

L'utilisation des schistes de lavoir

ETUDES PRELIMINAIRES

par INICHAR

SAMENVATTING

Ieder jaar brengen de inrichtingen voor mechanische zuivering der steenkolen van België 30.000.000 t kolen en 16.000.000 ton afval voort, waarvan 4.000.000 ton stenen van de besbanden en 12.000.000 ton wasserij-stenen (1).

Deze afval en namelijk de wasserij-stenen, bevat een zekere hoeveelheid brandbare materialen. De ruwe steenkool, voortgebracht door de mijn, is samengesteld uit elementen waarvan de grootte schommelt van 0 tot enkele decimeters en waarvan de aard varieert van zuivere kool tot zuivere steen, doorheen alle mogelijke tussen verhoudingen. In ieder der granulometrische categoriën die aan het wassen onderworpen worden, wordt de scheiding verricht volgens het vereiste asgehalte van het gewassen product en de afval bevat dus noodzakelijk, zelfs in geval van perfecte scheiding, elementen waarvan de dichtheid schommelt van de scheidingsdichtheid tot deze van de zuivere steen. De scheiding is echter nooit volmaakt en een gedeelte kool geraakt vermengd in de afval. Gezien de belangrijke hoeveelheid dergelijke afval, die in België bijna de helft van de steenkolenvoortbrenging bedraagt, is het niet zonder belang zich af te vragen of het niet mogelijk is hem te valoriseren.

Dit doeleinde vertoont overigens nog andere aspecten.

De wasserij-afval die gewoonlijk naar de steenstort wordt gevoerd geeft nogal dikwijls aanleiding tot branden met min of meer schadelijke uitwasemingen en gevaar tot verschuivingen (2). De huidige ontginning van steenstorten voor de voeding van de stoomketels van centrales is eveneens in aanmerking te nemen indien men daarbij overdenkt dat zekere dezer storten van tamelijk recente datum zijn.

Het Nationaal Instituut voor de Steenkolenrijverheid is derhalve overgegaan tot een voorafgaandelijk onderzoek over de hoeveelheid en de hoedanigheid van de voortgebrachte afvalproducten. De hoeveelheden zijn hierboven aangeduid.

Het eerste deel van deze studie betreft de kwaliteit der wasserij-stenen afkomstig uit 8 wasserijen, liggende in de verscheidene kolenbekkens, en kenmerkend voor de totale Belgische voortbrenging.

Het tweede deel betreft proeven tot vergassing uitgevoerd in Duitsland, met behulp van de Ottonen, op de wasserij-stenen van een belgische kolenmijn. Deze proeven hebben aangetoond dat deze wasserij-stenen regelmatig kunnen vergast worden om een arm gas voort te brengen dat ter plaatse kan gebruikt worden. De toepassingsmogelijkheden zijn echter begrensd tot schiefers die minstens 15 % totale koolstof bevatten.

Het derde deel is een nota opgesteld door de Heren Mertens, Hellinckx en Verhille, en betreft de mogelijkheden wasserij-stenen te verbranden met het doel stoom te produceren. Deze studie berust op bestaande verwezenlijkingen in Zweden, betreffende afzetsels der distillatie van olielei. De analogie der samenstelling en texture tussen wasserij-stenen en afzetsels van olielei heeft doen vooropstellen dat dezelfde thermische valorisatie methodes toepasselijk zijn.

De tot heden bekomen gegevens laten toe een project voor een verbrandingskamer aangepast aan wasserijstenenverwerking op te stellen, project waaraan voor het ogenblik gewerkt wordt.

INTRODUCTION

Chaque année, en Belgique, les installations de préparation mécanique de charbon produisent 30.000.000 tonnes de houille et 16.000.000 tonnes de déchets comprenant les pierres de triage pour 4.000.000 tonnes et les schistes de lavoir pour 12.000.000 (1).

Ces déchets, et notamment les schistes de lavoir, contiennent une certaine quantité de matière combustible. Le charbon brut, qui est le véritable produit de la mine, est composé d'éléments dont la grosseur varie de 0 à quelques décimètres et dont la nature va du charbon à peu près pur jusqu'au schiste pur, en passant par toutes les proportions intermédiaires. Dans chacune des catégories granulométriques traitées par lavage, la coupure est

(1) Résultats d'une enquête effectuée par Inichar auprès des charbonnages belges.

