

DÉBARDAGE PAR TRACTEUR A CHENILLES EN SECONDE ZONE AU GABON

par J. ESTÈVE,
*Ingénieur de Recherches
au Centre Technique Forestier Tropical.*



Photo Estève.

Chutes de la Bevolongo — Gabon.

SUMMARY

SKIDDING BY CRAWLER TRACTOR IN THE SECOND ZONE IN GABON

Though the crawler tractor is the basic vehicle used for conveying timber from tropical forests, its conditions of use have rarely been examined in detail.

This article, which is the result of two months of time-study on a forest site in North-West Gabon, examines the breakdown of working time between the different tasks involved in conveying timber from the site.

After a general description of the site and of the various techniques of exploitation employed there, the author specifies the duration and method of the observations made in situ, and then goes on to make a detailed breakdown of the work performed by the tractors and the results achieved.

He then examines the results of the operation of conveyance proper, making a distinction between primary skidding (tree-length skidding) and secondary skidding (log skidding).

The article concludes with a graphic analysis of the data gathered, making it possible to establish curves of the variation in turn-around time and hourly production of the tractors in the light of various factors influencing skidding (distance, payload, etc.).

RESUMEN

ACARREO DE MADERAS MEDIANTE TRACTORES DE ORUGAS EN SEGUNDA ZONA DEL GABÓN

Si el tractor de orugas constituye la maquinaria de base para la extracción de maderas de construcción en el bosque tropical, sus condiciones de empleo han sido raramente objeto de estudios detallados.

Este artículo, resultado de más de dos meses de operaciones de cronometrado, ejecutadas en un tajo forestal del N. O. del Gabón, tiene por objeto examinar el reparto de los tiempos de trabajo entre las distintas tareas que abarca la denominación de « acarreo ».

Después de proceder a un estudio general de los tajos y de las distintas técnicas y procedimientos de explotación que se utilizan en los mismos, el autor define la duración y la modalidad de las observaciones sobre el terreno, procediendo acto seguido al desglose detallado del trabajo de las máquinas empleadas y los resultados correspondientes.

A continuación, se estudian los resultados de la operación de acarreo propiamente dicha, estableciendo la distinción entre acarreo primario o transporte de fustes y el acarreo secundario, o transporte de troncos.

El artículo finaliza por un análisis gráfico de los levantamientos que permite determinar las curvas de variación de los tiempos de rotación y de la producción horaria de la maquinaria, en función de los distintos factores que influyen sobre las operaciones de acarreo (distancia, carga útil, etc.).

Si le tracteur à chenilles est l'engin de base utilisé pour l'extraction des bois d'œuvre de la forêt tropicale, les conditions de son emploi n'ont que rarement fait l'objet d'études détaillées.

On connaît assez bien la productivité globale des tracteurs, c'est-à-dire le quotient de la production obtenue d'un engin ou d'un groupe d'engins par le nombre d'heures consacrées à assurer cette production ; on connaît par contre beaucoup moins bien le détail de la répartition de ces heures entre les différentes tâches, que recouvre l'appellation « débardage ».

C'est pour améliorer nos connaissances en ce domaine que, à l'occasion d'un séjour effectué au Gabon, une étude détaillée du travail de plusieurs tracteurs a été entreprise, basée sur l'exécution de chronométrages pendant quelques mois. Ce travail a été mené à bien grâce à l'obligeance de la Compagnie des Bois Déroulés OCEAN (B. D. O.) qui a bien voulu nous accueillir sur son chantier du « Mouni », situé dans la partie ouest des Monts de Cristal au Gabon. Nous tenons à la remercier ici de l'aide qu'elle nous a apportée.

De juin à août 1966, nous avons procédé à l'étude de détail de 5 tracteurs à chenilles travaillant en terrain accidenté : deux de ces engins étaient des D6 C, deux autres des D7 modèle 17 A, et un cinquième un D7 modèle 47 A. Il nous a donc été

possible de comparer la production de ces différents modèles sur un chantier produisant de l'Okoumé et en même temps de connaître la proportion des heures de travail consacrées aux différents travaux.

