (2) 1000 t	N (1)	t (2) 1000 t	N (1)	t (2) 1000 t	N (1)	t (2) 1000 t	N (1)	t (2) 1000 t
I. Inexploitables														
brûlés entièrement	32	47.752	6	7.630	14	19.447	13	23.269	65	98.098	—	—	65	98.098
brûlés partiellement	16	104.627	6	23.052	5	10.071	8	15.678	35	153.428	3	26.600	38	180.028
intacts	9	11.844	13	55.502	35	50.225	15	14.905	72	112.476	11	58.500	83	170.976
Total	57	164.223	25	66.184	54	79.743	36	53.852	172	364.002	14	85.100	186	449.112
II. D'exploitabilité douteuse														
brûlés partiellement	15	30.517	2	20.292	7	24.774	4	15.500	28	89.083	—	—	28	89.083
intacts	21	12.041	11	24.965	32	60.391	17	32.092	81	129.489	2	20.500	83	149.989
Total	36	42.558	13	45.257	39	85.165	21	45.592	109	218.572	2	20.500	111	239.072
III. Exploitable (entièrement ou partiellement)														
brûlés partiellement	3	5.706	2	14.650	6	4.265	6	6.443	17	31.064	—	—	17	31.064
intacts	16	4.920	19	30.189	32	22.124	25	32.994	92	90.127	—	—	92	90.127
Total	19	10.626	21	44.839	38	26.389	31	39.337	109	121.191	—	—	109	121.191
Total général	112	217.407	59	156.280	131	191.297	88	138.781	390	703.765	16	105.600	390	809.365
IV. Terrils en exploitation ou déjà entièrement exploités	4	3.840	7	16.188	13	9.101	17	27.360	41	56.389	—	—	41	56.389

(1) Nombre de terrils.

(2) Tonnage.

TABLEAU II

Terrils	Borinage	Centre	Charleroi	Liège	Sud
Entièrement brûlés	29 ⁽¹⁾	10	10	15	17
Partiellement brûlés	53 ⁽¹⁾	17	14	20	18
Intacts	58	73	76	65	65
	100	100	100	100	100

(1) 21 de ces terrils sont encore en ignition.

Dans l'ensemble, 28 % du nombre des terrils recensés sont d'ores et déjà reconnus exploitables. Il est vrai qu'en tonnages ils ne représentent que 15 % de la masse totale estimée. Encore faut-il tenir compte de ce que un sur six des terrils exploitables est partiellement brûlé, sans qu'il soit possible d'estimer dans quelle proportion. Les terrils de Campine, de formation récente, n'offrent que peu de possibilités en matière de récupération.

Il est vraisemblable qu'une partie des terrils d'exploitabilité douteuse viendra s'ajouter à ces 28 % lorsqu'une étude suffisante en aura été faite. Cette dernière catégorie couvre 28,5 % en nombre et 30 % en tonnage des terrils recensés.

Il convient toutefois d'indiquer combien le choix d'un terril à exploiter peut être hasardeux. Il ne peut être fondé, en effet, que sur l'analyse d'échantillons prélevés en surface, l'emploi de la sonde étant impossible dans ces masses sans cohésion.

L'échantillonnage consiste à creuser des trous d'un mètre de profondeur et d'un mètre de côté dont le contenu est emporté dans des sacs pour être analysé. L'analyse comporte un criblage et la détermination quantitative des différents calibres, le séchage à l'étuve à 220° pour la détermination de la teneur en eau, la calcination au four électrique à 1150° pour la mesure de la teneur en cendres.

Celle-ci ne donne d'ailleurs pas une idée exacte de la proportion de matière combustible du schiste analysé, car celui-ci contient souvent une forte proportion d'eau combinée qui ne se sépare pas à l'étuve, mais seulement à la calcination.

Ainsi, une teneur en cendres apparente de 70 % peut ne correspondre qu'à 22,3 % de matière combustible si le stérile comporte 11 % d'eau en combinaison, comme le fait apparaître en certains cas une analyse plus minutieuse.

Même les résultats uniformément favorables d'une centaine d'analyses préalables ne mettent pas l'exploitant à l'abri des déconvenues lorsque la masse profonde du terril révèle, en cours d'exploitation, une composition moins favorable.