(1) Uitslag van een onderzoek ingesteld door Inichar bij de belgische steenkolenmijnen.

(2) Verslag van de Commissie der Steenstorten van het Nationaal Instituut voor de Steenkolenrijverheid — Annalen der Mijnen van België Juli 1953. IVde Aflevering blz. 549.

placée d'après la teneur en cendres exigée du produit lavé et le déchet contient donc nécessairement, même en cas de coupure parfaite, des éléments dont la densité varie de la densité de coupure à celle du schiste pur. La coupure n'est d'ailleurs pas parfaite et des « égarés » du charbon passent dans le déchet. En raison de l'énorme production de ces déchets, qui en Belgique est égale à près de la moitié de la production charbonnière et de leur nature charbonneuse, on doit se demander s'il n'est pas possible de les valoriser.

Cet objectif offre d'ailleurs un autre aspect.

Ces déchets généralement mis à terril donnent lieu assez souvent à des incendies avec émanations plus ou moins délétères et danger de mouvement (2). L'exploitation actuelle de terrils pour l'alimentation de chaudières de centrale est aussi un argument si l'on considère que certains de ces terrils sont assez récents.

Inichar a donc procédé à une enquête préalable portant sur les quantités et qualités de déchets produits. Les quantités sont données ci-dessus. La première partie de la présente étude concerne la qualité des schistes provenant de huit lavoirs situés dans les divers bassins et représentatifs de l'ensemble de la production belge. La seule détermination est la teneur en cendres établies par la méthode ABC 56 20. Les teneurs renseignées vont, en gros, de 70 à 85 % et augmentant avec la granulométrie.

On commettrait une erreur en admettant que le pourcentage restant représente la matière combustible. Les travaux d'Inichar (3) ont montré l'in-

cidence de la décomposition des matières minérales dans les déterminations relatives à un charbon même peu cendré. A fortiori, cette incidence est-elle accusée dans une matière où la partie minérale est largement prépondérante.

Il fallait donc voir d'abord quelle pouvait être la teneur réelle en matière combustible des déchets et rechercher la correspondance éventuelle, même approchée, entre les teneurs en carbone combustible et en carbone total, cette dernière étant susceptible d'une détermination aisée.

La deuxième partie est relative à des essais de gazéification effectués en Allemagne, dans le four Otto, au moyen de schistes de lavoir en provenance d'un charbonnage belge. Ces essais ont montré que ces schistes peuvent être gazéifiés régulièrement et produire un gaz pauvre utilisable sur place. Les possibilités d'utilisation sont limitées aux schistes contenant au moins 15 % de carbone total.

La troisième partie est une note établie par MM. Mertens, Hellinckx et Verhille. Elle est relative aux possibilités de combustion des schistes de lavoir en vue d'une production de vapeur. Cette étude s'appuie sur les réalisations suédoises en matière de résidus de la distillation des schistes bitumineux.

La similitude de composition et de texture des schistes de lavoir et des résidus de distillation des schistes bitumineux fait présumer que les mêmes méthodes de valorisation thermique sont applicables. Les données acquises actuellement permettent d'établir le projet d'une chambre de combustion adaptée aux schistes de lavoir. C'est ce qui fait l'objet d'un travail en cours actuellement.

DETERMINATIONS ANALYTIQUES

Nous avons ainsi été amenés à étudier la composition des déchets de huit lavoirs à charbon, réparties dans les divers bassins belges et traitant des couches réparties dans les divers niveaux stratigraphiques du Houiller.

A chaque installation, on prélevait un échantillon de stériles à partir d'un lot important, représentatif de la production d'une journée de travail. Dans chaque cas, on prélevait également un échantillon de charbon, représentatif lui aussi de la même journée de fonctionnement de l'installation.

Nous ne donnerons ci-après que les résultats principaux de l'étude. En ce qui concerne les longues et nombreuses déterminations auxquelles il a fallu recourir, nous renvoyons aux divers Bulletins techniques « Houille et Dérivés », principalement au Bultec n° 7, qui traite de la détermination des matières minérales vraies des houilles; par ailleurs, nous tenons à la disposition des techniciens intéressés le dossier détaillé de l'étude qui comporte une solution nouvelle, semble-t-il, du problème difficile de la détermination de l'eau d'hydratation de la partie silicatée des stériles.

