

# Emploi des Caterpillar 980 comme chargeurs-transporteurs à la mine de Mairy

Etude réalisée en 1975 par l'équipe de Direction de la Mine de Mairy (Claude GIROD - Directeur, [François Xavier BIBERT](#) – Ingénieur d'exploitation, M. SERVAIS – Ingénieur d'entretien et M. PERSOLA – Chef comptable) et publiée en mars 1975 dans la revue de l'Industrie Minérale.

---

CHAPITRE A : HISTORIQUE DE L'EMPLOI DES CHARGEURS-TRANSPORTEURS DANS LES MINES  
CHAPITRE B : ADAPTATION DE LA METHODE D'EXPLOITATION  
CHAPITRE C : ORGANISATION DU TRAVAIL - EFFECTIF – RESULTATS

**4 HOMMES – 4 MACHINES - 4 TIRS – 40 WAGONS**

---

## LE CATERPILLAR 980

PREMIERE PARTIE : UTILISATION ET RESULTATS TECHNIQUES

*CHAPITRE 1 : DEFINITION DU GODET*  
*CHAPITRE 2 : RESULTATS TECHNIQUES*  
*CHAPITRE 3 : INFLUENCE DE LA DISTANCE SUR LE DEBIT*  
*CHAPITRE 4 : ENTRETIEN MECANIQUE*  
*CHAPITRE 5 : LE PROBLEME DES PNEUS*

DEUXIEME PARTIE : RESULTATS ECONOMIQUES

*CHAPITRE 6 : COÛT D'ENTRETIEN*  
*CHAPITRE 7 : PRIX DE REVIENT*  
*CHAPITRE 8 : ETUDE DE RENTABILITE*

TROISIEME PARTIE : CONDITIONS DE TRAVAIL — HYGIENE ET SECURITE

*CHAPITRE 9 : HYGIENE ET CONFORT*  
*CHAPITRE 10 : SECURITE*  
*CHAPITRE 11 : PISTE DE ROULAGE*

---

CONCLUSION

---

## **CHAPITRE A : HISTORIQUE DE L'EMPLOI DES CHARGEURS-TRANSPORTEURS DANS LES MINES**

Vers les années 1960/1965, le chargement mécanique du minerai dans les mines de fer de Lorraine était réalisé en presque totalité par des équipements comprenant une chargeuse électrique à pinces, montée sur chenilles et desservie par des camions diesel. Cet ensemble, qui assurait la liaison entre le front de taille et le quai de remplissage des wagons, avait pris la relève des treuils de raclage qui étaient, à l'époque, en voie de disparition. Au même moment une nouvelle technique faisait son apparition, qui consistait à utiliser un engin unique pour la réalisation du chargement et du transport, dans les mêmes conditions que ci-dessus : cet engin, communément appelé chargeur-transporteur, est un dérivé des machines traditionnelles de travaux publics et constitue une synthèse de l'équipement classique évoqué plus haut. En effet son godet, monté à l'extrémité d'un système de bras articulés, remplace les pinces de la chargeuse en même temps qu'il se substitue à la benne du camion, tandis que ses roues à pneus jouent le même rôle que celles du camion : il assure ainsi la liaison complète entre le stock de minerai et le wagon.

A première vue, ce dispositif s'est avéré, dès le départ, intéressant grâce à l'économie importante de main-d'œuvre qu'il permettait de réaliser, mais il ne fallait cependant pas sous-estimer les inconvénients que cette concentration d'opérations pouvait entraîner et dont les deux principaux étaient le tonnage unitaire transporté et la distance de roulage maxima admissible.

Ces considérations étant faites, la mine de Mairy a estimé dès l'origine que les avantages devaient être supérieurs aux inconvénients, et elle a mis en service un engin de ce type en juillet 1966 : il s'agissait d'un Wagner modèle ST5, équipé d'un godet de 3 500 litres. Une nouvelle organisation de quartier a alors été conçue pour permettre à cette machine de travailler dans des conditions optima (voir chapitre suivant) : depuis cette date, la méthode a été longuement expérimentée et elle est correctement au point. Parallèlement à cette évolution les engins ont, de leur côté, progressé dans le domaine de la capacité et des performances, et nous employons maintenant des Caterpillar 980 équipés de godets de 4500 litres : ce sont eux qui vont faire l'objet de la présente étude.

L'emploi des Caterpillar à la mine de Mairy remonte à septembre 1969, date à laquelle nous avons mis en service notre premier « 966 ». Le passage au « 980 » s'est effectué 3 ans plus tard et s'est traduit aussitôt par une amélioration importante des résultats, due principalement à l'augmentation de capacité du godet, à une robustesse accrue de l'engin, à un moteur dont la puissance a été largement calculée, enfin à des dimensions qui confèrent à la machine des conditions d'emploi confortables pour le conducteur.

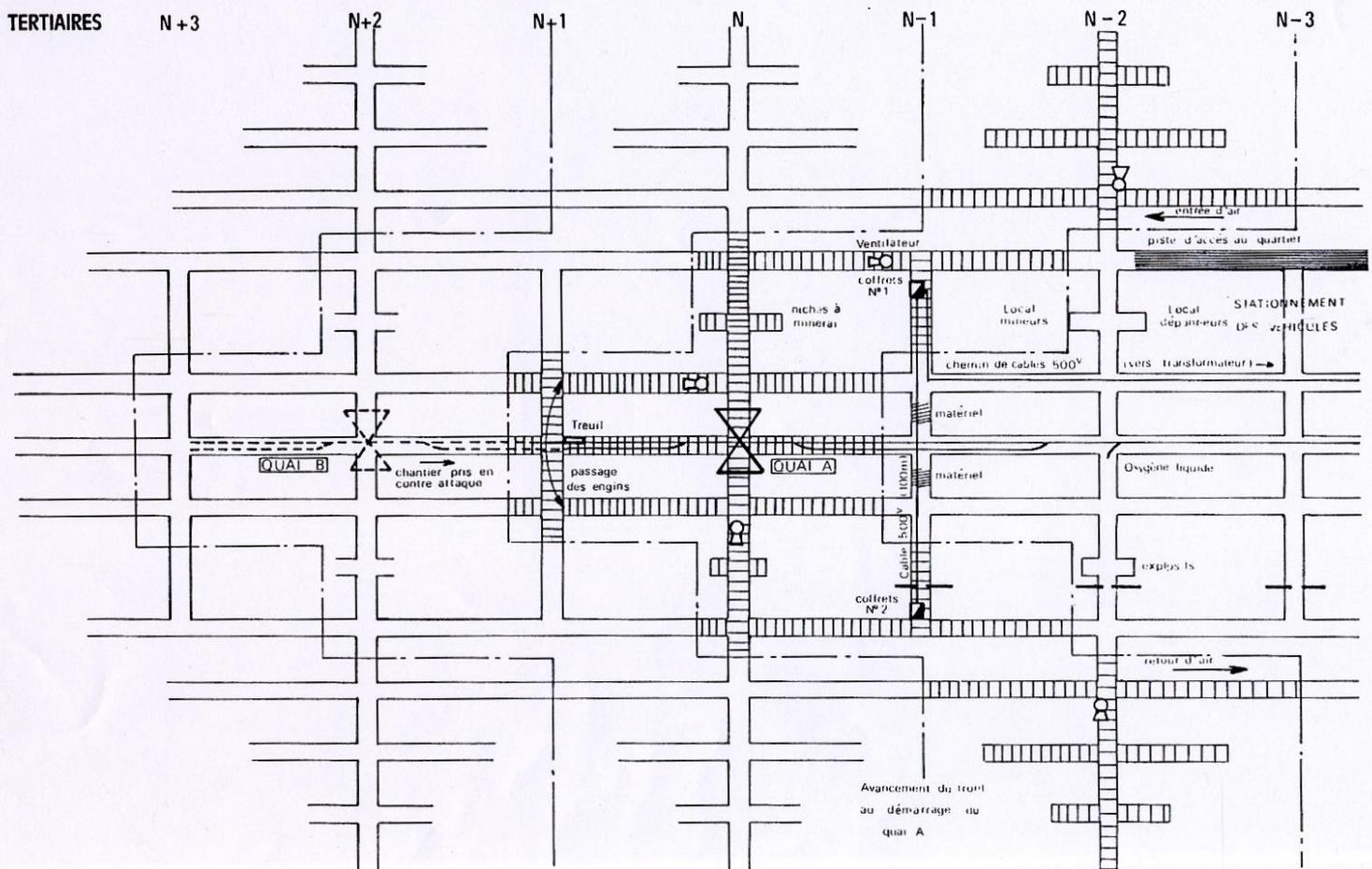
Si l'on ajoute à cela que la capacité de ce modèle se trouve quantitativement très bien adaptée aux performances de nos équipes d'abattage du minerai on peut, en abordant cette étude, affirmer d'emblée que le Caterpillar 980 nous procure, dans nos quartiers de traçage, une excellente productivité.

## **CHAPITRE B : ADAPTATION DE LA METHODE D'EXPLOITATION**

Si la méthode traditionnelle des chambres et piliers utilisée dans les mines de fer n'a pas eu à subir de modification fondamentale du fait de l'introduction des chargeurs-transporteurs, il n'en reste pas moins que nous avons dû, pour ce qui concerne la phase traçages (les dépilages n'ont pas encore été commencés à Mairy), opérer une adaptation dans l'organisation du quartier afin de permettre un emploi judicieux et efficace du nouvel engin.

Nous avons vu plus haut qu'une des deux limites inhérentes au chargeur unique était la distance de parcours à l'intérieur du quartier: c'est en fonction de ce problème qu'a été défini le nouveau découpage à adopter dans nos traçages. Cette distance de parcours n'a pas, a priori, de limite supérieure mais nous avons cherché, bien entendu, à la maintenir la moins longue possible. Ceci implique, la voie de roulage des wagons se trouvant au milieu d'un faisceau de galeries, de diminuer l'extension transversale du quartier et de compenser cette diminution par un avancement plus rapide du faisceau, ce qui entraîne, comme conséquence, une pose de voie plus fréquente.

Pour permettre cette pose, sans abandonner l'objectif d'un roulage court, nous avons conçu un schéma dans lequel les galeries centrales du faisceau sont toujours très nettement en avance sur les autres, cependant que certains chantiers et tertiaires en amont du quai ne sont pas encore tracés, ce qui donne à la progression de l'ensemble l'allure d'une pointe de flèche (figure 1).



secteur hachuré : chargé au quai de la tertiaire N-2

Fig. 1. — Quartier Caterpillar 980  
Schéma type d'implantation

Ce plan n'est donné qu'à titre d'indication et doit être aménagé en fonction des conditions particulières d'un quartier

Pour un quai de chargement se trouvant en position  $n$ , les travaux s'échelonnent ainsi depuis la tertiaire  $n-1$  jusqu'à la tertiaire  $n+3$  avec, en permanence, un rayon d'action admissible dont la longueur moyenne mensuelle oscille entre 100 et 200 m de trajet simple (voir graphique figure 2 relatif au premier 980 mis en service).

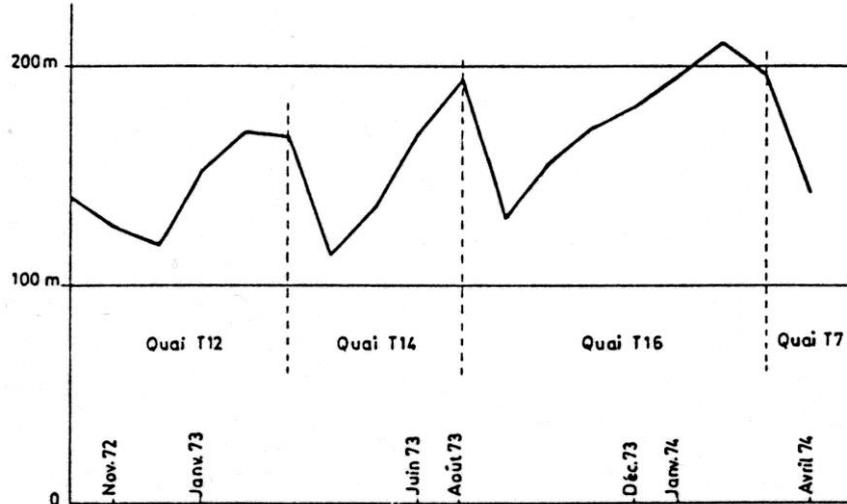


Fig. 2. — Evolution de la distance de parcours d'un Cat. 980 (quartier G)

Le plan de la figure 1 reproduit la géométrie d'un tel quartier dans lequel le quai est déplacé tous les 108 mètres, chaque cycle ainsi défini représentant environ 1150 m de galeries, soit 80 000 t de production pour une durée d'exploitation de 3 mois en marche à 2 postes. Notons, en passant, que la confection du quai ne nécessite pas de rampe d'accès mais seulement une « cloche » dans le toit à l'aplomb de la berline, ce qui constitue une simplification indéniable.