Les terrils considérés actuellement comme inexploitables en ce qui concerne la récupération de combustible ne sont pas pour autant dénués de tout intérêt économique. Certains d'entre eux, entièrement ou partiellement brûlés, sont le siège d'impor-

tantes exploitations de schistes rouges (cuits) pour l'empierrement d'allées, de tennis, voire comme ballast (2). Quatre terrils borains ont produit déjà près d'un million de tonnes de schistes rouges. On en relève également trois exploitations de quelque importance à Charleroi et trois à Liège.

Le tonnage brut exploitable pour la récupération de combustible est actuellement estimé à près de 120 millions de tonnes. Le tonnage de combustible récupérable est fonction de la qualité du terril et du mode d'exploitation. Toutefois, en se basant sur une granulométrie moyenne donnant 50 % de 0-20 à 65 % de cendres, on peut estimer *grosso modo* à 24 millions de tonnes équivalent charbon (poussier brut à 25 % de cendres) le tonnage récupérable présentement reconnu.

La qualité du terril dépend elle-même généralement de son âge, de sa granulométrie, des matières étrangères qu'il contient et de la lavabilité des calibres inférieurs.

Plus un terril est ancien, plus il a de chances d'être intéressant, car le lavage des produits fins était très imparfait au XIX^e siècle et même encore dans les premières décades du XX^e.

Les terrils constitués exclusivement de schistes de lavoir, d'une granulométrie le plus souvent inférieure à 80 mm, donnent de meilleurs résultats que ceux qui contiennent également des stériles remontés comme tels du fond (pierres des bouveaux et des coupes de voies).

Beaucoup de terrils anciens ont reçu en outre les cendrées des batteries de chaudières des sièges voisins. Ces cendrées, poreuses, ont une densité apparente sensiblement égale à celle du charbon et ne peuvent en être séparées au lavage. Elles déprécient fortement les produits de récupération.

Les fines des terrils anciens ont, en général, une lavabilité satisfaisante et permettent de récupérer par relavage un combustible de qualité moyenne (25 % de teneur en cendres) dans la proportion de 7 à 10 % de la masse brute traitée.

Les terrils plus récents se prêtent mal au relavage et ce sont alors les fines brutes à 60-65 % de cendres qui sont livrées aux centrales. Le plus souvent, elles constituent *grosso modo* 50 % du tonnage brut du terril traité. La séparation se fait soit à 15, soit le plus souvent à 20 mm.

Modes d'exploitation.

Il y a deux modes d'exploitation très distincts suivant que l'on se borne à cribler le terril et à livrer les fines brutes ou que l'on relave ces fines pour livrer des mixtes de qualité marchande. Dans ce dernier cas, l'exploitation comporte l'installation de lavoirs et nécessite des investissements importants.

(2) La couche supérieure du ballast des voies de tramways établies récemment en site propre à Bruxelles, est faite de ce matériau.

Le plus souvent, les charbonnages qui exploitent eux-mêmes ou par sous-traitants leurs propres terrils en relavent les fines dans des sections spéciales des lavoirs existants (3).

Les entrepreneurs indépendants des charbonnages exploitent en majorité sans relavage. Toutefois, une société a installé, dès 1950, un lavoir dans le Bassin de Charleroi et achève en 1957 le montage d'un second dans le Centre pour le traitement d'un terril de quelque 12 millions de tonnes. Le coût de cette dernière installation est estimé à 50 millions de francs. Une entreprise liégeoise a également installé un lavoir à Lixhe. Le premier du système « Lamex » produit actuellement quelque 140 t/jour de combustibles à 25 % de cendres en moyenne (schlamms, 0-10, 10-25). Le second est prévu pour une production journalière de 800 à 1.000 t de 0-20 à 45 % de cendres. Il traite, après criblage, le 0-10 dans un lavoir « Lamex » et le 10-80 par liqueur dense. Le troisième, à rhéolaveurs, sort journalièrement quelque 320 t de 0-4 à 55 % de cendres et 60 t de 3-15 relavés à 25 % de cendres en moyenne.

Le chantier d'exploitation au terril est généralement équipé de bulldozers, de pelles mécaniques, de draglines ou de « tracto-loaders » comme un chantier de terrassement du génie civil, de convoyeurs à bande, de cribles et de trommels et d'un parc de camions automobiles. Certains chantiers avantageusement situés bénéficient de raccordements au chemin de fer ou de rivages pour expédition par eau. Pour les autres, le transport par camions grève les frais d'exploitation de charges d'autant plus élevées que les conditions d'emploi très dures accélèrent l'usure de ces engins. Ce mode de transport expose, en outre, les exploitants aux récriminations des riverains des voies publiques donnant accès aux chantiers, à des interventions des pouvoirs publics locaux et de l'Administration des Ponts et Chaussées en raison de la dégradation des revêtements et de l'embouement causés par le trafic intense de substances terreuses.