Du point de vue des hypothèses impliquées dans l'enchaînement des déterminations, disons simple-

ment que dans chaque cas l'on déterminait d'abord le degré d'évolution de la partie organique du charbon prélevé; on pouvait d'une façon rigoureuse en déduire sa composition élémentaire. Ayant ensuite déterminé expérimentalement le carbone de la partie organique du stérile, on admettait l'hypothèse de l'identité des matières organiques du stérile et du charbon. Ce rapprochement permettait de calculer et le pourcentage de la partie organique des stériles et la composition élémentaire de cette dernière. L'ensemble des opérations comportait aussi la détermination, suivant le Bultec n° 7, des constituants minéraux des stériles. Cette détermination se faisait d'abord en première approximation en admettant la moyenne générale de 9,65 pour la teneur en eau d'hydratation de la partie silicatée des stériles. Connaissant d'autre part l'eau de combustion brute des stériles et la partie revenant à la matière organique, il devenait possible de calculer exactement la teneur en eau d'hydratation des silicates et de refaire d'une façon plus précise le calcul de la partie minérale des stériles.

Tout le travail est donc en fin de compte basé sur l'hypothèse de l'identité des matières organiques de chaque stérile et du charbon correspondant. Cette hypothèse, plausible en elle-même, se trouve

(2) Rapport de la Commission des terrils d'Inichar, Annales des Mines de Belgique, 1953, juillet, IVe Livraison, p. 549.

(3) Voir Bulletin Technique H. D. n° 7.

Bassins Charbonnages		No d'ordre laboratoire	Composition % des stériles secs à 100°													Somme des constit. min. et organ.: $\Sigma_1 + \Sigma_2$	$\Delta = 100 - [\Sigma_1 + \Sigma_2]$	
			Constituants minéraux							Constituants organiques								
			Σ_1 (Ms' 37 63) (1)	Décompte (2)						Σ_2 (charbon pur des stériles)	Décompte							
				Schistes anhydres (Sch. anh')	Eau d'hy- dratation (aq')	Pyrite (Pyr')	Carbonates (Me_2CO_3)	Sulfates (Me_2SO_4)	Chlorures (MeCl')		Carbone (C' corrigé)	Hydrogène (H' corrigé)	Azote et oxygène [O + N]	Soufre (S' org.)				
Liège	A	A.D.33/1	82,96	68,35	4,51	6,05	5,85 ¹	0,18 ⁴	0,04 ⁰	14,41	13,19	0,62	0,48	0,12	97,37	2,63		
	B	A.D.33/3	79,36	66,25	4,31	3,50	5,25 ⁶	0,05 ⁶	0,01 ⁴	18,78	17,35	0,73	0,51	0,19	98,14	1,86		
Campine	C	A.D.33/5	85,89	71,72	4,45	2,12	5,51 ²	0,06 ¹	0,04 ¹	14,17	12,50	0,73	0,79	0,15	98,06	1,94		
	D	A.D.33/7	81,80	70,88	5,18	1,54	4,09 ⁵	0,06 ¹	0,05 ⁴	16,98	14,80	0,90	1,13	0,15	98,78	1,22		
Charleroi	E	A.D.33/9	88,96	72,12	4,76	0,99	11,04 ⁵	0,03 ⁴	0,01 ³	8,64	7,91	0,37	0,29	0,07	97,60	2,40		
	F	A.D.33/11	86,51	76,70	4,76	0,44	4,56 ⁵	0,03 ⁹	0,01 ⁴	11,67	10,73	0,48	0,35	0,11	98,18	1,82		
Centre	G	A.D.33/13	83,90	72,78	4,65	1,99	4,36 ⁹	0,10 ⁰	0,00 ⁷	14,31	13,08	0,62	0,49	0,12	98,21	1,79		
Mons	H	A.D.33/15	85,76	70,88	4,54	1,15	9,12 ⁰	0,06 ⁷	0,00 ⁷	11,75	10,73	0,51	0,41	0,10	97,51	2,49		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		