### CHAPITRE C : ORGANISATION DU TRAVAIL - EFFECTIF - RESULTATS

Il n'est pas question ici d'établir la monographie complète d'un quartier fonctionnant avec chargeur Caterpillar, mais seulement d'esquisser les grandes lignes de l'organisation de ce type de quartier :

- Cette organisation est intimement liée à l'effectif qui comprend 4 hommes par poste, répartis en 2 groupes de 2 et régis par un impératif qui est la marche continue du jumbo et du chargeur pendant tout le poste. De plus, la conduite du chargeur n'étant confiée à un même homme que pendant 1 demi poste, cela nécessite qu'il soit polyvalent et, plus précisément, apte à la foration. Le schéma figure 3 indique la répartition des tâches du personnel. On y remarquera de plus, qu'en fin de poste, toute l'équipe participe au tir des volées (oxygène liquide)

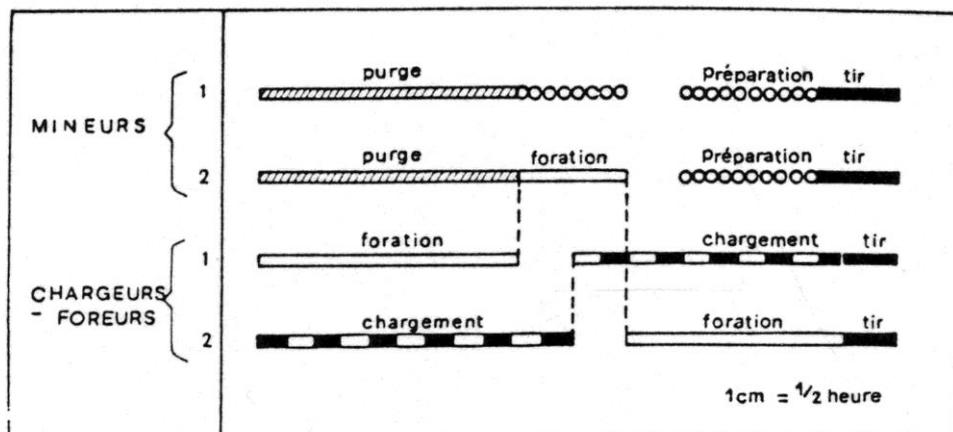


Fig. 3. — Décomposition chronologique de l'activité du personnel

- Le matériel comprend :

- Un jumbo Secoma 014 hydraulique sur chenilles : longueur de foration 2,85 m. Longueur moyenne des volées 2,25 m.
- Un chargeur CAT 980, objet de la présente étude.

- Le boulonnage fait partie du travail de l'équipe : foration des trous et pose des boulons par le foreur - serrage par un mineur.

- Pistes de roulage : elles sont jusqu'à présent brutes de foration, avec un simple nettoyage effectué par un chenillard. Nous reparlerons de ce problème dans la dernière partie de l'étude.

- Aérage : 25 m<sup>3</sup>/s

- Une particularité de ce quartier réside dans la confection de niches (galeries en cul de sac) situées à proximité du quai et où l'on peut, pendant le manque de berlines vides, stocker du minerai qui est ensuite repris facilement et rapidement

- Résultats obtenus : nous donnons ici les chiffres relatifs au quartier G déjà cité, où se trouve le plus ancien de nos CAT 980. Ces résultats concernent l'ensemble de l'année 1973 :

Production totale :	305381 t
Production par poste :	667 t
Rendement mineurs	234,2 t
Rendement chargeurs :	674,9 t
Rendement quartier :	173,9 t

---

## LE CATERPILLAR 980

### PREMIERE PARTIE UTILISATION ET RESULTATS TECHNIQUES

Les chargeurs sur pneus modèle 980, dont nous allons maintenant étudier l'emploi et donner les résultats qu'ils permettent d'obtenir en travaux miniers, sont des engins conçus initialement pour le chargement de camions situés à proximité immédiate du point de travail. Leur introduction dans les galeries de mines a évidemment posé quelques petits problèmes d'adaptation. Nous en retiendrons trois principaux, qui sont :

- Les dimensions de la machine, et plus particulièrement sa hauteur : la question a été traitée par le fournisseur lui-même (Bergerat-Monnoyeur) qui a réalisé un surbaissement du poste de conduite. (Se reporter à l'étude technologique présentée dans un autre mémoire de ce volume.)
- Le traitement des gaz d'échappement : nous en parlerons brièvement dans la troisième partie de l'étude.
- L'adaptation du godet aux conditions imposées par le chargement de tas de minerai étalés et de faible hauteur, ainsi que par le transport de ce minerai sur des distances de quelques centaines de mètres. Cette question va faire l'objet du premier chapitre consacré à l'utilisation de ce chargeur.

#### CHAPITRE 1 : DEFINITION DU GODET

Nos CAT 980 ont bénéficié, dès leur mise en service, des essais que nous avons effectués sur le modèle 966 utilisé antérieurement. Ces essais avaient permis de choisir, parmi plusieurs modèles, un type de godet particulièrement bien adapté que nous nous sommes contentés de transposer, le moment venu, sur le 980. Il nous a semblé intéressant de rappeler ici les grandes lignes de ces essais, ainsi que leurs résultats. Les trois types utilisés en concurrence sont représentés dans les mêmes conditions (figure 4) et ils correspondent aux caractéristiques principales suivantes :

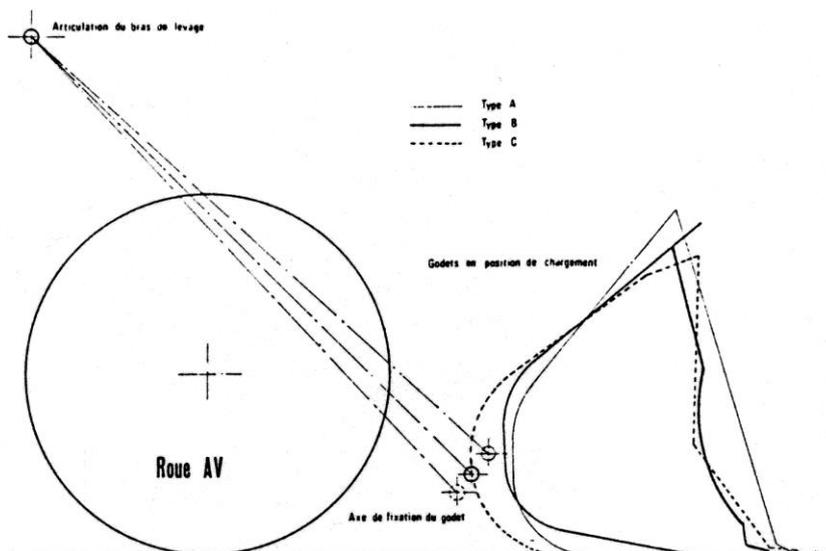


Fig. 4. — Comparaison de 3 modèles de godets sur chargeur Cat. (étude faite à la mine de Mairy)

- Type A : c'est le modèle « Roc » standard de fabrication américaine, livré d'origine sur les chargeurs Caterpillar. Il est caractérisé par un fond plat assez large, et son axe de fixation se trouve relativement haut.
- Type B : il s'agit d'un godet fabriqué en France par un sous-traitant de Bergerat-Monnoyeur, de forme assez voisine de celle du précédent mais avec une rupture de pente entre le bas du godet et la lame d'attaque.
- Type C : il a été fabriqué par l'usine Caterpillar de Belgique et présente, outre une profondeur plus grande, un fond arrondi et son axe de fixation est très nettement abaissé.

Très schématiquement, nous pouvons dire que les deux premiers types ont donné des résultats sensiblement identiques à savoir, dans le cas du modèle 966, un temps moyen de remplissage légèrement inférieur à 30 secondes avec un remplissage sur cinq nécessitant deux passes.

Le troisième type au contraire a permis d'abaisser le temps de chargement à moins de 20 secondes, tandis qu'une fois sur huit seulement il était nécessaire d'opérer le remplissage en deux fois. Nous pensons que ces résultats meilleurs sont la conséquence de l'arrondi du fond qui permet une pénétration du minerai plus régulière et plus facile, ainsi que de la position du point d'application de l'effort tangentiel du godet qui se trouve beaucoup plus près du sol. Ces deux facteurs permettent, à n'en pas douter, de réduire dans des proportions importantes l'opération de cavage qui est à la base même du remplissage du godet.

Il est certain aussi que ce dernier modèle, qui est bien entendu celui que nous avons adopté, a une meilleure influence sur la tenue mécanique de la machine. Tous ces godets sont munis d'une lame d'attaque en forme de pointe tronquée, les dents traditionnelles équipant des lames droites ne convenant pas à nos conditions de travail.

En ce qui concerne le transport, les types A et C sont mieux adaptés que le type B mais conservent néanmoins le handicap de la conception du chargeur qui n'est pas, d'origine, destiné à ce travail. Cela se traduit par un relèvement insuffisant du godet d'où une perte inévitable de matériaux en cours de trajet et un salissage progressif des pistes

### **Capacité et charge limite d'équilibre statique**

La charge utile transportée ayant une influence directe sur les performances de la machine, il convenait de définir la capacité maximum compatible avec les caractéristiques mécaniques du chargeur. Le constructeur recommande de ne pas dépasser, pour un engin travaillant en chargeur pur, la moitié de la charge limite d'équilibre statique (que nous désignerons désormais par C.L.E.S.), cette charge étant calculée dans la position la plus défavorable, c'est-à-dire avec bras de levage en position horizontale. Dans cette situation, les positions relatives du godet et des deux essieux sont schématisées sur le croquis de la figure 5. Compte tenu des équipements spéciaux montés sur le type « Mine » (bac de barbotage, réserve d'eau et pare-chocs autour du moteur), la répartition du poids à vide est de

12 t sur l'essieu AV  
11 t sur l'essieu AR

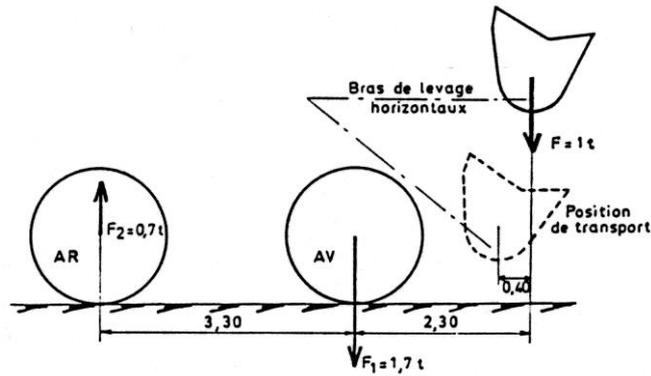


Fig. 5

Une charge de 1 t placée dans le godet se répartit suivant :

1 force pesante  $F_1$  sur l'essieu AV

1 réaction  $F_2$  sur l'essieu AR

liées par les relations

$$F_1 - F_2 = 1t$$

$$F_1 \times 2,30 = F_2 \times 5,60$$

dont on tire

$$F_1 = 1,7 t$$

$$F_2 = 0,7 t.$$

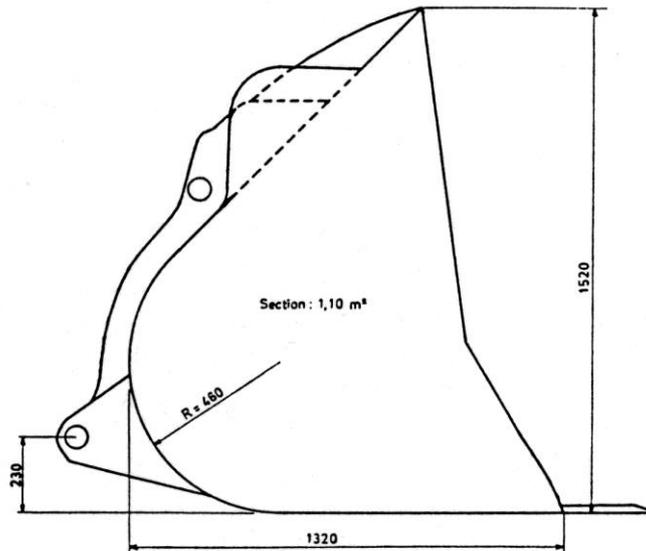
La C.L.E.S. ou limite de basculement sera atteinte lorsque la réaction totale Somme de  $F_2$  sera égale au poids mort appliqué sur l'essieu AR, soit pour :

$$\frac{11}{0,7} = 15,7t$$

La capacité théorique pour un chargeur pur devrait donc être inférieure à 8 t.