Lorsque les circonstances locales le permettent, le chantier est relié au réseau de distribution de courant électrique. Autrement, il est équipé d'un groupe électrogène à moteur Diesel de 50 à 60 kW pour l'alimentation des moteurs des cribles ou trommels et des convoyeurs. Souvent, il y est installé un laboratoire de chantier pour l'analyse d'échantillons (teneurs en eau et en cendres, granulométrie).

L'activité de ces chantiers est très sensible aux variations des conditions climatiques : les pluies entravent la production en augmentant la teneur en eau et en agglomérant les différents calibres, qui ne se séparent plus au criblage ; elles rendent le chantier boueux et impraticable. Le gel agglomère pareillement les éléments et entrave les transports.

(3) On a commencé par les relaver avec les charbons extraits, mais la présence de cendrées de terril, qui passent dans le flottant, dépréciait l'ensemble de la production des calibres inférieurs.

Aussi les entreprises de récupération de terril sont-elles amenées à constituer durant la bonne saison des stocks importants, de manière à pouvoir assurer les livraisons contractuelles en cas d'intempéries prolongées.

Les exploitants de centrales estiment que les stocks, tant aux centrales que chez les fournisseurs de schistes, doivent couvrir leurs besoins pour neuf mois à un an.

Les entrepreneurs intéressés n'ont évidemment pu consentir les investissements importants requis ni satisfaire les exigences des centrales consommatrices en matière de stockage que sous le couvert de contrats à long terme leur assurant un écoulement régulier de la production, un amortissement convenable des installations et un soutien financier suffisant de leurs entreprises. L'acquisition de nouveaux terrils à exploiter se heurte, en effet, aux prétentions de plus en plus élevées des propriétaires. Il en est de même des terrains d'épandage, éventuellement nécessaires à l'évacuation des refus.

Utilisation par les centrales électriques.

L'utilisation des mixtes de récupération à 25 % de cendres issus des lavoirs ne soulève pas de problème particulier puisque leur teneur en cendres et leur pouvoir calorifique sont analogues à ceux des mixtes et poussières bruts couramment utilisés. Seule leur teneur élevée en eau peut susciter quelques difficultés mineures, du même ordre que celles qu'entraîne l'utilisation des schlamms.

Celle des schistes bruts a nécessité en revanche une adaptation des installations. Nous n'envisageons pas ici le cas des centrales qui mélangent les schistes de récupération à teneur élevée en cendres à des produits normaux pour obtenir au broyage des pulvérisés à 40-45 % de cendres, mais examinerons plus spécialement le cas des centrales qui utilisent les schistes bruts de récupération à 65 % de cendres comme unique combustible solide.

Il n'est pas sans intérêt d'indiquer brièvement par quelle évolution on en est venu à consommer d'aussi pauvres produits. A la suite du regroupement, dans les années 30, des sociétés exploitant des centrales électriques de distribution dans le nord du pays, les résultats financiers d'exploitation de centrales précédemment indépendantes ont été constamment comparés à ceux d'autres centrales, mieux situées sous le rapport de l'approvisionnement en charbon et pour qui le combustible avait, de ce fait, un prix de revient inférieur. Cette rivalité a conduit les ingénieurs chargés de la gestion des centrales les moins favorisées à rechercher les moyens d'abaisser leur prix de revient. C'est ainsi que, dès 1939, l'idée leur est venue de rebrûler les suies, dont la teneur en imbrûlés atteignait 35 à 40 %, en les mélangeant aux poussières brutes.

Les résultats de cette pratique ayant été satisfaisants, on ne se borna plus à réincorporer les suies

fraîches au poussier et, lorsque de nouvelles chaudières modernes (87 kg/cm^2) furent mises en service, on reprit des suies anciennes de parc à cendres pour les y brûler avec un égal succès.

Sur la base des résultats ainsi obtenus, on envisagea tout naturellement, à l'époque de la libération du territoire, alors que les centrales se heurtaient aux pires difficultés d'approvisionnement en combustible, de remplacer les suies par des schistes de terril.

Au début, la centrale consommait des schistes à 40 % de cendres en mélange avec les poussières bruts à 20-25 % de cendres. La teneur en cendres a été progressivement relevée pour atteindre actuellement une moyenne de 65 % (61 à 67 %).