Moyenne = 2,02

- (1) Σ_1 est le poste Ms' 37 63 au tableau 10 du dossier complet, c'est-à-dire la moyenne des résultats obtenus par la méthode de reconstitution et celle de King, Maries et Crossley (cfr formules 37 et 63 du B.T.H.D. n° 7), réserve faite pour les teneurs en eau d'hydratation des silicates, qui ont été déterminées (6,18; 6,09; 5,85; 6,83; 6,19; 5,85; 5,99 et 6,01 respectivement en % des silicates non déshydratés, secs à 100°; teneur moyenne : 6,12 %).
- (2) Le décompte a été fait en rapportant au poste Ms' 37 63 les postes obtenus par la méthode de reconstitution (cfr tableau 10 du dossier complet).

confirmée par les bilans de composition que nous présentons au tableau d'ensemble. Bien qu'ils comportent le nombre élevé de dix postes chacun, le bilan le plus défavorable se clôture avec un déficit de 2,65 % seulement.

Du point de vue analytique, il est intéressant de constater d'abord que, pour les huit stériles provenant de gisements fortement éloignés les uns des autres, les teneurs en eau d'hydratation des silicates (cfr. note 1 du tableau) sont à peu près identiques : le plus grand écart des teneurs indi-

viduelles avec la teneur moyenne (6,12) n'est que de 0,71 unité.

Un deuxième point à retenir est la façon remarquable dont, dans les huit cas, se clôturent les bilans de constitution (cfr colonnes 15 et 16). Cette constatation confirme singulièrement l'hypothèse de base de l'identité de la matière organique des houilles proprement dites et de celle contenue dans les intercalations stériles des couches et autres impuretés passant dans le charbon brut (faux-murs et faux-toits).

ESSAIS SEMI-INDUSTRIELS DE GAZÉIFICATION DE SCHISTES DE LAVOIR

Après avoir procédé à une enquête sur la quantité et la qualité des résidus de lavoir produits en Belgique, il était logique d'entreprendre l'étude de leur valorisation éventuelle. C'est dans le cadre de cette étude qu'Inichar a procédé à des essais de gazéification à l'échelle semi-industrielle. A cet effet, 30 tonnes de schistes de lavoir provenant d'un important charbonnage de Campine ont été envoyées à la station expérimentale de la Firme Dr. C. Otto, à Dahlhausen, près de Bochum.

Nous ne décrivons pas les gazogènes à courant transversal tels qu'ils ont été mis au point par la Firme Dr. C. Otto en vue de la gazéification des résidus cendreux (1). Nous signalerons seulement que c'est un petit four expérimental de 1 à 2 t de capacité journalière qui a été utilisé pour les essais; des recherches menées pendant plusieurs années ont en effet prouvé que la gazéification des déchets cendreux pouvait être réalisée sans difficultés dans des installations industrielles constituées par des chambres de 10 à 60 t de capacité journalière. Il suffit, pour obtenir des données relatives à des installations de grande dimension, de multiplier les résultats obtenus dans le gazogène pilote par le rapport des tonnages traités.

Ce sont les limites économiques de la gazéification des résidus cendreux qui ont déterminé le choix du combustible utilisé pour les essais. L'expérience a montré qu'en général il n'est plus rentable de traiter des schistes dont la teneur en carbone est inférieure à 15 %. De plus, pour qu'une installation de gazéification de résidus de lavoir soit viable à l'échelle industrielle, il faut qu'elle puisse disposer d'un tonnage journalier de stériles de

l'ordre de plusieurs centaines de tonnes. Les considérations précédentes justifient le choix d'un charbonnage à capacité de production de l'ordre de plusieurs milliers de tonnes de houille comme lieu d'origine des schistes de lavoir traités. Les caractéristiques de ces derniers sont réunies au tableau I.

TABLEAU I.

