

**BULLETIN**

DE LA

**SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE**

DE L'EST

**24<sup>e</sup> ANNÉE**

**Décembre 1907**

**BULLETIN N° 55**

NANCY

IMPRIMERIE P. PIERRON, RUE DU FOUR, 1

1907

# NOTE

SUR

## L'APPLICATION DU REMBLAYAGE HYDRAULIQUE

aux Mines de fer du Bassin de Briey

par M. Henry JOLY

PRÉPARATEUR DE GÉOLOGIE A L'UNIVERSITÉ DE NANCY

La méthode d'exploitation du minerai de fer dite par foudroyage a jusqu'ici été employée avec succès en Lorraine, mais en présence de couches de minerai dont l'épaisseur dépasse 5 mètres, avec des toits souvent mauvais, il ne semble plus possible de l'appliquer avec autant d'avantages. Le défilage, corollaire de ce mode d'exploitation, provoquerait en effet, outre de nombreux accidents au fond, des dégâts énormes à la surface du sol et une grande perte de minerai en même temps que des venues d'eau considérables.

Parmi les couches de minerai de fer exploitées dans le bassin de Briey, la couche grise atteint de grandes épaisseurs, elle mesure plus de 7 mètres de puissance dans certaines parties du bassin de Landres. Il n'est donc plus possible de l'exploiter là par foudroyage, et même, il faut ajouter que, dans plusieurs mines de ce bassin, qui sont en cours d'exploitation ou qui le seront d'ici peu, on ne pourra plus, vu la grande épaisseur de la couche et le peu de solidité du toit, exploiter toute la couche en une seule fois, c'est-à-dire par chantiers de 7 mètres de hauteur.

La conclusion naturelle de ce qui précède, c'est que l'exploitation à l'aide du remblayage s'impose; et comme le remblayage hydraulique est celui qui est le moins onéreux, on l'emploiera de préférence.

Ce mode de remblayage préconisé du reste par M. Bailly, Ingénieur des Mines, n'a été jusqu'ici, à ma connaissance, employé que dans les mines de houille où il a du reste fourni et fournit encore de très bons résultats. M. Bailly a fait en 1904, pour l'étudier sur place, en vue de son application aux mines de fer de Lorraine, un voyage en Silésie, et a consigné ses observations dans une note très documentée (1).

Il existe aussi une étude très importante de M. Wildieu (2), Ingénieur civil des Mines, à Anvers, sur le remblayage hydraulique; aussi, n'est-ce pas des différents procédés de remblayage à l'eau, des avantages et des inconvénients qu'ils présentent, que je vais m'occuper, je désirerais seulement examiner d'une façon sommaire les gisements de la

(1) Cette note a été communiquée à tous les exploitants de mines de Meurthe-et-Moselle.

(2) *Annuaire de l'Assoc. des Ingénieurs sortis de l'Ecole de Liège*, 3<sup>e</sup> série, t. XX, n<sup>o</sup> 3, 1907.

matière première qui doit servir à ce mode de remblayage, et voir si cette matière peut être trouvée sur place. J'ai du reste étudié de près, il y a quelque temps déjà, cette question de la matière première, par ce fait que j'ai été appelé, par la Direction d'une mine du bassin de Briey, à rechercher, sur sa concession, quels seraient les terrains pouvant être utilisés pour le remblayage hydraulique.

Plusieurs conditions doivent être remplies par cette matière première :

1° Elle ne doit pas être en gros fragments, de façon à passer facilement dans les tuyaux d'adduction au lieu de remblayage, et ne pas produire d'obstruction ;

2° Elle doit être ni trop dure ni trop anguleuse afin de ne pas user trop rapidement les tuyaux ;

3° Elle doit être en morceaux de grosseur variable afin de pouvoir former une sorte de pâte se laissant entraîner facilement en nécessitant le moins d'eau possible ; il ne faut pas dépasser, de préférence, un mètre cube d'eau par mètre cube de remblai ;

4° Il faut que la matière se dépose rapidement au fond et ne reste pas en suspension dans l'eau ;

5° Il faut enfin que, une fois déposé au fond, le remblai résiste à la pression en se tassant le moins possible.

D'après les études très documentées citées précédemment, il résulte que la meilleure matière pour remblayage hydraulique sous tous rapports est le sable ; c'est lui qui se laisse conduire le plus facilement, qui coûte le moins cher comme extraction lorsqu'on l'a à proximité de la mine ; enfin, c'est la matière qui se tasse le moins. On peut du reste employer du sable contenant une certaine proportion d'argile.