La combustion complète d'un tel combustible ne peut être obtenue dans la chambre de combustion s'il est utilisé seul. Il est nécessaire d'apporter dans la chambre un complément de matières volatiles. Cet apport peut être réalisé, soit en alimentant certains brûleurs en poussier brut de charbon gras ou en schlamms gras, soit par des brûleurs à mazout. C'est cette dernière solution qui a finalement prévalu et qui est actuellement appliquée d'une manière systématique par deux importantes centrales de la province d'Anvers, disposant respectivement d'une puissance installée de 250 et de 64 MW.

Dans la première de ces centrales, deux chaudières modernes à pulvérisé, alimentant en vapeur à 80 kg/cm^2 et 510° des unités de 50 MW, ont été aménagées pour l'utilisation de schistes de terril et pourvues de 18 brûleurs au mazout consommant 190 tonnes d'huile pour 1.000 tonnes de schistes.

Cette proportion dépend moins de l'insuffisance de pouvoir calorifique du schiste pulvérisé, qui est d'environ 2.000 kcal/t, que de la capacité insuffisante des broyeurs. Elle varie avec la charge et peut descendre à 150 ‰ en période estivale, sans que cette proportion constitue, tant s'en faut, un minimum absolu.

Il va de soi que, pour une charge déterminée, la proportion de mazout augmente parallèlement à la teneur en cendres des schistes consommés.

Du point de vue thermique, l'apport de calories par les schistes varie dans cette centrale de 60 à 40 % du total, le mazout assurant le complément de 40 à 60 %.

Dans d'autres centrales au pulvérisé du même groupe, la proportion des calories apportées par le mazout est réduite à une moyenne de 25 %, les schistes fournissant 75 % du total des calories introduites dans la chaudière.

Dans ce cas, la proportion en poids du mazout est ramenée à 75 tonnes en moyenne pour 1.000 tonnes de schistes.

L'adaptation progressive de la centrale de 250 MW précitée à la consommation exclusive de schistes de terril comme combustible solide apparaît dans l'évolution des tonnages de schistes consommés :

en 1951 :	16.000 tonnes
1952 :	78.000 tonnes
1953 :	240.000 tonnes
1954 :	194.000 tonnes
1955 :	285.000 tonnes
1956 :	367.000 tonnes
1957 :	475.000 tonnes

soit : 1.655.000 tonnes en sept ans.

Une évolution parallèle s'observe dans les autres centrales du même groupe. Les centrales équipées de chaudières à grilles font également usage de schistes charbonneux de récupération, mais dans une moindre mesure. En effet, elles n'obtiennent de résultat satisfaisant que si ce combustible n'excède pas 33 % du lit de combustion. Dans ces chaudières également, on installe des brûleurs à mazout pour assurer un appoint de calories et consommer l'excès d'oxygène traversant le lit. Selon le type de chaudière à grille, l'apport de calories par le mazout varie ici de 25 à 40 % du total, par les schistes de 12,5 à 10 % seulement, le solde étant fourni par le charbon (62,5 à 50 %).

Pour l'ensemble des centrales de distribution publique de Belgique, l'Administration des Mines a obtenu des producteurs, depuis juillet 1956, la déclaration des tonnages de schistes de terril consommés chaque trimestre, convertis en équivalent charbon (poussier brut à 25 % de cendres) sur la base de 40 % du tonnage réel.

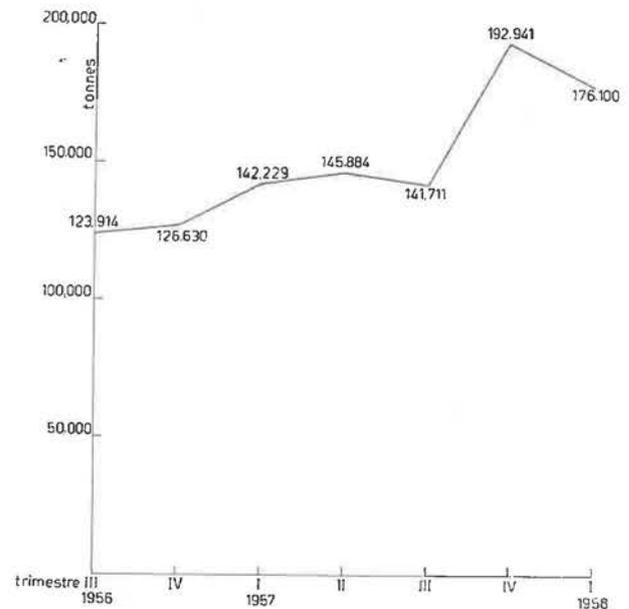


Fig. 1. — Evolution trimestrielle de la consommation de schistes de terril par les centrales électriques de distribution publique du 30 juin 1956 au 31 mars 1958.