Mais dans ces conditions d'emploi, le transport implique, pour des raisons mécaniques bien évidentes, que le godet chargé soit toujours en position basse pour laquelle le bras de levier 2,30 m est ramené à 1,90 m: les 2 forces deviennent alors  $F_1 = 1,5 t$  et  $F_2 = 0,5 t$ , ce qui conduit à une C.L.E.S. de 11 t.

Nous avons donc adopté un godet de 4 500 l de capacité S.A.E. qui peut, dans les meilleures conditions, recevoir une charge de 9 t (figure 6)



**Fig. 6. — Godet pour Cat. 980**  
 largeur : 3,20 m - capacité géométrique : 3 520 l  
 capacité S.A.E. : 4 500 l

Contrôle : une pesée expérimentale nous a donné les chiffres suivants:

Essieu AV = 24,8 t

Essieu AR = 6,9 t

d'où une charge au godet de 8,7 t. En répartissant ce poids suivant F1 et F2 définis plus haut, on obtient 25 t à l'AV et 6,7 t à l'AR, c'est-à-dire des chiffres tout à fait comparables à la réalité.



Figure 7 : Caterpillar 980 : Remplissage du godet  
(photo François Xavier Bibert)



Figure 8 : Caterpillar 980 : Transport en charge  
(photo François Xavier Bibert)



Figure 9 : Caterpillar 980 : Déversement en wagon  
(photo François Xavier Bibert)

## CHAPITRE 2 : RESULTATS TECHNIQUES

Ce chapitre constitué essentiellement de chiffres, est tout entier contenu dans le tableau 1 qui donne les résultats totaux et performances moyennes de nos machines depuis leur mise en service. Quelques lignes d'explications et de commentaires suffiront à en compléter la teneur :

TABLEAU 1  
Caterpillar 980  
Résultats techniques — Situation au 31 mai 1974

	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5
Date de mise en service .....	Sept. 72	Juin 73	Août 73	Sept. 73	Avril 74
Heures de fonctionnement ..... h (compteur moteur)	3 336	1 942	1 614	1 657	222
Tonnage chargé et transporté ..... t	486 339	304 071	235 066	202 633	26 321
Postes de travail					
Marche normale .....	696	416	376	317	47
Marche partielle (arrêt momentané pour panne) .....	46	33	37	43	6
Total .....	742	449	413	360	53
Postes de panne (arrêt complet) .....	46	14	7	2	3
Heures de marche par poste ..... h/p	4 h 30'	4 h 20'	3 h 55'	4 h 36'	4 h 11'
Production par poste ..... t/p	655	677	569	563	497
Roulage moyen (mètres): aller simple ..	159	174	172	258	178
Débit horaire ..... t/h	145,8	156,6	145,6	122,3	118,6

*Observations :*

- Le chargeur n° 1 a un godet plus petit que les autres (15 % en moins environ).
- Le chargeur n° 5 est en période de démarrage et ses conducteurs en cours de formation.

- Les heures de fonctionnement sont fournies par un compteur de puissance dont la correspondance avec l'heure réelle est basée sur une vitesse du moteur de 1 600 tr/mn. Suivant les conditions de marche, l'écart avec le temps réel peut atteindre 20 %. Cette façon de compter nous paraît néanmoins bien adaptée à la représentativité des résultats.

- Tout le tonnage chargé au chantier est, bien entendu, transporté par le Caterpillar lui-même jusqu'au point de déversement en wagon. Les dimensions de nos wagons (4,50 m de longueur de caisse X 2 m de largeur pour une capacité en eau de 10 250 l) facilite le déchargement du godet qui est très rapide. Lorsqu'un déversement fractionné est nécessaire (fin de wagon), cela ne pose aucun problème. Tous les wagons sont pesés avant culbutage.

- Sont réputés « postes de travail » tous ceux au cours desquels il y a eu des wagons chargés, quel que soit leur nombre.

Les postes de pannes en arrêt complet qui se trouvent confondus avec un jour de chômage hebdomadaire, ne sont pas pris en compte dans la statistique.

Si l'on décompte pour moitié les postes de marche partielle, le taux de disponibilité des engins oscille entre 90 et 94 %.

- Les durées de fonctionnement par poste correspondent non seulement aux cycles normaux déchargement/transport, mais aussi aux opérations annexes telles que la purge des chantiers qui est effectuée avec le godet de l'engin, déplacements pour ravitaillement en fuel et eau, attentes diverses, etc.

- Cela explique que les débits horaires indiqués soient inférieurs (de 12 à 15 % environ) aux débits réalisables en fonctionnement classique permanent. Ce sont donc, pour nous, des débits pratiques correspondant aux conditions de notre exploitation.  
marche, l'écart avec le temps réel peut atteindre

- Enfin, précisons que les distances de roulage sont évaluées chaque mois de façon exacte, par moyenne pondérée des chantiers en activité. Les chiffres moyens du tableau sont les moyennes arithmétiques des mois concernés par la statistique.

La liaison entre distance et débit horaire est analysée au chapitre suivant.

### **Chronométrages**

Une étude a été faite sur 3 postes en février 1973, mais nous nous abstenons d'en publier les résultats car :

1. Ils ne nous ont rien appris que nous ne sachions déjà et qui ne figure de façon explicite ou implicite dans les pages de ce rapport.
2. Dans des opérations où le facteur humain intervient au moins autant que la performance mécanique, le comportement du personnel contrôlé est toujours influencé par la présence des opérateurs et il faut bien se garder des normes trop absolues.

### **CHAPITRE 3 : INFLUENCE DE LA DISTANCE SUR LE DEBIT**

Nous avons dit, au début de la présente étude, que la distance de parcours était, avec la capacité du godet, un élément prépondérant dans les performances de la machine. Nous en avons eu un aperçu global au chapitre précédent, mais le chiffre moyen de débit horaire indiqué pour chaque chargeur ne permet pas une relation précise entre ce débit et la distance de transport.

Pour établir le rapport existant entre ces 2 grandeurs, nous avons donc porté sur un graphique (figure 10) tous les points correspondant aux débits moyens et distances moyennes enregistrés chaque mois pour nos Caterpillar 980. Cela représente 43 points, qui se répartissent suivant une bande dont la ligne centrale peut être considérée comme la courbe de variation du débit en fonction de la distance simple de roulage. Cette courbe empirique n'est, bien entendu, valable que dans des conditions propres à la mine de Mairy (en liaison avec l'organisation du travail dans le quartier) et pour des pistes généralement non revêtues et médiocrement entretenues.

On voit immédiatement que le débit de ces chargeurs n'est pas comparable à celui qu'ils peuvent réaliser en carrière ou en travaux publics. Il nous a donc paru intéressant de faire figurer ici un calcul prévisionnel (que nous avons fait en janvier 1972) et ce, dans le double but :

- d'analyser quantitativement les diverses opérations auxquelles se livre le chargeur pendant son cycle de travail,
- de comparer les résultats pratiques résumés dans la courbe ci-dessus, aux courbes théoriques que nous avons définies à l'époque comme objectifs à atteindre.

#### **Calcul du débit théorique**

Ce calcul simple a pour base le chargement de 1 stock de minerai correspondant à 8 wagons de 17 tonnes, soit 136 t au cours duquel on trouve toutes les opérations élémentaires que nous venons de mentionner.

Le débit D (exprimé en tonnes/heure) est évalué en fonction de la distance de parcours L (trajet simple, en mètres). Si on appelle t le temps nécessaire (en minutes) pour charger et transporter ce stock, le débit horaire s'écrit :

$$D = \frac{136 \times 60}{t}$$

Nous calculons t en fonction de L dans deux cas différents suivant la capacité du godet (Détail des calculs sur tableau 2)

Les courbes représentatives de ces deux cas sont tracées sur le même graphique que celle de nos résultats pratiques (figure 10), qui apparaissent ainsi meilleurs que la plus optimiste de nos prévisions.

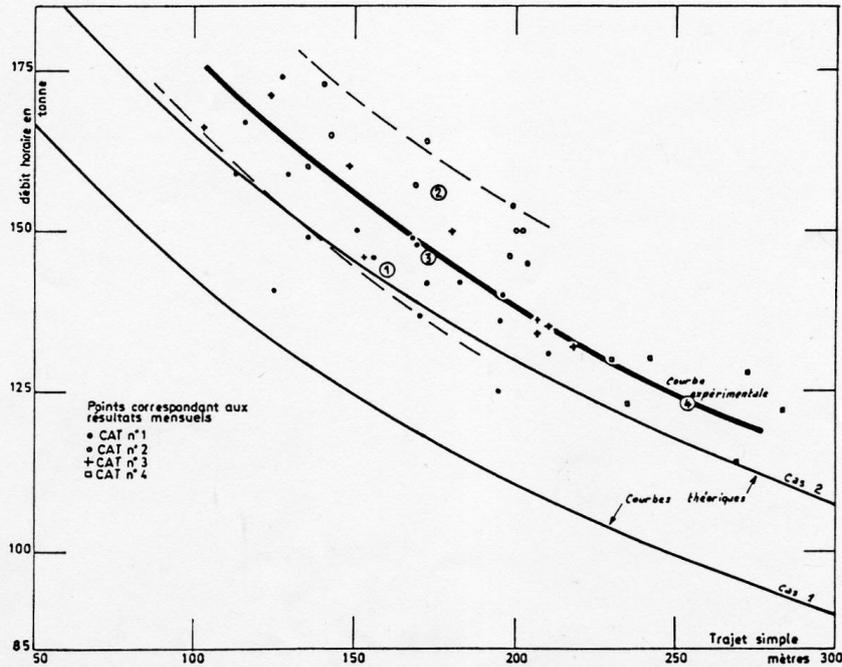


Fig. 10. — Chargeurs-transporteurs Caterpillar 980. Courbes de variation du débit en fonction de la distance. Il s'agit d'un débit « pratique » correspondant à l'ensemble du travail de la chargeuse, c'est-à-dire opérations normales de chargement et transport, mais aussi nettoyage chantiers et travaux annexes qui ne s'accompagnent pas d'un rendement effectif.

TABLEAU 2

**Caterpillar 980**  
Calcul du débit horaire théorique  
en fonction de la distance de parcours

Caractéristiques techniques	Cas 1	Cas 2
Capacité godet ..... tonnes	6,8	8,5
Nombre de godets par wagon .....	2,5	2
Nombre de godets pour 1 stock .....	20	16
Vitesse en km/h = m/mn	14,4 = 240	
Parcours normal .....	6 = 100	
Début et fin de parcours sur 50 m (rebroussements inclus) .....		
Temps élémentaires		
Remplissage godet : 0,30 mn $t_1 =$	6	4,80
Déversement en wagon : 0,20 mn $t_2 =$	4	3,20
Avance du wagon : 0,50 mn $t_3 =$	4	4
Rassemblement tas : 3 mn	15	15
+ nettoyage chantier : 12 mn } $t_4 =$		
Parcours ralenti :		
$\frac{50 \times 2}{100} = 1$ mn $t_5 =$	20	16
Parcours normal : $\frac{2(L - 50)}{240}$ mn $t_6 =$	$\frac{L - 50}{6}$	$\frac{2L - 100}{15}$
Temps total $t =$	$\frac{244 + L}{6}$	$\frac{545 + 2L}{15}$
Débit $D = \frac{8\ 160}{t}$	$D = \frac{48\ 960}{244 + L}$	$\frac{122\ 400}{545 + 2L}$

On pourrait alors penser que nos bases théoriques ont été sous-estimées, mais nous devons à la vérité de dire que notre étude de 1972 comportait aussi la courbe du Caterpillar 966 et que, pour ce modèle, les résultats pratiques ont été moins bons que la prévision. Ceci explique donc toute la part qualitative non chiffrable déjà évoquée dans notre premier chapitre, qui a participé, pour le Caterpillar 980, à l'augmentation notable de ses performances par rapport au modèle inférieur.

Signalons enfin, qu'à titre de contrôle, nous avons porté sur le graphique les points moyens (voir tableau 1) de nos 4 premiers engins depuis leur mise en service, et cela appelle les commentaires suivants :

- CAT n°3 et 4 : pratiquement sur la courbe.
- CAT n°2 : au-dessus de la courbe, car les conducteurs remplissent toujours très bien leur godet.
- CAT n°1 : au-dessous de la courbe, ce qui est normal car il a un godet de capacité moindre.