Situation du chantier.

Le chantier du « Mouni », comme le montre la carte ci-jointe (fig. 1), se situe sur la bordure ouest de la région accidentée des Monts de Cristal. Intégralement couverte de forêt, elle est abondamment arrosée (plus de 3,50 m par an en moyenne) avec saison sèche de juin à septembre. Les vallées sont parcourues par des rivières au débit important et irrégulier, telles, dans le permis B. D. O., l'Adughé et la Gnia, affluents de la Noya. Les versants présentent des dénivellés de plusieurs centaines de mètres. Sur le permis, certaines crêtes s'élèvent jusqu'à 400 m au-dessus des vallées. La carte de la zone où se pratiquait l'exploitation lors de notre séjour, montre ce relief mieux que toute description. (fig. 2)

Les versants sont souvent abrupts, mais il est fréquent que les crêtes constituent des sortes de « plateaux », assez accidentés, sur lesquels se trouve un bon nombre d'okoumés. Les versants sont beaucoup moins riches.

Les routes sont, bien entendu, établies dans les vallées. Le relief et les cours d'eau obligent à des investissements routiers importants.

Nature du sol.

Le système de la Noya qui forme les contreforts des Monts de Cristal est constitué par des terrains schisto-gréseux de formation pré-cambrienne. Le sol est d'argile rouge compacte, avec des dépôts de latérite en gravillons.

Les Monts de Cristal proprement dits sont constitués par un socle ancien, ensemble complexe de roches cristallines et cristallophylliennes. Les sols sont généralement des sols beiges argilo-siliceux. On constate également la présence de nombreux affleurements granitiques.

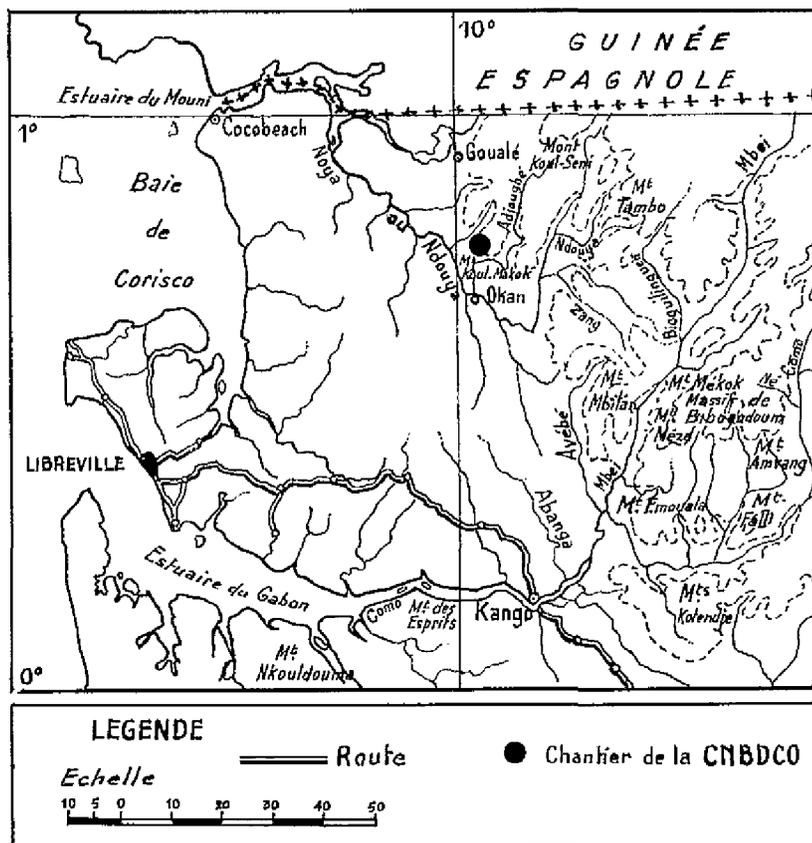


FIG. 1.