La figure 1 exprime l'évolution de cette consommation durant la période pour laquelle ces données statistiques ont été obtenues. Il convient de multiplier par 2,5 les tonnages inscrits pour obtenir le tonnage réel de schistes bruts consommés comme

tels. On notera que la consommation du quatrième trimestre 1957 est supérieure de plus de moitié à celle du trimestre correspondant de 1956.

Inconvénients.

1°) A la différence des poussières brutes, les schistes de terril sont humides. Il est nécessaire de les sécher si l'on veut éviter le colmatage des broyeurs à boulets et assurer l'entraînement du pulvérisé par le ventilateur exhausteur. Cela a été réalisé par un prélèvement de gaz à 600-800° dans la chambre de combustion. Ces gaz chauds assurent un préséchage dans la colonne joignant les vis de vidange des trémies à brut aux broyeurs et le séchage s'achève dans les broyeurs eux-mêmes traversés par les gaz chauds appelés par le ventilateur.

2°) Pour un apport de calories égal, l'emploi de schistes nécessite la circulation d'un poids de combustible plus que double de celui du poussier brut. Il en résulte que la puissance (et la consommation d'énergie) des ventilateurs exhausteurs a dû être augmentée d'autant.

3°) Le schiste est beaucoup plus abrasif que le poussier brut. Il en résulte une augmentation considérable de l'usure et des frais d'entretien de tous les organes.

C'est ainsi qu'avec le poussier brut on consommait normalement 80 g de masse broyante par tonne de combustible (cubes d'acier de 32 mm de broyeurs à boulets).

Avec les schistes, cette consommation atteint 500 g, soit plus du sextuple.

Il en est de même des plaques du blindage intérieur des broyeurs, en acier au manganèse, ainsi que des tuyauteries, pales de ventilateurs, vis, trémies, etc.

4°) Dans la chaudière même, l'usure des tubes vaporisateurs, fonction de la vitesse des particules, est sensiblement accélérée. Cet inconvénient s'est particulièrement manifesté dans les organes où la vitesse de circulation des gaz était élevée en raison de la faible section de passage et atteignait la « vitesse critique » au delà de laquelle les cendres entraînées agissent comme abrasif, à l'instar d'un jet de sable. Cette vitesse est de 20 m/s pour un combustible à 30 % de cendres. Elle est moindre pour les combustibles plus cendreux. Les économiseurs des nouvelles chaudières ont spécialement souffert. C'étaient initialement des économiseurs à tubes à ailettes disposés en quinconce. Après cinq ans d'utilisation des schistes, il a fallu remplacer intégralement les économiseurs d'origine par d'autres dont les tubes, disposés en rangées parallèles, livraient aux fusées cendreuses un passage continu, évitant ainsi l'impact répété des poussières abrasives sur les tubes à chaque changement de direction de la veine fluide.

5°) Le volume des cendres à évacuer est multiplié par 5. Les centrales en cause ont heureusement eu la possibilité d'acquiescer de vastes excavations laissées dans la région par l'exploitation des terres à briques (argile de Boom).

Les cendres entraînées par un courant d'eau sont évacuées à distance par pipe-lines pour remblayer ces excavations. Mais, ailleurs, l'évacuation des cendres peut susciter de graves difficultés et c'est un des principaux obstacles à l'extension de la consommation de ce genre de combustible.

Il est vrai que ces cendrées peuvent être utilisées pour la fabrication de blocs de béton léger. Mais cette activité n'a absorbé jusqu'ici qu'une très faible partie, à peine 10 %, des cendres à évacuer dont le tonnage journalier atteint couramment 8 à 900 t.

6°) Le stockage des combustibles à la centrale nécessite également des parcs beaucoup plus étendus. Les anciens tours à poussier ne se prêtent pas à l'emmagasinage de produits humides et sont désaffectées, ainsi que les transporteurs à bande qui les desservent. Les parcs à charbons extérieurs, desservis par pont roulant, sont devenus fort insuffisants pour les schistes et la plus importante des centrales en cause a dû stocker sur les anciens parcs à suies, à concurrence de 250.000 tonnes, avec mise au stock et reprise onéreuse par camions automobiles. A cela s'ajoute un stock de schlamms gras de 20 à 25.000 tonnes pour parer à d'éventuelles difficultés d'approvisionnement en fuel et les installations nouvelles de stockage du fuel lui-même.