Il va sans dire que des conditions techniques différentes ou des pistes d'une autre nature modifieraient très certainement l'allure de cette courbe.

#### **CHAPITRE 4 : ENTRETIEN MECANIQUE**

Les travaux nécessités par nos machines sont effectués sous la responsabilité du Service Entretien de la mine, et orientés suivant les trois axes d'activité suivants :

- Entretien préventif effectué à périodicité régulière et de façon continue.
- Entretien palliatif qui n'intervient que lors des pannes effectives ou imminentes.
- Statistiques consistant à suivre dans le détail la vie mécanique de chaque machine.

L'organisation d'ensemble de ces trois secteurs est confiée au Bureau de préparation de l'atelier (B.P.A.), qui joue ainsi le rôle d'organe émetteur ou centralisateur suivant qu'il s'agit de l'un ou l'autre des travaux ci-dessus.

##### **Entretien préventif**

C'est celui qui constitue de loin la part la plus importante des interventions relatives au chargeur CAT 980. Il se fait 1 une fois par semaine lors de l'arrêt hebdomadaire du quartier, la machine étant ainsi à la disposition des mécaniciens pendant un poste complet. Le travail de ces mécaniciens est programmé sur des fiches de travail (F.T.) établies par le B.P.A. à la suite du rapport fait par le mécanicien « visiteur », qui effectue au moins un contrôle hebdomadaire sur chaque machine. Les défauts constatés sont, bien entendu, classés suivant l'urgence d'intervention, qui peut aller de l'arrêt immédiat jusqu'à plusieurs semaines si le tableau de charge de l'entretien hebdomadaire est important.

Parallèlement à cette action de mécanique préventive, le B.P.A. s'occupe aussi de l'établissement des F.T. concernant des échanges systématiques non imposés par les visites, par exemple vidanges, accessoires du moteur diesel ou du circuit hydraulique, contrôles de graissage, etc.

L'approvisionnement des pièces nécessaires à tous les travaux ci-dessus est également du ressort du B.P.A.

## **Entretien palliatif**

Aussi efficace que puisse être l'entretien préventif, on ne peut pas éviter des pannes nécessitant un arrêt immédiat : point n'est besoin de s'étendre sur ce chapitre car tout alors n'est qu'une question de rapidité liée, la plupart du temps, à l'approvisionnement en pièces de rechange de façon à immobiliser le chargeur le moins longtemps possible. Cela implique bien sûr que certaines pièces ou sous-ensembles importants existent en réserve à la mine, car l'envoi par le fournisseur au moment de la panne entraîne souvent un arrêt prolongé qui touche, finalement, toute l'activité du quartier.

## **Statistiques**

Grâce aux fichiers que nous tenons continuellement à jour, nous avons la possibilité de connaître à tout instant la situation exacte de nos chargeurs, chaque intervention ou panne survenue à l'un d'eux y étant consignée avec précision.

Nous avons résumé sur le tableau 3, et par tranches chronologiques de 200 h, les principales pannes que nous avons eu à déplorer sur les organes importants depuis la mise en service de chaque machine. Cette statistique, qui présente un intérêt documentaire, n'est cependant pas suffisante dans la présente étude pour préciser le comportement de nos engins dans leurs conditions de travail. Aussi avons-nous complété cette énumération un peu sèche par le tableau 4 qui fait une analyse globale des plus importantes de ces pannes, en indiquant les améliorations que nous avons apportées à la tenue mécanique des organes concernés.

Nous reviendrons au chapitre 6 sur le problème de l'entretien pour en définir le coût, mais on peut conclure le présent chapitre en disant que le CAT 980 est une machine assez robuste dont la tenue, dans le contexte très dur où elle évolue, nous donne jusqu'à présent satisfaction.

Mine de Mairy

TABLEAU 3  
Caterpillar 980 B

Heures	Cat. n° 1	Cat. n° 2	Cat. n° 3	Cat. n° 4	Cat. n° 5
200					
400	Cardan entre boîte et pont				Cartier boîte à vitesse
600					
800	Sortie boîte cassée (cardan) Cartier de volant	Différentiel pont AV. Cartier boîte vitesses Cassure sur châssis		1 levier Cartier pont AV.	
1 000	Cartier pont AV. (neuf)	2 vérins de cavage 2 leviers 2 cartiers pont AV.	2 leviers	1 levier	
1 200	Réparation du pont AR.			Cartier pont AV. (neuf)	
1 400		Brancard (neuf) 2 leviers	Changé culasse (neuve)	Brancard (réparé) 2 leviers	
1 600		Cartier de volant			
1 800	Balancier pont AR.			1 levier	
2 000	Brancard (réparé)				
2 200	1 levier				
2 400	2 leviers				
2 600					
2 800					
3 000	Culasse moteur Rép. nez de pont AR. et cartier de volant				
3 200	2 leviers				
3 400					
Récapitulation					
Pont AV. et AR. ....	3	1			
Cartier de pont .....	1	2		2	
Cartier de volant .....	2	1			
Cartier boîte vitesses		1			1
Brancard .....	1	1		1	
Leviers art. brancard	5	4	2	5	
Vérins de levage ....		2			
Cardans .....	2				
Châssis .....		1			
Moteur diesel .....	1		1		
Freins .....					

TABLEAU DES PANNES MECANIQUES

(Sur organes importants)  
Situation à fin mai 1974

TABLEAU 4  
Caterpillar 980  
Analyse des pannes importantes

Organes ou sous-ensembles	Nature des pannes	Raisons probables	Remèdes apportés
Châssis avant	Fêlure aux 4 coins de la partie frontale du châssis.	Efforts importants dus à la rigidité de l'ensemble châssis et pont avant au roulage à grande distance sur des pistes en mauvais état.	Renforcement de la partie centrale par l'adjonction d'une tôle soudée de 15 mm d'épaisseur.
Pont avant	Rupture du carter, soit en haut soit en bas au droit de la bride de fixation de la fusée, et ce sur tous les ponts avant.	Mauvais état des pistes naturelles, pont avant solidaire du châssis.	Réparation à froid suivant le procédé Metalock pour les cassures inférieures toujours plus importantes que les cassures supérieures pouvant être réparées par la soudure électrique. Il faut noter que la réparation à froid présente moins de risques de déformation qu'une soudure électrique au niveau du parallélisme des plans de joints.
Carter volant moteur diesel	Rupture du carter en acier moulé à la partie inférieure provoquée, soit par le desserrage des boulons, soit par la cassure des mêmes boulons de fixation du carter sur le moteur.	Mauvais état des pistes.	Mise en place, par le constructeur d'éléments amortisseurs caoutchouc sur l'ensemble bloc moteur.
Equipement de ramassage (brancard)	Rupture des tourillons supérieurs de fixation sur le châssis avant.	Charge du godet trop importante et surtout position trop haute du godet par rapport au sol pendant le transport.	Renforcement, par le constructeur, des tourillons par l'apport de goussets en tôle de 20 mm d'épaisseur.
Leviers d'articulation	Cassure, à la partie inférieure, dans l'âme du levier.	Mauvais état des pistes provoquant un balancement de l'ensemble brancard-godet.	Soudure de renfort de chaque côté de l'âme centrale, entre les tourillons du moteur et les tourillons inférieurs.

Remarque : L'influence des pistes est indéniable : nous reviendrons sur cette question au chapitre 11.

## CHAPITRE 5 : LE PROBLEME DES PNEUS

Les pneumatiques constituent un élément important du chargeur à godet, car ils interviennent dans plusieurs domaines essentiels où leur participation est prépondérante :

- Support de l'engin et organes de translation.
- Suspension de la machine, donc confort du conducteur.
- Chargement au cours duquel les pneus AV absorbent la réaction des efforts de cavage du godet.
- Coût de revient, en liaison avec leur prix et leur longévité.

### Choix des pneumatiques

A l'époque de nos Wagner, puis CAT 966, Michelin était pratiquement le seul fabricant en mesure de nous fournir les pneus nécessaires à ces engins. C'est donc tout naturellement que nos CAT 980 ont été à l'origine équipés avec des pneus de cette marque. Disons tout de suite que, sur les 2 montes possibles, le 23,5 X 25 a été écarté d'emblée, car l'expérience des 966 avait déjà mis clairement en évidence l'insuffisance de la dimension standard. Nous ne parlerons donc, dans la suite de l'exposé, que de pneus 26,5 X 25.

Après quatre ans d'utilisation sans histoire des pneus Michelin XKA sur les chargeurs 966 (durée moyenne comprise entre 2 000 et 2 500 h) nous avons, dès le départ, rencontré des problèmes avec le train AV des 980 : nous y reviendrons au sous-chapitre suivant. Précisons seulement qu'à fin mai 1974, pour une durée globale de fonctionnement de 8 500 h environ, 20 pneus ont déjà été mis hors service sur nos 4 premiers chargeurs, dont 18 à l'AV.

Cette situation nous a conduits à diversifier nos choix, et nous avons actuellement en service 4 types de pneus :

- Michelin XKA*	35 mm de profondeur de sculptures
- Michelin XKA**	35 mm de profondeur de sculptures
- GoodYear XTRA - TRED	88 mm de profondeur de sculptures
- Michelin XRAD2	88 mm de profondeur de sculptures

Les Michelin sont à carcasse métallique radiale, et les GoodYear à carcasse nylon entrecroisée. Le dernier type équipe le chargeur n° 5 qui vient d'être mis en service : nous n'en parlerons donc pas, mais analyserons le comportement des trois autres modèles.

### Comportement des pneus

Nous laissons aux fournisseurs l'entière responsabilité des choix qu'ils nous ont conseillés et qui relèvent à la fois de la résistance des carcasses et de l'usure des bandes de roulement, et rappelons que la coutume veut que l'on appelle AV le côté godet et AR le côté moteur.

Notre expérience actuelle permet de porter les jugements suivants :

- Michelin 1 étoile : très nettement insuffisant à l'AV (tous les pneus ont été détériorés avant usure), mais se comporte correctement à l'AR. Il y a eu une erreur de choix manifeste pour l'AV concrétisée par des déchirures prématurées de la carcasse.
- Michelin 2 étoiles : très bon pour l'AR, tandis qu'à l'AV la carcasse résiste mais la bande de roulement s'use assez rapidement puis s'arrache par plaques. Ces arrachements peuvent aussi avoir lieu avant usure.
- GoodYear : mis à part un pneu qui a péri par accident, les autres se comportent très honorablement à l'AV comme à l'AR avec, toutefois, une différence d'usure entre les deux positions.

Une autre cause de détérioration réside dans le sous-gonflage qui, par frottement du cercle sur le talon du pneu, provoque une coupure circulaire souvent néfaste : elle est nettement visible sur la photo 12b.

Rappelons, pour mémoire, que ces pneus se gonflent :

- à l'AV entre 3,5 et 4,5 kg/cm<sup>2</sup>
- à l'AR entre 2,0 et 2,5 kg/cm<sup>2</sup>

### Durée des pneus

L'intérêt bien compris de l'exploitant consiste, bien évidemment, à faire durer les pneus le plus longtemps possible de façon à réduire leur influence sur le prix de revient. Cette durée, si elle est directement liée à la qualité du pneu et à son adaptation à la machine, qualités que nous admettons implicitement, dépend aussi d'un certain nombre d'autres facteurs dont l'influence est loin d'être négligeable.

## 1. Estimation prévisionnelle

Une telle prévision peut paraître utopique mais l'analyse qu'en a fait Michelin, et que nous reproduisons dans le tableau 5 montre que, par rapport à une situation idéale, les coefficients minorateurs sont nombreux et qu'on a parfois tort de s'étonner de l'usure rapide de certains pneus.

Nous n'en dirons rien de plus si ce n'est que les chiffres relatifs à Mairy sont faibles et qu'un de nos objectifs actuels est d'essayer de faire mieux que cette prévision.

Ajoutons aussi, sur le plan mathématique, que si on appelle :

x la durée des pneus avant

y la durée des pneus AR (avec  $y > x$ )

un calcul simple fournit comme durée moyenne d'un train de pneus la valeur :

$$Dm = \frac{2xy}{x+y}$$

ce qui dans le cas du tableau conduit au chiffre de 1260 heures.