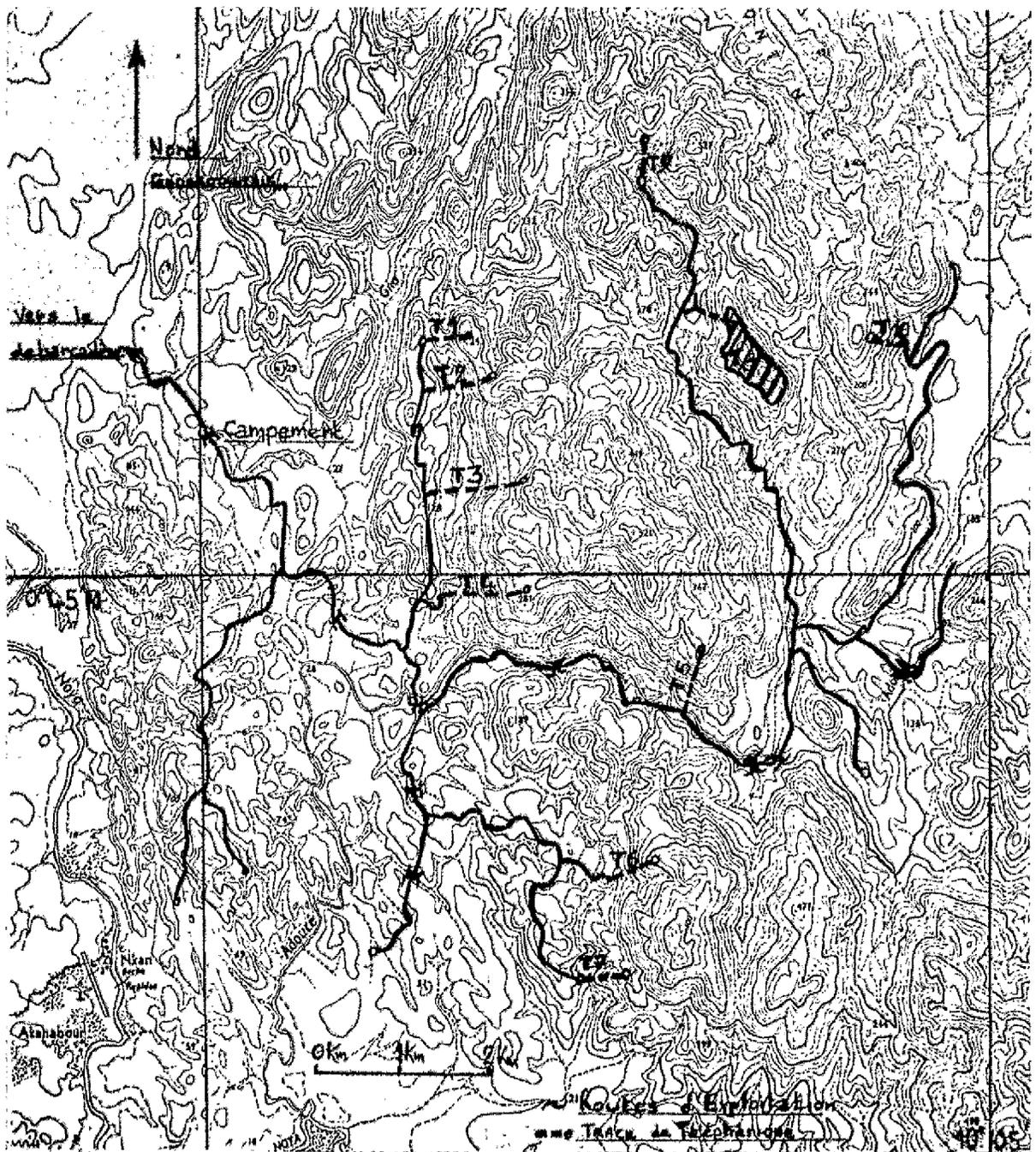


FIG. 2. — Routes d'exploitation du Chantier BDO Mouni.