A défaut de sable, on peut employer du laitier granulé ou plutôt du laitier concassé qui présente, sur le laitier granulé, l'avantage d'être beaucoup moins compressible.

La marne dure est employée avec succès aussi dans certains cas, de même que les morceaux de schiste ou de calcaire concassés. Les principaux inconvénients qui existent à employer de la marne, sont, en premier lieu, la quantité d'eau beaucoup plus considérable qui est nécessaire, et en second lieu, la difficulté de clarifier suffisamment l'eau une fois le dépôt du remblai terminé, pour ne pas obstruer les pompes ni en user les mécanismes. Ce dernier inconvénient disparaît en partie, il est vrai, si l'on emploie, comme dans plusieurs mines du bassin de Briey, des pompes-turbines.

Malheureusement, les mines du bassin de Briey se trouvent, au point de vue du matériel de remblai, dans des conditions très désavantageuses :

1° Il n'existe pas de gisement de sable à proximité ;

2° L'emploi du laitier granulé serait très onéreux et, du reste, ne pourrait suffire aux mines obligées d'exploiter la couche de minerai en deux fois.

En effet, laissons de côté les mines du bassin de l'Orne qui sont à proximité d'usines produisant la fonte, et par conséquent le laitier nécessaire au remblayage. Ces mines du reste ne nécessitent que le remblayage des parties situées en dessous des ouvrages de la surface : villages, usines, lignes de chemins de fer et cours d'eau, car elles peuvent, à la rigueur, exploiter le reste par foudroyage. Le laitier

produit par les usines sera suffisant, dans une certaine mesure, pour effectuer le remblayage de ces parties. Mais, si l'on considère les mines du bassin de Landres, par exemple, mines où la couche grise devra être exploitée en deux fois, on se rendra vite compte que la quantité de laitier nécessaire pour le remblayage pendant la moitié de l'exploitation sera énorme, égal au volume en place du minerai extrait : or, il faudra acheter ce laitier à des usines éloignées et payer le transport par chemin de fer, puisque aucun canal n'existe actuellement dans la région. Ce prix de transport est élevé, quoique la Compagnie des chemins de fer de l'Est l'ait abaissé récemment pour les wagons de retour, à la moitié du prix coûtant pour le transport du minerai. De plus, le laitier finira par manquer, l'usine, en effet, pourra envoyer, à sa mine, son laitier qui remplacera le minerai qu'elle absorbe, mais rien ne viendra remplacer le minerai vendu à d'autres usines, exporté.

Il est donc hors de doute que le laitier, granulé ou autre, ne suffira pas au remblayage des mines, et qu'il sera nécessaire de rechercher d'autres matériaux.

Où prendre ces matériaux ?

La dépense due au transport oblige à les prendre sur place, autant que possible sur le territoire de la concession. Ici se posent plusieurs questions :

1° Les matériaux se trouvant sur les territoires des concessions sont-ils utilisables pour le remblayage ?

2° Quels sont ceux de ces matériaux qui sont le plus favorables et de quelle façon doivent-ils être employés ?

3° Quel sera le prix de revient du mètre cube de remblai mis en place au fond de la mine, ou plutôt, de quelle somme le remblayage hydraulique grèvera le prix de revient de la tonne de minerai extraite ?

Dans sa note, M. Bailly s'exprime ainsi à ce sujet : « L'étage J' de la carte géologique au 1/80.000<sup>e</sup> ou étage S de M. Braconnier (bathonien moyen), paraît être le plus indiqué pour cet usage. C'est un terrain calcaro-marneux tendre dont l'abatage ne dépasserait pas de plus 0 fr. 60 par mètre cube, le taux des frais d'abatage de la Silésie, soit 0 fr. 50 par mètre cube de vide remblayé, ou 0 fr. 20 par tonne de minerai. On aurait donc un coût total de 0 fr. 30 + 0 fr. 20 = 0 fr. 50. »

C'est à cette observation très juste de M. Bailly que je voudrais, en répondant aux deux premières questions posées ci-dessus, essayer d'apporter quelques détails complémentaires au point de vue géologique.

#### CONSTITUTION GÉOLOGIQUE DU PLATEAU DE BRIEY

Le plateau de Briey forme une région naturelle où affleurent différents étages géologiques dont les couches superposées les unes aux autres sont inclinées régulièrement dans l'ensemble vers l'Ouest. Ces étages géologiques sont le bajocien et le bathonien.