TABLEAU 5  
Estimation prévisionnelle de la durée des pneus  
(Méthode Michelin)

Durée réalisable pour conditions idéales	5 000 heures (p' pneus XKA**)	
	Coefficients minorateurs selon conditions réelles d'emploi	
	Cas extrêmes	Valeurs retenues pour Mairy
Nature du matériau sable / rocs coupants .....	1 à 0,6	0,9
Etat de la piste avec revêtement / sol naturel non entretenu .....	1 à 0,7	0,8
Conducteur adapté et soigneux / brutal .....	1 à 0,5	0,8
Genre d'utilisation chargement et transport .....	0,8	0,8
	Cas spécial	
Position de la chargeuse horizontale / montante ou braquée	1 à 0,6	0,9
Entretien des pneus (princip <sup>t</sup> respect des pressions) .	1 à 0,7	0,9
Charge normale / surcharge 30 % .....	1 à 0,5	0,9
Position des roues arrière — avant .....	1 — 0,6	
Coefficient final Mairy	AR = 0,34 → 1 700 h	AV = 0,20 → 1 000 h

## 2. Résultats réels

Nous avons tenu une statistique très précise de nos pneus et les durées moyennes de chaque type sont données dans le tableau 6 qui ne prendra, bien sûr, une réelle signification que lorsqu'il comportera des données plus nombreuses. Il constitue cependant déjà une « photographie » de la situation qui montre l'importance du problème tout en laissant entrevoir, dans les lignes qui le complètent, un espoir d'amélioration.

En effet, si l'on fait, dès maintenant, entrer dans la statistique les 9 pneus encore en place mais qui ont déjà assuré un service durable, la moyenne générale passe de 950 à 1 214 h, chiffre qui est très proche de la prévision définie plus haut

Il n'est pas interdit de songer à dépasser, même assez nettement, cette prévision (l'amélioration des pistes dont nous parlerons plus loin devra nous y aider) mais il semble exclu de pouvoir retrouver les résultats du CAT 966. Toutefois, le débit nettement plus fort, du 980 permettra sans doute un coût à la tonne à peine plus élevé

TABLEAU 6

**Durée moyenne des pneus sur Caterpillar 980  
Situation au 31 mai 1974**

Marque	Type	Position	Nombre	Durée en h
Michelin	XKA*	AV	8	486
		AV + AR	2	1 132
		AR	2	1 225
	XKA**	AV	7	872
		AR		
Good-Year	XTRA-Tred	AV	1	586
		AV + AR		
		AR		
Michelin	XRAD2	AV		
		AV + AR		
		AR		
Moyenne générale à l'exclusion des XKA* à l'AV qui ne conviennent manifestement pas			12	950

Les cases non remplies correspondent à des pneus en cours d'emploi et dont aucun n'est arrivé à terme d'usure.

Parmi les pneus actuellement en service, nous avons :

- 3 pneus XKA\* montés à l'AR et ayant dépassé 1 900 heures
- 1 pneu XKA\* monté à l'AR et ayant dépassé 1 300 heures
- 2 pneus XKA\*\* montés à l'AR et ayant dépassé 1 600 heures
- 3 pneus Good-Year montés à l'AV ou AR et ayant dépassé 1 100 heures.

Les autres (soit 11 pneus) sont en début de carrière et n'ont pas encore de valeur statistique.

### Le rechapage

Cette opération, très couramment pratiquée dans les mines des Etats-Unis où les engins sur pneus sont fort nombreux, est beaucoup plus controversée en France où elle a ses adeptes et ses opposants. Nous nous rangeons volontiers dans cette deuxième catégorie.

Pour que le rechapage soit justifié il faut, on effet qu'il conduise à un coût de revient inférieur à celui des pneus neufs, or :

- a) Il implique une carcasse en bon état, ce qui nécessite d'arrêter le pneu à rechaper avant usure complète. Celle-ci pouvant intervenir très soudainement, il faut prendre une marge de sécurité qui diminue la durée d'emploi du pneu : nous estimons cette perte de fonctionnement à 20 % .
- b) Le fabricant refuse souvent le rechapage après examen radioscopique de la carcasse : la proportion est de l'ordre de 1 sur 3. La durée résiduelle ci-dessus est irrémédiablement perdue car le pneu incriminé n'est pas remis en service.
- c) Le prix du rechapage représente 70 % de la valeur du pneu neuf: les chiffres de mars 1974 pour Michelin XKA\*\* étaient :

neuf	7740 F
rechapé	5430 F

Ces préalables étant posés, appelons x la durée d'un pneu neuf de valeur y et calculons quelle doit être la durée z d'un pneu rechapé pour que le coût de revient qu'il entraîne soit inférieur à celui d'un pneu neuf et qui est :

$$C_n = \frac{y}{x}$$

Compte tenu de ce qui a été dit plus haut, la solution rechapage nécessite donc, par groupe de 3 unités :

- 3 pneus neufs à durée limitée 0,8 x prix unitaire y
  - 2 pneus rechapés durée z0,7 y
  - 1 pneu neuf durée normale x y
- (en remplacement du rechapage refusé)  
d'où un coût de revient moyen

$$C_r = \frac{5,4 y}{3,4 x + 2 z}$$

et la relation  $C_r < C_n$  conduit au résultat  $z > x$ , ce qui a de fortes chances de ne pas se réaliser car les carcasses travaillent énormément (cavage) et elles peuvent lâcher prématurément.



*L'usure des pneumatiques  
des chargeurs-transporteurs  
Caterpillar 980 est  
phénoménale...  
Malheureusement le dos  
des conducteurs en subit  
les conséquences...*



*Par poste, le conducteur  
charge 40 wagons de  
de 18 tonnes...  
720 tonnes de minerai...  
200 mètres en charge...  
200 mètres à vide...  
120 fois de suite...  
48 kilomètres...*

## DEUXIEME PARTIE RESULTATS ECONOMIQUES

Ils sont concrétisés par la connaissance du coût d'un certain nombre de facteurs plus ou moins détaillés et dont le regroupement en chapitre constitue un prix de revient. Ces coûts sont établis par rapport à une base de référence qui est, soit la tonne, soit l'heure de marche.

Nous leur consacrerons deux chapitres volontairement distincts et qui traiteront :

- Le premier, du coût d'entretien individuel de chacun de nos engins depuis sa mise en service.
- Le deuxième, du prix de revient complet du poste « Chargement/transport » d'un de nos quartiers d'exploitation, tant sous l'angle absolu du CAT 980 que sous celui de sa comparaison avec l'équipement ancien qu'il remplace progressivement dans notre mine.

### CHAPITRE 6 : COÛT D'ENTRETIEN

Nous avons intentionnellement séparé ce coût des autres éléments du prix de revient car, contrairement aux autres dépenses relativement constantes dans des conditions données, il peut varier dans des proportions sensibles suivant l'âge de la machine, l'efficacité de son entretien, la manière de la conduire, l'état des pistes de roulage, etc.

C'est d'ailleurs ce qui nous a incités à en suivre l'évolution séparément pour chacun de nos chargeurs : cela nous permet, d'une part d'augmenter la précision de nos statistiques, et d'autre part et surtout, de pouvoir définir correctement la date de leur renouvellement (on parlera plus en détail de cette question au chapitre 8 consacré à la rentabilité).

TABLEAU 7

#### Caterpillar 980 Coût d'entretien

Situation au 30 avril 1974 (cumulée depuis l'origine)

Rubriques	Chargeuses				
	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5
Tonnage chargé et transporté .....	456 205	275 548	212 375	182 584	
Main-d'œuvre (charges comprises) ..	0,11	0,12	0,10	0,13	Moins d'un mois de service
Pièces de rechange	0,08	0,11	0,06	0,05	
Prestations externes	0,07	0,04	0,03	0,08	
Frais généraux d'atelier .....	0,05	0,06	0,05	0,06	
Pneus .....	0,16	0,10	0,03	0,10	
Coût total / tonne	0,47	0,43	0,27	0,42	
Heures de fonctionnement (compteur de puissance) ..	3 163	1 768	1 450	1 486	
Coût horaire sans les pneus .....	45	52	36	39	

*Remarques :*

- La main-d'œuvre ne comprend que du personnel de la mine.
- Les prestations externes correspondent :
  - soit à des réparations d'organes effectuées par des entreprises extérieures,
  - soit à la location des mécaniciens Caterpillar venant effectuer des réparations sur place.
- Les dépenses de pneus ne comprennent pas la monte d'origine.
- Les frais généraux correspondent à un peu moins de 50 % de la main-d'œuvre.

Ces coûts sont détaillés pour nos 4 premiers 980 (la mise en service du cinquième étant trop récente) dans le tableau 7 qui donne des dépenses à la tonne, référence habituellement utilisée dans les mines de fer. A Mairy, nous avons coutume d'inclure dans l'entretien les frais de pneumatiques : nous n'avons pas cru devoir y déroger mais néanmoins, comme nous faisons figurer pour mémoire une référence horaire nous la donnons sans pneus, comme cela se fait dans d'autres professions, afin de permettre des comparaisons plus faciles. Nous rappelons toutefois que les unités horaires ne sont pas toujours les mêmes (voir chapitre 2) et qu'il faut être très prudent dans les études comparatives.

Il n'y a guère pour l'instant de commentaire à faire sur ces résultats car nos chargeurs sont, dans leur ensemble, encore très jeunes et il est normal qu'ils conduisent à des coûts relativement modérés. Disons seulement que :

- Si la main-d'œuvre d'entretien est sensiblement la même pour toutes, on enregistre des variations importantes sur les pièces de rechange et les prestations externes.
- La dépense pneus (sauf pour le n° 1) se ressent encore de l'équipement d'origine dont la valeur faisait partie du prix d'achat.
- Les valeurs enregistrées à ce jour se situent toutes les quatre au-dessous de la droite prévisionnelle n°2 (figure 13) représentative de l'entretien dans l'étude de rentabilité déjà mentionnée.

## **CHAPITRE 7 : PRIX DE REVIENT**

Nous procédons maintenant au calcul du prix de revient complet de l'opération chargement/transport du minerai en quartier (depuis le front de taille jusqu'au quai de déversement en wagons : remplissage de ceux-ci et échange des rames inclus). Afin de permettre des comparaisons faciles avec les autres types de matériel employés dans d'autres mines, nous donnons ci-après (tableau 8) le coût complet, rapporté à l'heure de marche et à la tonne, de l'opération chargement/transport, présenté suivant le modèle standard du document SIM. Les résultats qui y sont mentionnés sont ceux obtenus par notre CAT 980 le plus ancien et, comme demandé, pour l'ensemble de l'année 1973. (A noter que tous les autres ont été mis en service postérieurement au 1er janvier 1973.) Nous n'avons aucune remarque particulière à faire sur ce tableau.

Nous nous sommes par contre penchés un peu plus sur l'analyse du prix de revient publié au tableau 9 et qui établit une comparaison complète entre les CAT 980 et l'équipement classique que nous utilisions jusqu'alors, constitué d'une chargeuse JOY 18 HR et deux camions JOY 14 D2. Cette comparaison est, à nos yeux, très intéressante car elle met clairement en valeur la supériorité constante de l'engin unique réalisant à lui seul les deux opérations. Les rendements très supérieurs ainsi obtenus ne sont un secret pour personne mais il était nécessaire, pensons-nous, de mettre aussi l'accent sur l'intérêt économique incontestable que présente cette nouvelle technologie. A cet égard, les chiffres du tableau parlent d'eux-mêmes et condamnent sans appel le matériel ancien.

**TABLEAU 8**  
**Caterpillar 980 n° 1 — Année 1973**

	période	à l'heure	à la tonne
Nombre d'heures de fonctionnement (compteur puissance) .....	1 936	—	—
Nombre de tonnes chargées-transportées .....	281 221	145	—
<b>Dépenses d'exploitation</b>			
Main-d'œuvre de conduite, charges comprises (1) .....		45	0,31
Carburant (Prix avant augmentations importantes de fin 1973) .....		7	0,05
Huiles et graisses .....		3	0,02
Pneus et chambres .....		30	0,21
<b>Dépenses d'entretien</b>			
Main-d'œuvre d'entretien et réparations, charges comprises (2) .....		15	0,10
Frais généraux d'atelier .....		7	0,05
Pièces de rechange (3) plus prestations extérieures .....		22	0,15
<b>Entretien des pistes. (Ne fait pas partie de nos statistiques)</b>			
<b>Amortissements, 4 ans sur valeur actuelle, 510 000 F environ .....</b>		<b>64</b>	<b>0,44</b>
<b>Total .....</b>		<b>193</b>	<b>1,33</b>

(1) Maintenance non comprise.

(2) Sans frais généraux d'atelier.

(3) Détails sur les pièces les plus fréquemment changées : voir chapitre 4.