7°) L'adaptation des installations à la consommation de schistes bruts a soulevé bien d'autres difficultés graves, à présent surmontées, par exemple :

a) La présence de corps étrangers, fréquents dans les schistes de terril, provoquait notamment de nombreuses ruptures des vis d'alimentation des broyeurs. Leur remplacement entraînait chaque fois un arrêt prolongé. Les ingénieurs de la centrale ont imaginé un système de vis de rechange montée sur chariot mobile qui permet de faire le remplacement en quelques heures.

b) A l'origine, alors que l'appoint de matières volatiles dans la chambre de combustion était fourni par des schlamms gras, on n'obtenait pas, au prélèvement de flamme pour le séchage, une température suffisante. On a alors eu l'idée d'installer un brûleur à mazout dans la tuyauterie de prélèvement. Il en est résulté un échauffement excessif et la fusion partielle des cendres qui, s'agglomérant en aval sur les parois dans les tuyauteries d'adduction, obstruaient rapidement la section de passage. C'est alors que l'on a installé des brûleurs à mazout dans la façade de la chaudière et que l'on a substitué le mazout aux schlamms gras comme combustible d'appoint.

c) Cette disposition initiale des brûleurs auxiliaires à mazout sur la façade de la chaudière a pro-

voqué la formation de points chauds sur l'écran tubulaire opposé à la chambre de combustion, ce qui a eu pour conséquence une corrosion interne accélérée provoquant après deux mois une série d'éclatements successifs de tubes vaporisateurs (4).

Une nouvelle disposition des brûleurs à mazout, quatre dans le cendrier, huit immédiatement au-dessus des collecteurs d'alimentation en eau (première galerie) et six sous la voûte, a mis fin à cette situation; elle n'en avait pas moins nécessité le remplacement complet des tubes de l'écran arrière.

8) Les fumées entraînent une proportion beaucoup plus grande de cendres fines, de sorte qu'il a fallu, d'une part, installer des trémies supplémentaires sous les surchauffeurs pour en recueillir une partie et les évacuer et, d'autre part, prévoir le dépoussiérage des fumées afin de préserver le voisinage de retombées massives. On a installé, à cet effet, des dépoussiéreurs humides (Modave) à la base des cheminées. En hiver, la vapeur d'eau entraînée se condense dans la partie extérieure des cheminées en tôle et les poussières résiduelles s'y agglomèrent en boues, réduisant la section de passage, et entravent par leur chute périodique la ventilation. Pour remédier à cet inconvénient, on a dû calorifuger les cheminées à l'extérieur.

9) L'emploi des schistes de terril a fait baisser d'environ 13 points le rendement calorifique des chaudières au pulvérisé. Ce rendement étant de l'ordre de 92 % pour des chaudières modernes neuves, il tombe à environ 79 % en marche courante lorsque l'on emploie les schistes de terril à 65 % de cendres comme seul combustible solide au lieu de poussières à 20 %. Cette chute de rendement est imputable uniquement à l'accroissement de la quantité d'imbrûlés emportée par les cendres : la teneur en carbone de celles-ci reste constante, mais leur quantité s'accroît considérablement, du simple au septuple.

Le rendement calorifique des chaudières à grille est moins affecté puisque la proportion de schistes dans le lit de combustion n'est généralement que d'un tiers. Il n'en subit pas moins une baisse de l'ordre de 5 points pour les chaudières les plus modernes et pour la même raison : augmentation absolue de la quantité d'imbrûlés entraînée par les cendres.

(4) La dilatation inégale des tubes à l'endroit des points chauds provoquait la fissuration et la destruction du film protecteur d'oxyde magnétique formé à la surface interne du métal par l'action oxydante de la vapeur d'eau à haute température :



En marche normale, cette oxydation donne 2 γ d'hydrogène par litre de vapeur. Les brûleurs avaient été installés en août 1956; en octobre, la teneur en hydrogène atteignait jusqu'à 50 γ (10^{-6} g), par litre. Ces teneurs sont relevées d'une manière continue par un dispositif d'analyse chromatographique avec enregistrement, mis au point par les ingénieurs de la centrale et qui est une réalisation scientifique étonnante; elle a d'ailleurs fait l'objet de communication très remarquées. (Voir communication de M. Berger dans « Centre d'Etude des Eaux » n° 37 - Liège).