Il s'agit du report des routes du chantier sur la carte I. G. N. au 1/50.000^e. Les chiffres T 1, T 2... indiquent les emplacements des diverses installations téléphériques. Le plateau hachuré définit la zone en cours d'exploitation pendant notre expérimentation.

Permis.

Le permis du « Mouni » a une superficie totale de 20.000 ha. Son accès est difficile par voie terrestre : la seule communication possible est la rivière Noya qui relie le permis par voie d'eau à l'estuaire du Rio Mouni distant de 50 km où se fait l'embarquement des bois sur bateaux de haute mer. Les communications rapides ne sont possibles

que par avion. Un terrain d'atterrissage a d'ailleurs été aménagé sur le chantier.

L'exploitation de ce permis a commencé en 1964.

Outre le débardage dont nous parlerons ci-dessous, l'évacuation des grumes comprend donc un transport par camion sur route privée, interne au chantier sur 20 à 30 km, et un transport par eau sur 50 km.

Toutes les routes d'exploitation ont été construites par la Compagnie des Bois Déroulés OCEAN.

ORGANISATION DE L'EXPLOITATION

MÉTHODE DE DÉBARDAGE.

Le relief a commandé les méthodes de débardage mises en œuvre. En aucun cas l'arche de débardage (tractée ou « intégrale ») n'est employée. Deux techniques différentes sont utilisées :

a) **Zones d'accès possible à partir des routes ; débardage « conventionnel »** : dans les vallées, aux abords des routes et dans les zones les moins tourmentées, les bois sont débardés par tracteur à chenilles selon le schéma classique. Les fûts complets sont amenés :

- soit directement sur parc en bordure de route où a lieu leur tronçonnage en billes marchandes,
- soit sur un parc intermédiaire, situé en forêt et où a lieu le tronçonnage. A partir de ce parc, un second débardage est effectué qui ne porte que sur le bois marchand.

Le système du parc intermédiaire est utilisé dès que la distance entre le pied de l'arbre et la route excède quelques centaines de mètres : on évite ainsi le tirage de rebuts qui surchargent inutilement les tracteurs.

Le débardage amenant directement les bois « bord route » est appelé débardage selon la méthode « conventionnelle » (Cf. fig. 3).

b) **Exploitation par téléphérique** : nous avons dit plus haut qu'une partie importante des okoumés est située sur des « plateaux » plus ou

moins accidentés raccordés aux vallées par des versants abrupts. Le débardage conventionnel obligerait les tracteurs à chenilles à franchir à chaque voyage des dénivellations de plus de 100 m ce qui serait fort onéreux. On pourrait à la rigueur construire des routes en lacets mais on estime que le coût en serait prohibitif. On préfère donc faire descendre le bois dans la vallée au moyen d'un téléphérique, d'une portée variant de 500 à 800 m selon les cas : son principe est celui du plongeur ou blondin.

Un parc principal est ouvert à la station supérieure du téléphérique. Les tracteurs à chenilles y débardent le bois selon des schémas identiques à ceux de la méthode conventionnelle :

- si la distance entre les lieux d'abattage et le parc n'est pas trop élevée, les fûts entiers y sont directement amenés pour être tronçonnés,
- si la distance est grande, supérieure à 500 m par exemple, un parc intermédiaire de tronçonnage est ouvert en brousse ; un second débardage atteignant des distances de 1.000 à 2.000 m est effectué jusqu'au téléphérique.

Le chargement « bord route » des camions peut se faire, soit à la station inférieure du téléphérique (ce fut le cas pendant notre séjour au chantier) soit, si nécessaire, après un tirage supplémentaire au chenillard, sur courte distance.