TABLEAU 9

**Coût du chargement - Transport en quartier  
Comparaison théorique du Caterpillar 980 et de l'équipement  
chargeuse à pinces + camions  
Bases économiques de mai 1974**

	Cat. 980	Joy 18 HR + 2 camions 14 D2	
		Char- geuse	Camions
<b>I. Données techniques</b>			
Production :			
par poste .....	650 t	600 t	
annuelle (11 mois de 21 jours)	300 000 t	275 000 t	
Rayon d'action :			
maximum admissible .....	250 m		500 m
moyen normal .....	175 m		325 m
Nombre d'ouvriers .....	1	1	2
Prix d'achat des engins (actualisé)	510 000	550 000	300 000
Annuités d'amortissement techni- que .....	4	10	5
Durée de fonctionnement/poste (en compteur de puissance) ..	4 h 1/3	6 h	5 h
Consommation horaire de carburant .....	30 l		10 l
<b>II. Prix de revient</b>			
M.-O. conduite :			
salaire horaire 14 F .....			
charges sociales 90 % .....	0,33	0,35	0,70
Carburant (fuel 0.52 F/l) .....	0,10		0,09
Electricité (0,14 F/kwh) : 75 kw, coef. 60 % .....		0,06	
Lubrifiants .....	0,03	0,03	0,04
Entretien mécanique (sauf pneus)	0,44	0,50	0,60
Pneus .....	0,17		0,05
Amortissement (reprise du Cat. après 4 ans, soit 8 000 h, pour 28 %) .....	0,31	0,20	0,44
		1,14	1,92
<b>Total .....</b>	<b>1,38</b>	<b>3,06</b>	

Pour une bonne interprétation des chiffres exposés, nous ajoutons les quelques remarques et explications ci-après :

- Il s'agit d'une étude théorique basée sur des données techniques réalisables (et ayant été réalisées) dans des conditions normales, les coûts étant calculés sur les bases économiques actuelles.
- En ce qui concerne les frais d'entretien, ils ont été définis pour du matériel présentant un degré d'usure moyen. En particulier pour les Caterpillar, le chiffre correspond au prévisionnel de 4000 h de marche (droite n° 2 sur la figure 13).
- Le coût des pneus du CAT est établi d'après la formule Michelin (voir tableau 5) qui correspond à une durée moyenne AV + AR de 1 260 h (prix unitaire d'un pneu 8 000 F), et pour un débit moyen de 150 t/h.
- Nous avons bien évidemment tenu compte du taux de reprise du CAT (voir chapitre suivant) lors de son renouvellement, avantage qui est exclu pour les autres matériels.
- Enfin notons, pour qu'aucun doute ne subsiste, que le rayon d'action plus faible du CAT ne constitue pas dans le cas de la mine de Mairy un handicap, car le découpage de notre gisement permet d'assurer une desserte correcte de nos quartiers avec parcours intérieur limité à 250 m sans pose de voie supplémentaire, à la seule condition d'aménager des quais de déchargement plus fréquemment (v.p.h. méthode d'exploitation), ce qui n'entraîne pas d'augmentation des dépenses car le coût de ces quais est très inférieur à celui des quais camions.

## **CHAPITRE 8 : ETUDE DE RENTABILITE**

Il peut être intéressant, dans le but de rentabiliser au mieux un tel engin, de suivre l'évolution dans le temps des dépenses qui varient avec l'ancienneté de la machine, à savoir la charge de capital (autrement dit l'amortissement à la tonne) et les frais d'entretien. Cette étude, très simple, doit permettre de voir s'il existe un moment où la somme de ces dépenses passe par un minimum et, dans l'affirmative, d'en déterminer les coordonnées.

Si nous connaissons parfaitement l'évolution de la charge de capital nous en sommes réduits, pour l'entretien, à faire des hypothèses, car l'ancienneté de nos machines n'est pas suffisante pour opérer sur des chiffres précis. Bien entendu un parallèle avec la réalité s'imposera par la suite, de manière à corriger, en fonction de ceux obtenus, les résultats de l'étude. On définira de cette façon le moment optimum pour le renouvellement de l'engin.

### **Etablissement des courbes**

Nous avons choisi comme variables

- En abscisses (x) : les heures de marche.
- En ordonnées (y) : les coûts à la tonne exprimés en francs, avec une relation implicite définie par le débit théorique de 150 t/h.

La charge de capital comprend deux termes :

- A : prix d'achat standard. Actuellement 500 000 F environ.
- B : équipements spéciaux mine et descente au fond, 25000 F.

L'amortissement s'écrit donc :

$$y_1 = \frac{525000}{x \times 150} = y_1 = \frac{3500}{x}$$

et la courbe correspondante est repérée par le chiffre (1) sur le graphique de la figure 13.

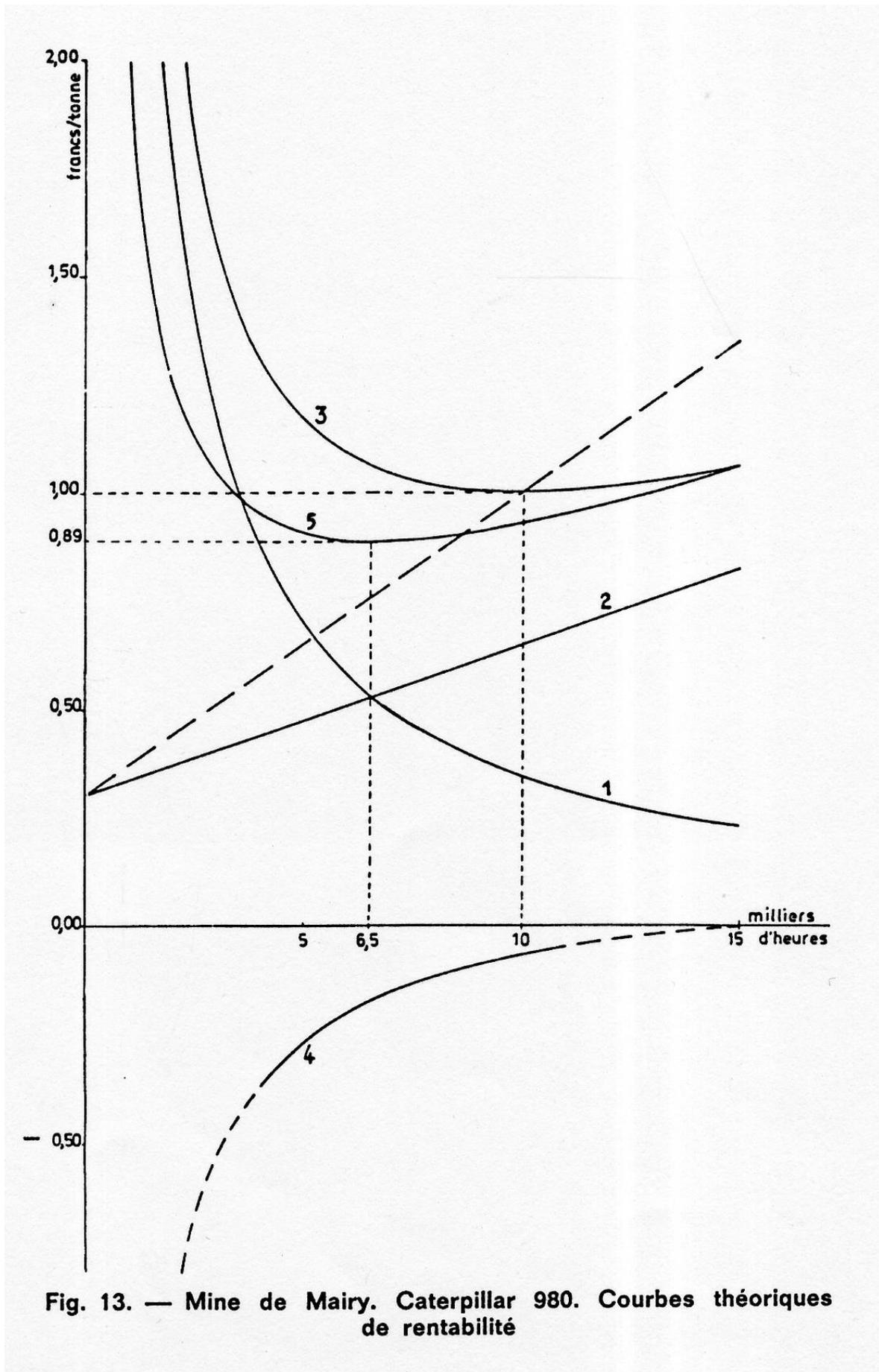


Fig. 13. — Mine de Mairy. Caterpillar 980. Courbes théoriques de rentabilité

Pour les frais d'entretien nous admettons une progression constante avec l'ancienneté, partant d'un coût originel de 30 centimes pour aboutir à 1 f/t à 10000 h en entretien instantané : la droite correspondante est tracée en tirets sur le graphique. L'entretien cumulé, qui est à tout moment la moyenne arithmétique entre le coût instantané et le coût à l'origine, se trouve ainsi défini par la formule

$$y_2 = \frac{0,35}{10000} x + 0,30$$

et est représenté par la droite repère (2).

Notons, en passant, que les pneus ne sont pas comptés dans cette dépense, car leur coût constant est sans influence sur les variations étudiées.

La somme de ces dépenses soit  $Y = y_1 + y_2$  suit les variations indiquées par la courbe (3) qui représente à 10000 h un coût minimum de 1 franc (valeurs exactes calculées en annulant la dérivée  $Y'$  car la représentation graphique ne fournit pas une précision suffisante). Ce point correspond donc, en théorie, au moment idéal de remplacement de la machine, mais il est à noter qu'au voisinage de ce minimum la courbe est très aplatie ce qui veut dire que l'on dispose d'une période assez étendue (avant et après 10000 h) au cours de laquelle le renouvellement pourra intervenir sans risque d'augmentation notable de la charge minimum.

### **Variante résultant de la revente d'un chargeur**

Contrairement à la plupart des matériels miniers spécialement conçus pour l'emploi au fond, les chargeurs Caterpillar présentent l'avantage d'une standardisation qui leur confère une valeur résiduelle certaine en fin de carrière en alimentant un marché de l'occasion qui permet leur réemploi dans d'autres industries (Travaux publics notamment). Le prix de revente, variable suivant le degré d'usure, doit donc être pris en considération pour compléter l'étude ci-dessus et définir un nouveau « point minimum ».

Pour ce faire, nous estimons que la dépréciation peut être considérée comme linéaire avec une valeur de reprise égale à 40% u prix d'achat  $A$  à 5000 h, la machine devenant pratiquement sans valeur à 15000 h. Précisons tout de suite que, si nous employons le terme « reprise », c'est parce que la Société Bergerat-Monnoyeur peut effectivement reprendre une machine usagée lors de l'achat d'un engin neuf (nous avons déjà procédé avec elle à cette opération lorsque nous avons remplacé nos CAT 966 par des 980) mais que les chiffres que nous avançons, et que nous estimons modérés, le sont sous notre entière responsabilité et n'engagent aucunement le fournisseur.

Compte tenu des taux ci-dessus indiqués, le montant de la reprise exprimé en valeur totale s'écrit :

$$y_3 = -20 x + 300000^\circ$$

et pour avoir l'incidence à la tonne, il suffit de changer de signe et de diviser par la production, soit  $150 x$ , ce qui donne l'équation :

$$y_4 = 2 \left( \frac{1}{15} - \frac{1000}{x} \right)$$

dont les variations sont représentées par la courbe (4). Nous recommandons néanmoins la prudence lorsqu'il s'agit d'utiliser cette courbe dans les zones extrêmes, la linéarité du taux résiduel que nous avons admise dans un but de simplicité de calcul pouvant alors se trouver en défaut.

Dans cette nouvelle optique économique, la charge totale se trouve exprimée par la formule  $y_1 = y + y_4$  représentée par la courbe (5) qui met en évidence un nouveau minimum à 6 500 h avec un coût cumulé de 0,89 (même remarque que la courbe (3) en ce qui concerne l'étalement de ce minimum). La reprise de l'engin permet donc, en avançant de 3 500 h la date de son renouvellement, de diminuer la charge à la tonne de 11 centimes, ce qui fait réaliser une économie d'environ 110 000 F.

---

## **TROISIEME PARTIE**

### **CONDITIONS DE TRAVAIL — HYGIENE ET SECURITE**

Ces différents aspects de l'emploi du chargeur-transporteur peuvent se résumer dans le mot « Environnement », car ils représentent tout ce qui n'est pas l'engin lui-même mais qui a sur lui, ou sur son conducteur, une influence se traduisant généralement par une modification, dans un sens ou dans l'autre, des résultats obtenus. Ces facteurs, que l'on aurait tendance à considérer comme secondaires puisque aussi bien ils ne constituent pas l'essence même du fonctionnement de la machine, n'en ont pas moins une importance, du fait du travail en souterrain, que l'on aurait tort de négliger. Nous étudierons donc, dans la mesure où notre expérience le permet :

- Sur le plan hygiène et confort : l'aération, les gaz d'échappement, la chaleur, le bruit et le poste de conduite.
- Sur le plan sécurité : le freinage et la direction.
- Sur le plan conditions de travail : les pistes de roulage.