Analyse élémentaire (sur sec)

Teneur en cendres	78,38 %
Teneur en carbone total	14,71 %
Teneur en C provenant du CO ₂ des carbonates	0,35 %
Teneur en carbone combustible	14,36 %
Teneur en hydrogène	1,41 %
Teneur en soufre combustible	1,08 %

Température de début de fusion

en atmosphère réductrice	1260°C
en atmosphère oxydante	1320°C

Analyse granulométrique

> 40 mm	5,14 %
40 — 10 mm	79,66 %
10 — 1 mm	12,40 %
< 1 mm	2,80 %

On constate donc que les schistes mis en œuvre ont une teneur en carbone à peine égale à la teneur limite inférieure imposée par la rentabilité du procédé. Toutefois, du fait de leur bonne porosité et de la répartition homogène du carbone dans la masse, ils convenaient particulièrement bien pour la gazéification telle qu'on l'a réalisée.

Première période d'essais.

On s'est efforcé au cours de celle-ci de produire du gaz pauvre, destiné par exemple au chauffage des fours, et ceci, à l'aide d'air saturé de vapeur.

Cette période d'essais a duré cinq jours pleins pendant lesquels on a traité 7 tonnes de schistes, soit 1,4 tonne/jour. On a produit 3.900 Nm³ de

(1) Consulter à ce sujet : Puff W. « Obtention de gaz pauvre par gazéification des déchets de préparation des charbons » - Traduction adaptée de Glückauf du 12 avril 1952, Annales des Mines de Belgique, novembre 1952.

Lorenzen G. « Die Vergasungsbedingungen beim Verarbeiten ballastreicher Brennstoffe » - Brennstoff-Chemie, août 1952, Heft 15/16, p. 235.

Leithe F. et Lorenzen G. « Résultats récents de la gazéification des combustibles très cendreux » - Communication présentée à la Conférence Internationale sur la gazéification intégrale de la houille extraite, organisée par Inichar, à Liège, en mai 1954.

gaz pauvre, soit 32,5 Nm³ à l'heure ou 557 Nm³ à la tonne de schiste.

Le gaz produit présentait les caractéristiques moyennes suivantes :

Analyse en % :

CO ₂	19,9
CnHm	—
O ₂	0,2
CO	5,8
H ₂	26,8
CH ₄	2,0
N ₂	45,3

Pouvoir calorifique inférieur : 1.068 kcal/Nm³

H₂S 8 g/Nm³

On a recueilli à la suite de l'essai, 6,5 tonnes de résidus partiellement gazéifiés dont la teneur moyenne en carbone, obtenue par calcul, devait être d'environ 8 %. Ce résidu était composé de morceaux gris-blanc et noirâtres de même dimension que les schistes enfournés et ne présentant aucune trace de scorification. Le fonctionnement du four a été absolument normal et régulier au cours des cinq jours de l'essai et n'a donné lieu à aucune remarque particulière.

La quantité d'air consommé s'est élevée à 315 Nm³ par tonne de schiste et la vapeur d'eau à 525 kg dont 19 % ont été décomposés dans le gazogène. Les calculs ont établi que des 1.220 Nm³ d'hydrogène produits au cours de l'essai, 880 Nm³ proviennent de la dissociation de la vapeur d'eau et 340 Nm³ (28 % de la quantité totale) de la substance organique des schistes.

Enfin, en partant d'une teneur en C des schistes de 15,7 % (teneur moyenne des schistes enfournés au cours de l'essai), le rendement de gazéification (sur p.c.i.) s'élève à 47,4 % environ. Le pouvoir calorifique du gaz utilisé pour obtenir ce rendement est de 1.096 kcal/Nm³, obtenu en ajoutant les 28 kcal provenant de l'H₂S contenu dans le gaz au pouvoir calorifique moyen.

Une installation industrielle à grande échelle permettrait d'atteindre un rendement de 55 à 58 %.

Deuxième période d'essai.

On s'est efforcé au cours de celle-ci de produire un gaz relativement plus riche en hydrogène, destiné à la réduction des oxydes métalliques. On a pour cela ajouté de l'oxygène à l'air saturé utilisé pour la gazéification.

Cet essai s'est, lui aussi, déroulé normalement. Il faut toutefois signaler qu'un léger début de scorification et l'accumulation de fines poussières ont rendu nécessaire un ringardage quotidien de la goulotte d'évacuation des cendres.