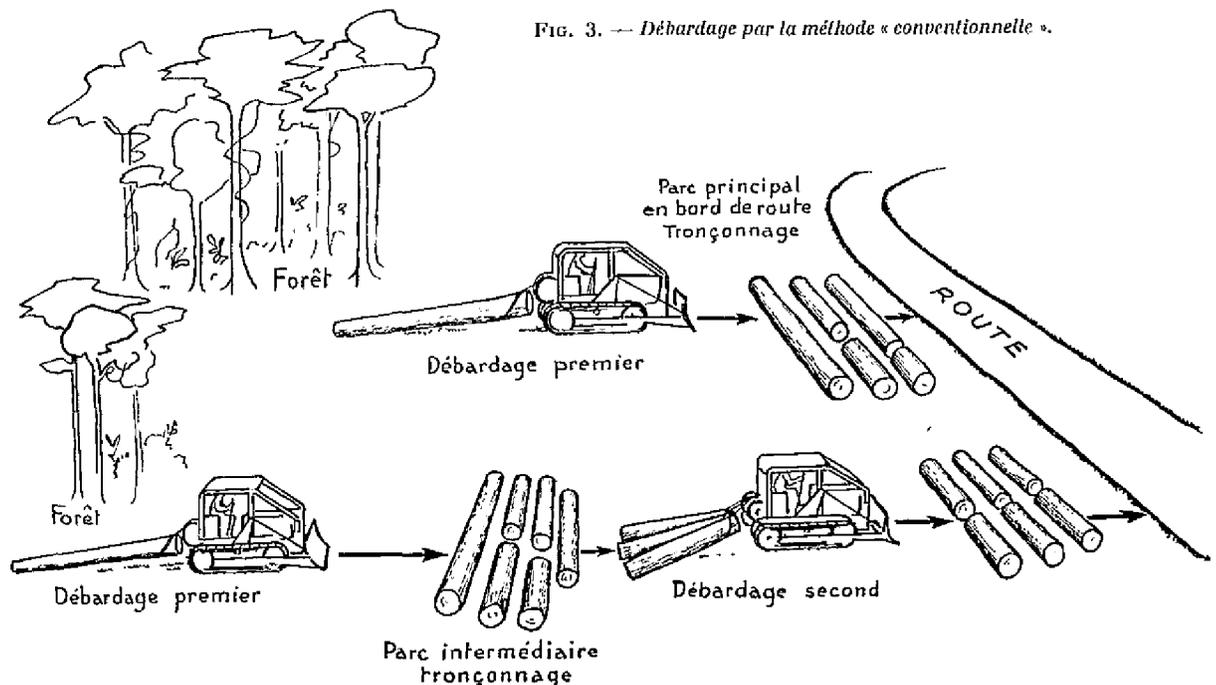


FIG. 3. — Débardage par la méthode « conventionnelle ».

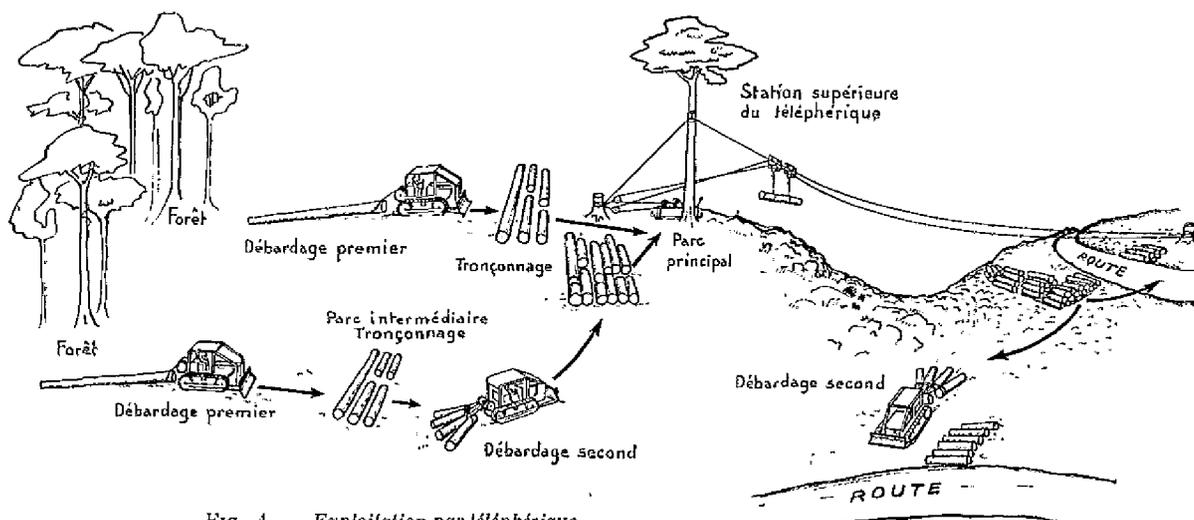


FIG. 4. — Exploitation par téléphérique.