Le BAJOCIEN présente, en affleurements, des surfaces peu étendues, et se trouve surtout au flanc des vallées profondes de la Crusnes et de ses affluents, de la Chiers, de l'Orne et du ruisseau qui passe à Briey. Je laisserai de côté cet étage qui, à cause de l'étendue restreinte et de la condition même de ses affleurements, ne présente aucun intérêt pour le remblayage à l'eau.

Le BATHONIEN couvre presque toute l'étendue de la carte géologique

depuis la frontière à l'Est et au Nord, la ligne du chemin de fer de Nancy à Longwy à l'Ouest, et la vallée du Rupt-de-Mad au Sud.

On le divise en trois parties :

*Bathonien supérieur*, indice *J'* de la carte géologique au 1/80.000<sup>e</sup> ;

*Bathonien moyen*, indice *J''* de la carte géologique au 1/80.000 ;

*Bathonien inférieur*, indice *J'''* de la carte géologique au 1/80.000<sup>e</sup>.

*Bathonien inférieur*. — Le bathonien inférieur est constitué entièrement par de puissantes masses d'un calcaire oolithique connu sous le nom d'*oolithe de Jaumont* et exploité en plusieurs points pour pierre de taille ou pour moëllon ; c'est une excellente pierre appelée à rendre de grands services aux constructions minières du bassin de Briey.

Le bathonien inférieur a une épaisseur de 30 à 40 mètres, c'est lui qui affleure dans la tranchée ouverte en face de la gare de Briey où j'ai pu relever la coupe suivante :

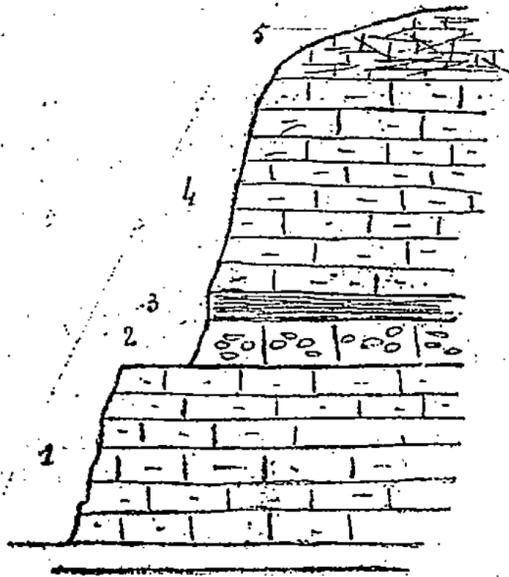


Fig. 1. — Coupe de la tranchée de la gare de Briey.

1. Est constitué par 4 à 5 bancs de calcaire blanc-jaunâtre, marnosableux, séparés par des lits de rognons siliceux. Ces bancs calcaires ont 0<sup>m</sup>,50 d'épaisseur environ, les lits de rognons siliceux ont 0<sup>m</sup>,30 environ. Les bancs renferment en outre, intimement noyés dans le calcaire, des rognons de silex noirâtres disposés par couches parallèles à la stratification. Ces rognons irréguliers varient de la grosseur d'une noix à celle de grosses pommes de terre.

2. Banc calcaire avec beaucoup plus de rognons de silex que dans les bancs précédents.

3. Marnes calcaires sur 0<sup>m</sup>,40 d'épaisseur.

4. Gros bancs de calcaire comme ceux de 1, mais renfermant beaucoup plus de rognons de silex ; il y a quelques lits marneux de 0<sup>m</sup>,05 à 0<sup>m</sup>,20 d'épaisseur.

5. Calcaires délités en plaquettes par suite de l'altération de surface.

Ces calcaires d'après leur faune et leur structure appartiennent au bathonien inférieur ou oolithe de Jaumont. Ici, on n'observe pas la base du bathonien qui, à Cons-la-Grandville près de Longwy, et dans toute la région du reste, est constituée par 4 à 5 mètres de marnes calcaires bleuâtres ou jaunâtres. Le toit de l'oolithe de Jaumont est visible dans

les carrières de Hatrize. On remarque que l'oolithe de Jaumont est surmontée de marnes avec quelques bancs de calcaire qui font partie du bathonien moyen dont la subdivision inférieure est appelée *marnes de Gravelotte*.