#### **CHAPITRE 9 : HYGIENE ET CONFORT**

##### **Aération et gaz d'échappement**

Avant l'introduction au fond d'engins à moteurs thermiques, l'aération avait pour but de garantir une composition normale de l'atmosphère des galeries et d'évacuer les fumées de tir. L'introduction des moteurs diesel, de plus en plus gros d'ailleurs, a apporté eux contraintes nouvelles ; alimentation du mélange comburant et dilution des gaz d'échappement. Nous n'entrerons pas dans le détail du problème qui est le même pour toutes les machines et a déjà fait l'objet de nombreuses études dans les mines de fer et ailleurs. Disons seulement que, par rapport à l'époque des chargeuses électriques, nous avons pratiquement doublé les débits d'air dans nos quartiers, et ce malgré l'épuration que nous faisons subir aux gaz d'échappement.

Cette épuration est faite par le procédé classique du bac de barbotage représenté sur la figure 14, qui montre son emplacement sur le chargeur ainsi que celui de la réserve d'eau. La capacité totale des deux récipients est de 660 l. Le remplissage se fait en moyenne 2 fois par poste, ce qui correspond à une consommation horaire de l'ordre de 300 l (durée de marche par poste 4 h 1/3 environ).

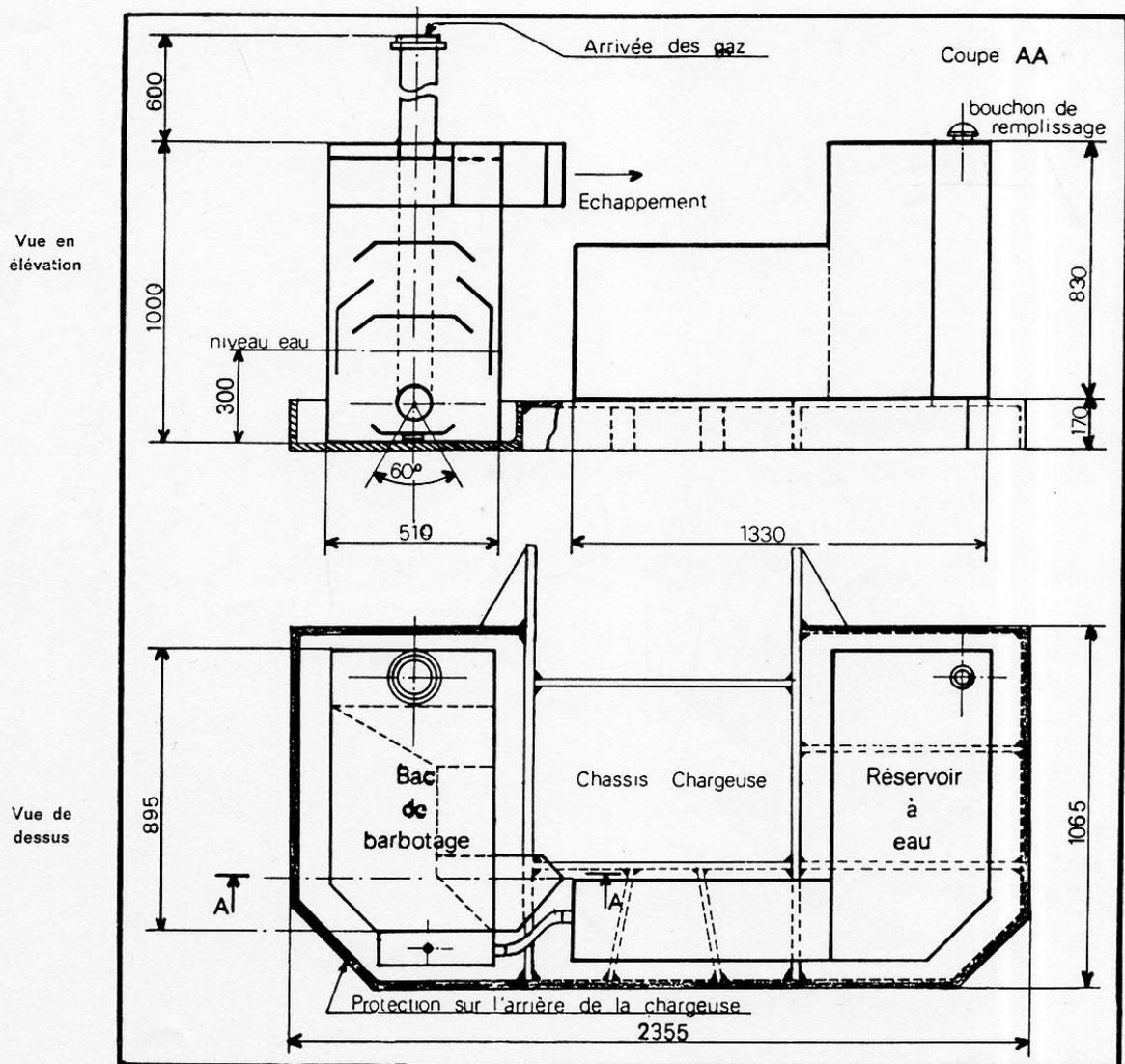


Fig. 14. — Système d'épuration des gaz sur Cat. 980

Les teneurs moyennes en gaz d'échappement sont les suivantes :

	Avant barbotage	Après barbotage
Oxyde de carbone	300 ppm	50 à 100 ppm
Vapeurs nitreuses	500 ppm	250 ppm

Rappelons que les seuils maxima en teneur d'ambiance sont fixés à 50 ppm pour le CO et 10 ppm pour NO<sub>x</sub> : cela revient à dire que la dilution des vapeurs nitreuses nécessite un volume d'air égal à 25 fois celui rejeté par le moteur. Avec un débit de 20 m/s pour un quartier normal (voir chapitre B), nous avons un coefficient de sécurité de 300 à 400 %

### Chaleur et bruit

Ces deux problèmes sont, à coup sûr, moins importants que celui de l'air mais il est intéressant, ne serait-ce qu'à titre documentaire, de noter leurs valeurs représentatives.

L'ambiance des galeries de circulation, où la ventilation est normale et permanente, n'est pas altérée par la chaleur que dégage le moteur. Il n'en va pas de même pour les chantiers en cul-de-sac qui requièrent un aérage forcé et n'en sont pas encore équipés. Un certain nombre de mesures ont été effectuées dans ces conditions pour des chantiers profonds d'une quarantaine de mètres à partir du plus proche circuit d'air, et nous avons enregistré une élévation de la température de l'ordre de 0,3° par godet ce qui donne, pour un stock de 20 godets chargés de façon ininterrompue, une augmentation de près de 6° qui n'est pas négligeable.

Dans les mêmes conditions, nous avons mesuré naguère une même augmentation de 6° avec le CAT 966 et 10° avec le Wagner ST5, tous deux équipés d'un godet de moins de 6 t. Sans doute les moteurs Deutz (refroidissement à air) et Caterpillar (turbo-soufflante et refroidissement à eau) ne se comportent-ils pas à cet égard de la même façon ?

Précisons que, quand cela est nécessaire, nos chargeurs travaillent en alternance dans deux chantiers indépendants de façon à limiter les effets de la chaleur.

En ce qui concerne le bruit, l'emploi des Caterpillar n'a en aucune façon dégradé l'environnement. En effet, les mesures moyennes relatives à ces engins conduisent aux chiffres suivants :

Trajet sur piste à vide :	90 à 95 décibels.
Trajet sur piste en charge :	95 à 100 décibels.
Chargement à front :	environ 100 décibels.

Ces résultats sont, en tous points, comparables au bruit occasionné par nos autres machines et se trouvent même dans la moyenne de l'éventail général ainsi qu'en témoignent les exemples suivants :

Chargeuse JOY pendant chargement :	90 à 95 décibels.
Ventilateurs secondaires :	95 à 100 décibels.
Jumbo pendant foration des trous de boulons :	105 à 110 décibels.

### **Poste de conduite**

Contrairement aux chargeurs-transporteurs conçus spécialement pour les mines et qui n'ont réservé au conducteur qu'une place restreinte sur un des côtés de la machine, avec un siège à 90° par rapport à l'axe de déplacement, le Caterpillar offre un emplacement spacieux et dégagé situé, non plus sur le bord, mais dans l'axe du chargeur (figure 15).

Ce poste présente, par rapport à celui des engins typiquement miniers, un certain nombre d'avantages, en particulier :

- Visibilité meilleure car le siège est situé plus haut, et également répartie puisque la conduite est centrale.
- Confort général nettement amélioré du fait d'un espace disponible beaucoup plus grand. Le siège, non suspendu, comporte des coussins à ressorts.
- Protection latérale du conducteur assurée par la grande largeur qui le sépare des bords de la machine.
- Possibilité d'adaptation d'un toit de protection robuste.
- Contrôle facile du tableau de bord.

Le seul inconvénient pourrait être l'obligation de tourner la tête pour la conduite en marche AR, mais aucun conducteur ne s'en plaint, certains même préférant ce mode de translation lorsque le godet est plein, les balancements dus aux irrégularités de la piste étant alors, semble-t-il, moins ressentis.



Figure 15 : Caterpillar 980 – Poste de conduite

## **CHAPITRE 10 : SECURITE**

Les deux points les plus importants dans le domaine sécurité sont incontestablement le freinage et le système de direction qui sont, l'un et l'autre, à la base d'un comportement correct et sûr de la machine. Nous ne nous étendons aucunement sur les aspects technologiques de ces deux questions puisqu'elles sont traitées par ailleurs (voir document Bergerat-Monnoyeur) : nous nous contenterons d'en analyser le comportement ainsi que les conséquences éventuelles.

### **Freinage**

Le CAT 980 est équipé de freins à tambours à commande pneumatique : ils nous ont toujours donné toute satisfaction et aucune panne en ce domaine n'a été enregistrée à ce jour (voir tableau 3).

Sur le plan pratique, ces freins, pour être en règle avec le cahier des charges défini par la commission technique du bassin ferrifère lorrain, doivent permettre, en roulant en charge, une décélération au moins égale à 4 m/s<sup>2</sup>.

Nous avons effectué un certain nombre de contrôles et obtenu des résultats se situant dans l'éventail suivant :

- Vitesse de translation : 12 à 18 km/h.
- Décélération : 3,5 à 4,2 m/s<sup>2</sup>.
- Distance d'arrêt : 3,20 à 4,20 m.

Ces chiffres sont valables aussi bien en charge qu'à vide, et correspondent à des pistes en sol naturel sèches ou peu humides ce qui est notre cas le plus général.

## Direction

Elle est réalisée par l'articulation du châssis, laquelle est commandée par 2 vérins. Bien que le circuit hydraulique d'alimentation présente des normes de sécurité largement étudiées, il n'est pas exclu d'envisager une éventuelle rupture de flexible, ce qui pourrait entraîner des conséquences graves. Pour éviter de tels désagréments, que nous n'avons heureusement jamais eu à déplorer, la commission technique du bassin a demandé au constructeur d'étudier l'adaptation d'un double circuit de commande de la direction permettant au conducteur, si une telle rupture se produit, de pouvoir maintenir son engin en ligne ou de le redresser si l'incident survient au cours d'un virage.

Cette modification a déjà été réalisée, et elle est en cours d'essais en laboratoire : sa réception définitive par la Commission technique susvisée aura lieu dès que possible, et après essais pratiques sur une machine, l'adaptation systématique aura lieu sur les futurs chargeurs.

## **CHAPITRE 11 : PISTE DE ROULAGE**

Pour qu'un engin automoteur, capable de se mouvoir rapidement, puisse le faire dans de bonnes conditions, il paraît évident de mettre à sa disposition une surface de roulement aussi plane que possible. Si ce principe n'est mis en doute par personne, sa réalisation au fond d'une mine rencontre un certain nombre de difficultés et à Mairy nous ne les avons pas encore toutes résolues. Les principales de ces difficultés sont les suivantes :

- A moins de se trouver « in situ » dans un terrain approprié, une piste correcte requiert l'apport de matériaux convenables pour en constituer l'ossature. Cela pose un important problème d'approvisionnement qui nécessite du temps et entraîne des dépenses (en plus de la valeur propre du matériau).
- Dans une exploitation en traçages, comme c'est le cas à Mairy, l'éloignement des fronts de taille par rapport au quai augmente sans cesse : il faut donc fréquemment allonger la piste.
- Dans un quartier comportant de nombreux points d'attaque (10 à 15 en moyenne), il n'est pas possible d'aménager tous les circuits : on doit se limiter à un tronçon principal, qui est condamné à l'abandon dès que l'on déplace le quai.
- Enfin, il ne faut pas que les dépenses engagées soient supérieures au gain que l'on peut en retirer.