Les caractéristiques de l'essai sont réunies dans le tableau suivant :

Durée : 3 jours

Quantité de schistes traités : 4,6 t ou 1,53 t/j

Teneur moyenne en carbone : 15,2 %

Résidu recueilli : 4 t ou 1,33 t/j

Teneur en C calculée du résidu : 7,4 %

Gaz produit : 2.360 Nm³ ou 513 Nm³/t

Analyse moyenne du gaz :

CO ₂	22,4
CnHm	—
O ₂	0,1
CO	7,6
H ₂	32,8
CH ₄	2,1
N ₂	35,0

Pouvoir calorifique inférieur : 1.298 kcal/Nm³

H₂S 8,2 g/Nm³

Consommation totale d'air : 1.043 Nm³

ou 225 Nm³/t schiste.

Consommation totale oxygène pur : 72 Nm³

ou 16 Nm³/t schiste (ou 3 % du volume des gaz produits).

Consommation totale de vapeur : 2.670 kg

ou 580 kg/t schiste.

Taux de dissociation de la vapeur : 19,8 %.

Rendement de gazéification : 55,8 %.

Troisième période d'essai.

On a essayé au cours de cette troisième période de produire du gaz convenant pour la synthèse de l'ammoniaque, en augmentant la quantité d'oxygène mis en œuvre. A la suite d'un accident survenu à la pompe de circulation des gaz réacteurs, il a fallu interrompre l'essai après 42 heures. A part quelques ringardages des tuyères d'injection, rendus nécessaires par les hautes températures, l'essai s'était cependant jusqu'alors déroulé normalement. Ses caractéristiques sont les suivantes :

Durée : 42 heures.

Quantité de schistes enfournés : 3 t ou 1,7 t/j.

Teneur moyenne en carbone : 17,4 %.

Cendres recueillies : 2,7 t ou 1,55 t/j.

Teneur en C calculée du résidu : 9,9 %.

Gaz produit : 985 Nm³ ou 528 Nm³/t schiste.

Analyse moyenne du gaz :

CO ₂	27,6
CnHm	—
O ₂	0,1
CO	9,1
H ₂	42,4
CH ₄	3,5
N ₂	17,3

Pouvoir calorifique inférieur : 1.737 kcal/Nm³

H₂S 12,2 g/Nm³

Consommation totale d'air : 216 Nm³

ou 72 Nm³/t schiste.

Consommation totale de O₂ : 84 Nm³

ou 28 Nm³/t (ou 8,5 % du volume de gaz produits).

Consommation totale de vapeur : 1.455 kg

ou 485 kg/t.

Taux de dissociation de la vapeur : 20,8 %.

Rendement de gazéification : 42 %.

On constate donc que le gaz produit dont le rapport (CO + H₂)/N₂ est environ égal à 3, convient pour la synthèse de l'ammoniaque. La consommation d'oxygène est cependant plus élevée que celle prévue, qui devait atteindre 6 % seulement de la quantité de gaz produit.

Quatrième période d'essai.

On a cherché, dans cette dernière période, à produire du gaz convenant pour la synthèse Fischer-Tropsch, c'est-à-dire dont le rapport H₂/CO soit égal à 1,7. On a pour cela ajouté du CO₂ aux gaz réacteurs et diminué la quantité de vapeur mise en œuvre. Du fait de la teneur trop basse en carbone des schistes, on n'a pas pu atteindre la teneur en CO souhaitée.

Cet essai a cependant montré qu'il était possible, lors de la production de gaz de synthèse d'ammoniac, de réaliser une importante économie de vapeur en recyclant l'anhydride carbonique. On a dès lors continué l'essai en s'efforçant de produire du gaz dont le rapport (CO + H₂)/N₂ approchait de 3.

Résultats de l'essai :

- Durée : 12 h.
- Quantité de stériles enfournés : 700 kg ou 1,4 t/j.
- Quantité de cendres recueillies : 630 kg ou 1,26 t/j.
- Gaz produit : 191 Nm³ ou 270 Nm³/tonne schiste.

Analyse moyenne du gaz :

CO ₂	35,3
C _n H _m	—
O ₂	—
CO	10,0
H ₂	36,6
CH ₄	2,7
N ₂	15,4

Pouvoir calorifique inférieur : 1510 kcal/Nm³.