*Bathonien moyen.* — Des carrières de Hatrize jusqu'au sommet de la colline dominant la station, on observe une bonne coupe de cette partie du bathonien, et on peut compléter cette coupe aux environs immédiats de Conflans. Je les réunirai en une seule succession comprenant tout le bathonien moyen ; cette succession renferme à partir du sommet, les couches suivantes :

BATHONIEN MOYEN

- Calcaire à *Anabacia orbulites* — 8 à 10<sup>m</sup>.
- Calcaire marneux à *Pholadomyes* — 3<sup>m</sup>.
- Calcaire blanc (oolithe de Doncourt) — 10<sup>m</sup>.
- Marnes grises calcaires renfermant des lits de calcaires marneux avec points ocreux — 5<sup>m</sup>. *Calcaire à points ocreux de Vernéville.* } Marnes de Gravelotte
- Marnes grisées argileuses avec *Ostrea costata*.
- Banc de calcaire marneux dur — 0<sup>m</sup>,30.
- Calcaire gris marneux avec oolithes ferrugineuses — 3<sup>m</sup>.
- Bancs de calcaire avec lits de marne intercalés — 0<sup>m</sup>,50.
- Marnes grises avec bancs de calcaire renfermant des oolithes jaunes sur fond gris — 0<sup>m</sup>,60.
- Marnes grises très calcaires — 0<sup>m</sup>,80.
- Calcaire marneux bleuâtre et petites oolithes, points ocreux — 0<sup>m</sup>,20.
- Calcaire et marnes grumeleuses — 0<sup>m</sup>,70.
- Calcaire de Jaumont (bathonien inférieur).

On voit que le bathonien moyen est constitué à la partie inférieure par des marnes calcaires avec quelques lits de calcaire marneux peu épais.

Quant à sa partie supérieure, elle est constituée par deux assises de calcaire de 10 mètres environ d'épaisseur chacune, séparées par 3 à 4 mètres de marnes grumeleuses très calcaires. Ces calcaires présentent la propriété d'être très durs en profondeur, surtout en ce qui concerne le calcaire à *Anabacia orbulites*, fait à noter, car il contraste avec l'habitude qu'on a de voir aux affleurements ce calcaire sous la forme grumeleuse ou en plaquettes plutôt que sous la forme de gros bancs durs et bleus.

*Bathonien supérieur.* — Le bathonien supérieur est entièrement marneux dans la région de Conflans où il atteint 40 mètres environ d'épaisseur. Aux environs d'Etain et de Baroncourt, il présente à sa partie supérieure une masse de calcaires puissante, atteignant 12 à 15 m. à Eton où ce calcaire, en général oolithique et blanc, est exploité comme moellon et pierre d'empierrement. Cette assise à laquelle on a donné le nom de *dalle oolithique d'Etain* diminue d'épaisseur au fur à mesure qu'on s'avance vers le Sud. Elle disparaît sous le parallèle de Conflans.

Le bathonien supérieur présente de Pienne à Eton la constitution suivante :

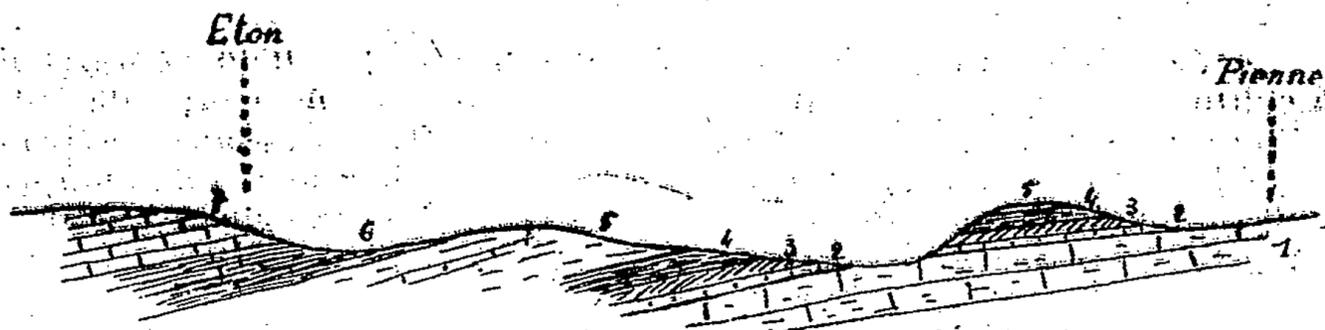


Fig. 2. — Coupe du bathonien supérieur entre Pienne et Eton.