10) L'encrassement des chaudières est beaucoup plus rapide. Les arrêts pour nettoyage et entretien se multiplient et accroissent l'indisponibilité du générateur. Dans certains cas, la durée de marche continue est ramenée de deux mois à deux semaines.

En somme, chaque chaudière nécessite, pour son adaptation à un nouveau combustible, une étude et une mise au point que seule l'expérience permet de mener à bien en surmontant successivement toutes les difficultés rencontrées.

Malgré les multiples et graves inconvénients énumérés ci-dessus, les centrales intéressées considèrent que l'emploi de schistes de terril laisse encore un très léger avantage par rapport au poussier brut quant au prix de revient du kWh. Elles estiment que la phase d'adaptation des installations à l'emploi de ce combustible de rebut est pratiquement terminée.

Elles en escomptaient, il est vrai, un avantage plus substantiel. Mais, en dépit des inconvénients apparus à l'usage et parfois tardivement, l'importance des investissements consentis pour l'adaptation de leurs installations à la consommation des schistes, puis la tension extrême qui a sévi sur le marché des combustibles en 1956 et au début de 1957, ont conduit ces centrales à conclure des contrats à long terme (dix ans et plus) pour leur approvisionnement exclusif en schistes de terril; elles ont été amenées ainsi à financer les entreprises de récupération pour l'acquisition du matériel d'exploitation et des terrils eux-mêmes, dont elles surveillent la prospection.

Ces engagements rendent fort difficile la reconversion de leurs installations pour la consommation des bas-produits des charbonnages, quelque souhaitable qu'elle puisse paraître en période de récession charbonnière.

Utilisation par les cimenteries.

L'idée d'utiliser les schistes houillers en cimenterie n'est pas nouvelle. Des essais avaient été faits déjà vers 1922 et, dès 1935, une très importante cimenterie du Bassin de Mons en faisait usage en remplacement d'une faible partie de l'argile incorporée à la charge. Mais la consommation de schistes de terril en cimenterie n'a pris quelque extension qu'après 1950.

Leur utilisation peut se présenter actuellement sous deux aspects distincts.

Dans certains établissements, les schistes charbonneux tenant jusqu'à 80 % de cendres sont, après broyage, incorporés à la pâte alumino-silico-calcaire qui constitue la matière première à traiter dans les fours à klinkers. Les cendres des schistes apportent à la fois des silicates d'alumine, qui se combinent à l'excédent de chaux de matières premières locales, et un complément de combustible qui contribue à la cuisson de la charge et permet de réduire la consommation de charbon.

Ailleurs, des schistes moins cendreaux (52 à 66 % de cendres) sont mélangés au combustible usuel pour l'alimentation des brûleurs au pulvérisé. La flamme entraîne les cendres dans le four rotatif, où elles s'incorporent également à la charge.

Dans le premier cas, le schiste est essentiellement considéré comme matière première à bon marché et l'on utilise aussi bien des schistes de lavoir directs que des schistes de récupération. L'apport de combustible est un aspect accessoire.

Dans le second cas, le but poursuivi est d'obtenir un prix de revient minimum de la calorie et l'incorporation des cendres au produit est l'aspect secondaire du problème. La proportion de schistes à haute teneur en cendres dans le combustible pulvérisé est ici limitée, car en même temps on réinjecte dans le four les matières premières entraînées sous forme de poussières dans les fumées et récoltées dans des électrofiltres.

Il en résulte que la teneur en cendres du combustible ne peut excéder 40 %. Des essais ont été poussés jusque 47 %, mais sans résultat satisfaisant.

En gros, les deux modes d'utilisation sont équivalents puisque, dans l'un et l'autre cas, les cendres des schistes se retrouvent dans le ciment et leur pouvoir calorifique est utilisé à la cuisson de la charge. Les tenants de la seconde formule soutiennent toutefois que l'incorporation du combustible dans la charge nuit à la structure du grain élémentaire du ciment. Certaines firmes utilisent d'ailleurs les schistes à la fois comme matière première et comme combustible.

Par ailleurs, l'utilisation de quantités importantes de schistes donne au produit une teinte différente, plus brune, qui n'est pas toujours appréciée par la clientèle.

En tout état de cause, l'emploi des schistes de terril en cimenterie implique une analyse exacte de leurs teneurs en silice, en alumine et en fer et un dosage précis des quantités mises en œuvre de manière à compenser exactement les déficiences ou les excédents des matières premières locales en l'une ou l'autre de ces substances.