Le chargement des camions s'effectue à l'aide des monte-grumes mécaniques équipant les véhicules (Cf. fig. 4).

Dans les zones très accidentées que nous avons décrites, le débardage est rendu pénible par la présence constante de fortes pentes, 30 à 40 %, et de nombreux blocs ou dalles de rochers. Dans certains cas l'emploi de la dynamite a été nécessaire pour éliminer les rochers trop gênants.

Production - Matériel.

En 1965, le chantier du Mouni a produit 27.000 t de bois dont 22.900 t d'Okoumé et 4.100 t de

bois divers. La production mensuelle oscille donc entre 2.000 et 2.500 t. Le volume moyen (1) des fûts dans la région exploitée, en juin et juillet, était de 7,6 m³ ou 4,6 t, oscillant entre 3,5 m³ (2,1 t) et 24 m³ (14,5 t). Le volume moyen des billes marchandes était de 4,6 m³ (2,75 t) compris entre 1,5 m³ (0,9 t) et 11 m³ (6,6 t).

Cette production est assurée par 6 tracteurs de débardage, équipés de treuils forestiers et de bulldozers (3 au « téléphérique » et 3 pour le débardage « conventionnel »).

Le transport de la production est effectué par 5 trains grumiers à 3 essieux.

ÉTUDE DU DÉBARDAGE

TYPES DE TRACTEURS.

Sur les six tracteurs utilisés au débardage, cinq ont servi de base d'étude, ce sont :

- 2 tracteurs D6 C (n° 1 et 2), à transmission mécanique, de puissance 120 CV.
- 2 tracteurs D7 D (n° 10 et 11), à transmission mécanique, de puissance 140 CV.
- 1 tracteur D7 E (n° 16), à transmission mécanique, de puissance 160 CV.

Nous avons donc chronométré tous les tracteurs de débardage sauf un vieux D7 type 3 T qui était utilisé principalement à ce que nous appellerons le débardage second.

Les tracteurs nous ayant servi de base d'étude sont tous des Caterpillar puisqu'il s'est trouvé que cette marque était seule représentée sur le chantier. Il est bien entendu que les recherches auraient abouti aux mêmes conclusions avec des tracteurs de puissance équivalente mais de marque différente. D'ailleurs, une étude semblable bien que plus succincte, réalisée au Gabon par la S^{te} Hutton et Cookson qui distribue le matériel Allis-Chalmers, et portant sur des tracteurs de type HD 11, avait donné des résultats similaires.

DURÉE ET MODALITÉS DES OBSERVATIONS.

Les différents chronométrages ont duré du 1^{er} juin au 31 juillet 1966. Ils ont porté sur 950 rotations totalisant 1.200 heures chrono, pour l'ensemble des tracteurs testés.

Les chronométrateurs avaient chacun pour tâche de relever depuis le début du travail (moment où

(1) Il est admis que 1 m³ d'Okoumé pèse 600 kg.

les conducteurs arrivaient le matin auprès de leur engin), jusqu'à la fin du travail le soir :

— la durée de toutes les phases de chacune des rotations de débardage ainsi que tous les temps divers,

— le numéro des arbres débardés à chaque voyage,

— les facteurs de terrain, de pente et de distance influant sur le débardage.

Jusqu'au début juillet, les chronométrages ont porté sur toute la durée du poste de travail journalier soit 8 heures ; les tracteurs travaillant par la suite en 2 postes de 7 heures, les chronométrages n'ont plus alors porté que sur l'un des postes de travail, matin ou après-midi, suivant le cas.