Malgré tout cela la recherche d'une bonne piste doit obligatoirement être entreprise, car elle constitue un élément éminemment favorable au confort du conducteur et à la tenue mécanique de l'engin, facteurs qui, tous deux, concourent à l'obtention de résultats meilleurs et à moindre prix. Nous nous sommes efforcés, à Mairy, d'augmenter progressivement l'efficacité de notre action en ce domaine, et sommes bien décidés à poursuivre notre effort. Voici d'ailleurs les différents stades opérationnels par lesquels nous sommes passés :

- Sol brut (minerai pauvre très marneux) seulement nettoyé et sommairement nivelé au moyen d'un tracto-pelle sur chenilles. Cela conduit à des pistes qui se dégradent rapidement (dureté du sol très inégale) : la circulation y est le plus souvent mauvaise. Au plan économique, il faut noter que le travail du chenillard est long et relativement onéreux.
- Revêtement en ballast (granulométrie 0-80) nivelé et compacté au rouleau vibrant. Cela donne une piste convenable dont la durée n'est malheureusement pas très longue, mais correspond à peu près au cycle de nos quartiers. Les inconvénients de mise en œuvre en ont déjà été évoqués, et le coût représente environ 0,10 F par tonne de minerai produit, pour un circuit central représentant en moyenne le tiers seulement du parcours complet.

- Revêtement ballast plus tarmacadam : mêmes remarques que ci-dessus mais avec tenue meilleure, durée plus longue et coût plus élevé (essai actuellement en cours).
- Emploi d'un compacteur spécial à pieds dameurs qui peut mettre en œuvre des matériaux recueillis sur place, à savoir le minerai lui-même ou le stérile du pied de couche.

### Compacteur Caterpillar 815

Cet appareil, que nous décrivons rapidement, est constitué par les éléments de base d'un chargeur type 966 dont les roues, beaucoup plus larges, sont munies de rangées de pieds disposés en chevrons sur le pourtour de ces cylindres. Il est équipé, à l'avant, d'une lame de bull-dozer (figure 16).

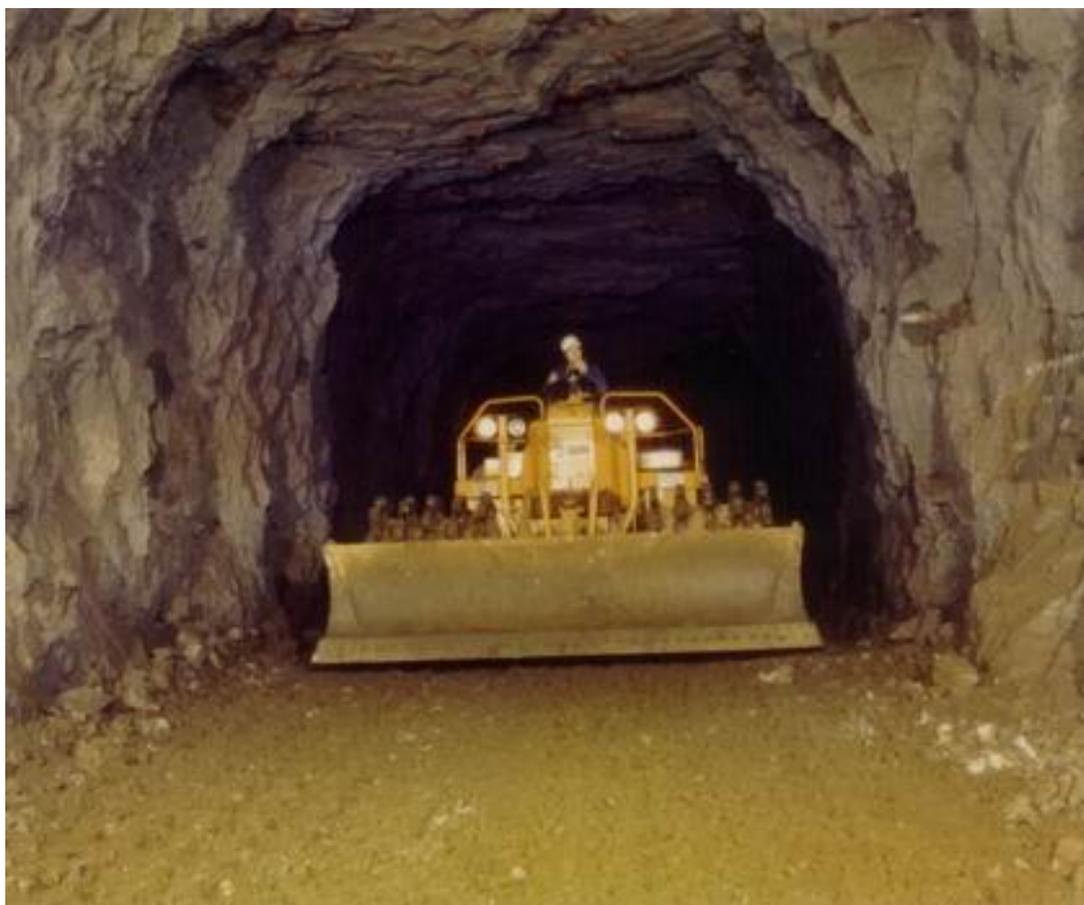


Figure 16 : Le Caterpillar 815 utilisée à la Mine de Mairy pour l'entretien des pistes

L'engin travaille sur des produits en vrac qu'il étale à l'aide de sa lame sur la piste à revêtir, puis la compacte par passages répétés sur la surface ainsi nivelée. L'opération de compactage est réalisée par effet de charge (la pression au sol augmente à chaque passe et varie aussi selon la vitesse de translation : elle peut atteindre 30 à 40 kg/cm<sup>2</sup>), par pétrissage du sol qui subit des contraintes entre les pieds en quinconce et par effet d'impacts qui, du fait de la vitesse, opèrent une mise en vibration du sol.

Les 4 rouleaux portent chacun 5 rangées de 12 pieds de 19 cm de long et de 116 cm<sup>2</sup> de surface de contact au sol. Leur diamètre hors-tout est de 1,41 m et leur largeur de 0,97 m. La largeur totale compactée, en 2 passes juxtaposées, est de 4,30 m et celle de la lame de 3,65 m.

Au plan opérationnel, le travail est très rapide et 4 à 8 passages, suivant les matériaux, suffisent généralement pour obtenir une sous-couche durcie et résistante. Le compactage se fait en profondeur (épaisseur idéale de travail 30 à 50 cm) et la pellicule supérieure, qui reste meuble, est « surfacée », lors de la mise en service, par les pneus des véhicules utilisateurs de la piste.

Nous procédons actuellement à l'essai de cette technique avec 2 types de matériaux : le stérile du sol de la galerie préalablement défoncé à l'explosif et du minerai T.V. prélevé sur la production du quartier. Ce dernier nécessite un court transport et un régalaage, mais sa mise en œuvre est plus aisée et il semble bien que le résultat en soit meilleur. Notre expérience est encore trop récente pour permettre de porter un jugement de valeur mais il est d'ores et déjà certain que les inconvénients énoncés plus haut sont presque tous surmontés : les quelques pistes que nous venons de faire (en milieu sec, il faut bien le préciser) se comportent, pour l'instant, assez bien et leur coût (amortissements exclus) devrait se situer à 30% environ de celui d'une piste en ballast faite comme décrit plus haut. Il reste maintenant à apprécier leur durée, mais la méthode nous semble très prometteuse.

---

## CONCLUSION

Dans les pages qui précèdent nous avons analysé avec toute l'objectivité possible, le comportement et les résultats obtenus à Mairy par le chargeur CAT 980 employé également comme engin de transport du minerai. Les avantages que l'on a trouvés dans cet emploi étant de beaucoup supérieurs aux inconvénients, on pourrait se déclarer satisfait et en rester là de notre exposé déjà fort long. Nous croyons utile néanmoins de revenir sur quelques points déjà soulignés dans le cours du rapport, et de faire une courte synthèse de l'opération réalisée.

Sur le plan technologique, la suppression des chargeuses JOY et des camions qui les desservent nous a apporté un gain de productivité sur l'ensemble du quartier de l'ordre de 25% . Ensuite, le passage du CAT 966 au 980 nous a procuré un nouvel accroissement de 25 à 30%, soit un total de 60% par rapport à l'équipement originel. On pourrait se demander si le passage à un engin encore plus gros ne nous procurerait pas, une nouvelle fois, une amélioration spectaculaire ?

C'est autour de cette interrogation que nous allons articuler notre conclusion. Nous avons déjà dit, au chapitre A, qu'une des raisons du succès à Mairy du CAT 980 était sa parfaite adaptation aux performances réalisables par l'équipe de mineurs pour l'abattage du minerai. C'est là un point excessivement important, et nous considérons qu'une productivité plus grande de l'engin de chargement/transport ne se répercutera pas en totalité sur l'ensemble de l'équipe si elle tend à détruire l'homogénéité de ses performances ; nous en avons eu un exemple avec le CAT 966, qui se traduisait par un sous-emploi des mineurs et un engin plus gros que le 980 risquerait de provoquer un suremploi irréalisable nécessitant effectif supplémentaire et matériel nouveau, d'où rupture d'équilibre et recherche d'une nouvelle organisation du quartier.

Qu'on veuille bien ne pas considérer ces quelques lignes comme une condamnation du progrès, mais seulement comme une mise en garde prudente.

Cela ne veut pas dire que nous rejetons systématiquement toute idée d'augmentation du débit : nous pensons même déjà à rechercher, pour des quartiers où nous n'avons pas la possibilité de limiter notre roulage à 200 m, une machine susceptible d'assurer le débit moyen actuel du CAT 980, à une distance 2 à 3 fois supérieure. L'application des données du tableau 2 nous montre qu'avec un godet de 17 t (il en existe actuellement sur le marché), un débit de 150 t/h pourra être réalisé jusqu'à 400 m de roulage.

Dans cette hypothèse nous n'avons pas détruit l'homogénéité du quartier puisque, le débit n'étant pas changé, le travail demandé aux mineurs reste le même.

Le chargeur-transporteur constitue donc un indéniable progrès pour le chargement et l'évacuation du minerai en quartier mais, comme tout progrès, il doit être maîtrisé et adapté à son environnement.

---

Voir catalogue de liens page suivante

**Liens vers toutes les toutes les autres pages de ce site consacrées aux  
Mines de fer de Lorraine et à celle de Mairy-Mainville en particulier**

[Album photographiques « MINES DE FER DE LORRAINE - MAIRY MAINVILLE 1970/1981 » – 14 pages](#)

[Légendes des photos de l'album de la Mine de MAIRY MAINVILLE - 1970/1981](#)

[Trombinoscope de la Mine de MAIRY MAINVILLE – 11 pages](#)

[Effets de lumière au fond de la mine de MAIRY – Photos de Claude VOYAT](#)

[Départ en retraite de Monsieur Maurice MERLIN](#)

[Légendes des photos du départ en retraite de Monsieur Maurice MERLIN](#)

[Lettre de Jean BREVI à François Xavier BIBERT](#)

[Campagne de sécurité à la Mine de MAIRY – Le village de MAINVILLE](#)

[Emploi de l'oxygène liquide comme Explosif dans les Mines de Fer de Lorraine](#)

[« 4 HOMMES - 4 MACHINES - 4 TIRS - 40 WAGONS » - Etude du CATERPILLAR 980](#)

[Mines de Fer de LORRAINE - Monographie de la Mine de MAIRY - 1980](#)

[Géologie du bassin ferrifère lorrain à Hayange](#)

[Bibliothèque « MINES ET CARRIERES » de FXB](#)

[12 Lampes de Mine](#)

[Gérard DALSTEIN – « Les Chantiers du Fer »](#)

[Collection de pin's de Guy PODLESNIK](#)

[MAINVILLE - 2008 – Friche industrielle](#)

[Mine de MAIRY – Articles du « Républicain Lorrain »](#)

[François-Xavier BIBERT – Le « Républicain Lorrain »](#)

**[Page d'accueil du site de François-Xavier Bibert](#)**