En supposant nulles les pertes en CO₂, O₂ et air, on peut établir le bilan oxygène suivant pour chaque Nm³ de gaz produit :

O ₂ provenant de l'air	0,0355 Nm ³
O ₂ pur	0,1195 Nm ³
O ₂ provenant du CO ₂	0,1350 Nm ³
	<hr/>
O ₂ provenant de H ₂ O	0,2900 Nm ³
	0,1130 Nm ³
	<hr/>
O ₂ total dans le gaz	0,4030 Nm ³

Il résulte de ce bilan que le recyclage du CO₂ permettrait d'économiser 35 % de la vapeur précédemment nécessaire. Des calculs ultérieurs ont montré qu'à la suite de cela, les besoins en vapeur de l'installation pourraient être couverts par l'emploi d'air, d'oxygène et d'anhydride carbonique saturés et par la récupération de la vapeur produite par le refroidissement des résidus cendreux sans qu'il soit nécessaire d'ajouter de la vapeur fraîche.

Possibilités de gazéification.

La gazéification constitue donc une des méthodes possibles de valorisation des schistes de lavoir. Cependant, quelle que soit la technique mise en œuvre, il existe une teneur en carbone minimum en dessous de laquelle la gazéification des stériles

n'est plus rentable; cette limite se situe, comme on l'a dit plus haut, aux environs de 15 %. A cette teneur limite, on obtient avec de l'air comme comburant, un gaz pauvre dont le pouvoir calorifique inférieur est déjà d'environ 1000 kcal/Nm³, mais les rendements de gazéification ne sont que de l'ordre de 50 %. Par contre, ces rendements atteindraient 70 % environ pour des mixtes à 25 % de carbone et le pouvoir calorifique du gaz serait alors d'environ 1200 kcal/Nm³.

Il faut malheureusement constater que, pour un seul des huit schistes examinés dans l'étude qui précède, le carbone organique excède quelque peu la teneur minimum de 15 %. Dans la grande majorité des cas, le fonctionnement des installations de préparation est donc poussé au delà des limites donnant encore lieu à une possibilité de récupération intéressante. A première vue, il semble donc que la gazéification des stériles ne puisse être envisagée en Belgique.

En fait, si l'on tient compte de la possibilité de gazéification de façon rentable des résidus plus riches en carbone, l'économie même du fonctionnement des installations de préparation mécanique peut être réexaminée. Il y a lieu de se demander s'il ne faut pas modifier la technique actuelle, qui consiste à adopter une coupure placée de façon telle que les schistes ne contiennent plus que le minimum de carbone.

En d'autres termes, il est bien possible qu'il soit plus économique de déplacer la coupure de lavage afin de laisser dans les schistes une quantité de carbone plus élevée qu'actuellement et de procéder par après à la gazéification de ce produit plus riche en carbone. Il importe cependant de noter que le résidu cendreux résultant de la gazéification des schistes contient encore environ 8 % de C, quelle que soit la teneur au départ. Dans le cas des schistes à 15 %, cette teneur élevée en carbone résiduaire explique le rendement de gazéification qui se situe aux environs de 50 % (en effet, (15 - 8)/15 ≈ 0,50). Par contre, si l'on augmente la teneur en carbone des schistes mis en œuvre, le résidu cendreux contenant toujours 8 % de carbone, le rendement de gazéification s'améliore [(25 - 8)/25 ≈ 0,70]. L'aspect économique de la gazéification des schistes de lavoir peut dès lors se résumer dans la question suivante : le coût élevé de cette opération de gazéification serait-il compensé par le bénéfice résultant de la valorisation des quelques % de carbone supplémentaires compris entre la teneur en carbone actuelle des schistes, et les 8 % du résidu gazéifié, valorisation réalisée avec un assez bon rendement en relevant la teneur en carbone des schistes de lavoir, par déplacement de la coupure ?

* * *

Il existe une autre technique de valorisation des schistes de lavoir qui a sur la gazéification l'avantage de s'appliquer à des produits dont la teneur en carbone peut être inférieure à 15 % et qui conduit beaucoup plus loin l'épuisement du carbone : il s'agit de la combustion.

On trouvera dans l'article qui va suivre une intéressante étude de ce mode de valorisation.