1. Calcaire à *Anabacia orbulites*.
2. Marnes jaunes calcaires avec fossiles — 1 à 2 m.
3. Marnes grises avec *Ostrea Knorri* — 4 à 5 m.
4. Marnes grises avec concrétions calcaires blanches — 6 m.
5. Marnes grises et bleues avec bancs de calcaire jaunâtre — 10 m. c'est la zone à *Rhynchonella varians*.
6. Marnes grises et calcaire marneux gris, zone à *Waldheimia lagenalis* — 8 m.
7. Dalle oolithique d'Étain — 15 m.

La dalle oolithique est surmontée immédiatement par les marnes grises du callovien avec *Trigonia elongata* et *T. scarburgensis*.

Aux environs de Conflans, on n'observe plus complètement la même succession, au point de vue des zones fossilifères, mais la nature des terrains, abstraction faite de la dalle oolithique qui a disparu, est à peu près la même qu'aux environs de Baroncourt.

Telle est la constitution du bathonien qu'on peut résumer dans un tableau :

Callovien.....	Marnes à <i>T. scarburgensis</i> .
Bathonien.....	Supérieur..... { Dalle oolithique d'Étain.
	Moyen..... { Marnes calcaires.
	Inférieur..... { Calcaires à <i>Anabacia orbulites</i> .
	{ Oolithe de Doncourt (1)
	{ Marnes de Gravelotte.
	{ Oolithe de Jaumont.
	{ Marnes de Longwy.
Bajocien.....	Calcaire à polypiers.

**PLIOCÈNE.** — Il ne faut pas oublier un terrain quiaffleure par place sur le plateau de Briey et qui est précisément très important pour le cas présent, c'est le terrain que l'on rapporte au pliocène et qui est formé par le gravier des plateaux.

(1) En montant vers Baroncourt, l'oolithe de Doncourt est remplacée presque totalement par des marnes.

En certains endroits, ces dépôts meubles, non cimentés, formés de cailloux calcaires roulés et de débris de calcaire, atteignent 5 mètres d'épaisseur; ils ont 3 mètres environ entre les stations de Hatrize et de Giraumont; ils présentent quelquefois du reste, des dépôts d'assez grande étendue.

#### TERRAINS UTILISABLES

Il nous reste maintenant à voir quels sont, et comment on pourra utiliser les terrains comme matériaux de remblai :

1° En premier lieu, on devra choisir, s'il en existe à proximité, les dépôts de pliocène que j'appellerai simplement *graviers*. Le gravier remplacera avantageusement le sable; il sera peut être même possible de l'extraire directement par jet d'eau sous pression comme on procède pour le sable à Petite Rosselle (Lorraine). En tout cas, son extraction ne sera pas d'un prix élevé. Mais, et c'est là surtout que le gravier pourra rendre de grands services, il pourra servir de mélange; on pourra prendre, par exemple, 1/3 de gravier, 1/3 de marne et 1/3 de calcaire concassé pour remblayer, on aurait ainsi un mélange assez fluide qui ne se tasserait pas au fond de la mine et qui formerait une sorte de béton très résistant;

2° En dehors des graviers, il ne reste plus, comme choix, que les calcaires ou les marnes.

Les calcaires présenteront tous de grandes difficultés d'extraction, il faudra employer le pic et la mine, puis concasser. Il ne faut pas du reste songer à exploiter l'oolithe de Jaumont, sauf à de rares endroits où elle affleure, et où, sur 2 ou 3 mètres de sa partie supérieure altérée, on pourra extraire facilement des pierres plates, tendres et non litées.

L'oolithe de Doncourt ne devra pas être exploitée comme matière première de remblai, car l'extraction en coûterait trop cher, mais on pourra faire entrer ce calcaire dans une certaine proportion, 1/4 par exemple, à l'état finement concassé dans la matière à remblai;

3° Ce qui sera donc employé communément, ce seront les marnes, marnes de Gravelotte et marnes du bathonien supérieur.