Les cimenteries, elles aussi, ont conclu des contrats à long terme pour livraison de gros tonnages de schistes de récupération.

Une seule cimenterie, très importante il est vrai, du Bassin de Mons, a consommé en 1957 quelque 180.000 tonnes de schistes de terril et de schistes de lavoir. Elle utilise pour le broyage fin des schistes à incorporer à la pâte deux broyeurs à boulets nécessitant une puissance motrice de 1.000 ch et débitant 15 à 20 t/h chacun. Ces broyeurs ne sont mis en marche que la nuit, afin de bénéficier de l'énergie électrique à tarif réduit.

Comme combustible, la même firme utilise des schistes de terril à 65 % de cendres mélangés dans la proportion de 30 % maximum à des schlamms

à 26 % de cendres et séchés dans deux sècheurs rotatifs à foyer indépendant.

La faible valeur marchande de ces schistes ne supporte pas de transports onéreux. Aussi les centres d'approvisionnement doivent-ils être voisins des cimenteries, à moins que le transport ne puisse se faire par eau.

Conclusion.

L'utilisation des combustibles récupérés d'anciens terrils a dépassé en Belgique le stade expérimental. Elle est entrée dans la pratique industrielle courante. Bien plus, son extension n'est pas, ou du moins n'est plus, liée à la tension sur le marché des combustibles, tension que l'exploitation des terrils paraissait susceptible d'alléger. La tension a disparu, mais la consommation des schistes subsiste. Elle subsistera pour plusieurs raisons et notamment celles-ci : les consommateurs se sont adaptés, non sans peine, à l'alimentation de leurs foyers en ce matériau, modifiant à cet effet leurs installations qui ne se prêtent plus dorénavant à l'utilisation de combustible normal. Ils ont conclu des contrats à longue échéance pour un approvisionnement régulier en schistes de terril : des capitaux importants ont été investis sur cette base dans les entreprises de récupération. Ces contrats portent sur des périodes de dix à vingt ans.

Il est donc vraisemblable que l'exploitation des anciens terrils suffisamment riches en matière combustible se poursuivra jusqu'à épuisement des réserves exploitables. Il n'est pas sans intérêt de signaler ici que certaines firmes belges ont déjà entrepris récemment l'exploitation de terrils en Allemagne et en France et la prospection des terrils britanniques.

Cette activité nouvelle perd son caractère conjoncturel et devient « structurelle ». Par l'importance des tonnages traités, elle exerce une influence notable sur le marché des combustibles : en période de haute conjoncture, elle atténue sensiblement la tension sur le marché, épargne au pays des importations onéreuses ou libère pour l'exportation des tonnages équivalents

En période de récession, au contraire, elle aggrave la situation des charbonnages en limitant l'écoulement des bas-produits précédemment consommés par les centrales et par les cimenteries, avec pour conséquence un gonflement inquiétant des stocks ; pareille situation suscite dans certains milieux le vœu de voir interdire l'exploitation des terrils. Mais, dans l'état actuel des choses, la reconversion des centrales, qu'une telle mesure suppose, s'avère extrêmement difficile, sinon impossible.

Cette activité a pris place parmi les industries nationales. Elle mérite de retenir l'attention des pouvoirs publics sous divers rapports : en matière de statistique de la production et de l'emploi, c'est chose faite, puisqu'un arrêté ministériel du 12 février

1958 a étendu aux exploitations de terrils l'obligation de répondre aux questionnaires annuels de l'Institut National de Statistique au même titre que les minières, carrières et industries connexes.

En matière d'urbanisme, l'exploitation des terrils pourrait être mise à profit systématiquement par les administrations intéressées pour orienter le dépôt des rebuts à la faveur des autorisations d'exploitation accordées aux entrepreneurs. Ces autorisations pourraient, à cet effet, être soumises à des conditions appropriées, pour autant que ces conditions ne grèvent pas prohibitivement le prix de revient. Des

espaces stériles pourraient ainsi être récupérés pour l'urbanisation.

Il serait utile aussi d'envisager des mesures propres à faciliter l'utilisation économique des cendres des centrales électriques en étudiant des modifications aux cahiers des charges en matière de travaux publics de manière à permettre l'incorporation d'une proportion aussi élevée que possible de ces déchets dans les revêtements routiers, les travaux de bétonnage, les agglomérés de béton, tous usages auxquels les cendres peuvent avantageusement se prêter.