Il est à craindre que, au-delà de 4 à 5 mètres de profondeur, ces marnes ne deviennent trop dures pour être extraites à l'aide d'excavateurs, par conséquent, que le prix de revient n'augmente dans des proportions considérables. Les marnes du bathonien supérieur traversées en tranchées par la ligne du chemin de fer de Barancourt à Audun-le-Roman se sont montrées très dures en profondeur; cependant, il y a peut-être là un avantage, c'est que, ces marnes étant dures, ne se délayeront pas facilement, et qu'elles pourront arriver au fond de la mine encore en morceaux. De plus, elles conserveront une certaine proportion d'eau, et, comme elles sont pyriteuses, il se fera, une fois le dépôt du remblai effectué, un travail de décomposition au moins partiel de la pyrite de fer sous l'action de l'eau, et il se produira du sulfate de chaux et de l'oxyde de fer. De plus, la marne augmentera de volume en absorbant de l'eau.

Le résultat sera : 1° un remplissage des vides; 2°, à cause du fer et du sulfate de chaux dont on connaît les propriétés agglomérantes, il se produira une sorte de cimentation.

On comprendra facilement que, étant donné cette observation, il conviendra d'augmenter dans une certaine mesure l'humidité restante

dans le remblai après son dépôt. Un procédé tout indiqué sera de mélanger à la marne envoyée au fond, des matières poreuses qui pourront être, suivant les cas, des débris de briques concassés, du laitier granulé ou du calcaire oolithique. Ces matières auront du reste l'avantage de former plus facilement pâte fluide pour la même quantité d'eau employée pour le transport du remblai par les conduites. Si, par exemple, pour un mètre cube de marne dure en morceaux, on emploie un mètre cube et demi d'eau, on pourra ajouter 0<sup>m</sup>3,200 ou 0<sup>m</sup>3,300 de laitier granulé ou de débris de calcaire tout en n'employant encore que un mètre cube et demi d'eau. De plus, la présence de morceaux de calcaire, dans le remblai au fond, aura l'avantage de lui donner plus de solidité et de le rendre bien moins compressible.

En somme, dans ce remblayage, la matière en gros morceaux doit être la marne, il faut éviter, en effet, les petits morceaux qui se délayeraient plus facilement; la matière augmentant la fluidité et destinée à combler en partie les vides, sera le laitier ou le calcaire en petits fragments.

#### RÉSUMÉ

1° On peut entrevoir comme très possible de se procurer sur place de la matière à remblai, sauf pour les régions où affleure l'oolithe de Jaumont;

2° La matière à employer de préférence est le *gravier* des dépôts pliocènes; à défaut de gravier en suffisance, on emploiera la marne (marnes de gravelotte et marnes du bathonien supérieur), mais on devra y ajouter une certaine proportion — à établir par l'expérience — de calcaire concassé et de laitier granulé. On pourra employer, par exemple, un mélange de :

- 50 à 70 % de marne;
- 20 % de calcaire concassé;
- 30 à 45 % de laitier granulé,

le tout noyé dans un volume égal d'eau, soit 1 mètre cube d'eau par mètre cube de remblai;

3° On entrevoit, comme nécessaire, l'établissement de réservoirs d'eau sous pression, c'est-à-dire assez élevés au-dessus de la grille, pour pouvoir entraîner au fond le remblai;

4° Il sera utile d'établir au fond, dans d'anciennes chambres d'exploitation situées aux environs de la station d'exhaure, des bassins de décantation pour l'eau forcément chargée d'argile, qui aura servi à amener le remblai;

6° Enfin, il faudra ajouter encore au prix de revient le prix d'achat et de transport du laitier granulé nécessaire.

#### CONCLUSIONS

La matière devant servir au remblayage hydraulique dans les mines du bassin de Briey pourra se trouver sur place, mais elle nécessitera une dépense de force considérable (pelles à vapeur, excavateurs, concasseurs, exhaure). Il serait donc utile d'établir des transports de force électrique, amenant la force des usines environnantes. Resterait la

question du laitier granulé, qui, à elle seule, motiverait peut-être l'édification des usines traitant le minerai, à côté de la mine elle-même, ce qui aurait, entre autres avantages, celui de donner pour rien, en même temps que le laitier, la force.

En résumé, il est possible de trouver sur place la matière nécessaire au remblayage hydraulique; il resterait à étudier les mélanges de matières qui donneront pour le remblayage les meilleurs résultats. puis à calculer le prix de revient du remblayage, à la tonne de minerai. Mais l'étude de ces questions très compliquées exige le recours à des expériences nombreuses et ne peut être résolue par de simples vues théoriques, plusieurs solutions du reste pourront probablement être admises et dépendront de conditions de milieu diverses.