Tous les temps ont été relevés au chronomètre ou à la montre bracelet.

Les deux D6 C étaient des engins neufs, arrivés fin 1965 sur le chantier. La mise en service des trois autres tracteurs s'étale entre 1960 et 1963.

Le tableau suivant indique le nombre d'heures d'utilisation et l'état du train de chenilles des tracteurs au 1^{er} juillet 1966.

TABLEAU 1

Tracteur	Nombre d'heures d'utilisation	Usure des chenilles	
		Tuiles	Usure moy. des autres éléments
D6 C n° 1 « télé. »	1.407	25 %	40 %
D6 C n° 2 « convent. »	1.288	40 %	35 %
D7 D n° 10 « convent. »	9.268	15 %	5 %
D7 D n° 11 « télé. »	9.404	70 %	60 %
D7 E « convent. »	6.416	25 %	30 %

DÉCOMPOSITION DU TRAVAIL DES ENGIN. RÉSULTATS

Le but poursuivi par cette étude est de décomposer par opérations le temps de travail d'un tracteur à chenilles.

Cette décomposition, assez complexe, s'effectue en plusieurs stades résumés dans le tableau 3.

TEMPS DE TRAVAIL POSSIBLE. COEFFICIENT BRUT D'UTILISATION.

Le temps de travail possible d'un tracteur à chenilles correspond au temps de présence du conducteur auprès de son engin. C'est le temps écoulé entre le moment où le conducteur arrive près de son tracteur le matin et le moment où il en arrête le moteur le soir.

Le D6 C n° 1 et le D7 D n° 11, débardaient au sommet du blondin. Les trois autres engins travaillaient suivant la méthode « conventionnelle ».

Le nombre d'heures d'utilisation mensuelle des tracteurs au débardage, y compris le vieux D7 3 T, du mois d'avril au mois de juillet 1966 a été : (indications fournies par les compteurs horaires des engins).

TABLEAU 2

	Avril	Mai	Juin	Juillet
D6 C n° 1 « télé. »	160	156	132	212
D6 C n° 2 « convent. »	171	169	172	126
D7 D n° 10 « convent. »	152	72	87	194
« télé. »			40	
n° 11 « télé. »	129	163	143	135
D7 E « convent. »	187	192	174	219
D7 3 T « télé. »	133	103	101	126
Autres engins « télé. »			29	
Total heures utilisées au débardage et opérations connexes	932	855	878	1.012

PLUVIOMÉTRIE.

La période d'étude qui nous concerne ici est à cheval sur la saison des pluies et la saison sèche : la saison sèche 1966 a été tardive puisque les pluies n'ont pratiquement cessé que le 27 juin. Les hauteurs d'eau enregistrées ont été :

— en mai : de 303,7 mm pour 19 jours de précipitations,

— en juin : de 171 mm pour 13 jours de précipitations,

— en juillet : de 4,5 mm pour 3 jours de précipitations.

Un certain nombre de définitions relatives à ces stades et à leurs subdivisions s'avère nécessaire à une bonne compréhension du texte. Ce sont ces définitions et les résultats qui les complètent que nous présentons maintenant.

Nous avons dit que ce temps était de 8 heures pour le travail à un poste et de 7 heures pour le travail à 2 postes.

Ce temps inclut des heures de travail et des heures d'arrêt de l'engin ; on peut le décomposer en deux phases :

TABLEAU 3

<p>Temps de Travail possible ou Heures de présence du conducteur $T = H + h_0$</p>	<p>Temps de Travail Total $H = h_f + h_n$</p>	<p>Temps de Travail effectif h_f</p>	<p>a) Débardage premier</p>	<p>Trajet à vide Débroussaillage de l'accès Terrassement pour accès au pied Élingage Débusquage Trajet en charge Désélingage Rangement de la bille Incidents (embourbage)</p>
	<p>Temps hors travail ou temps perdu (engin arrêté ou au ralenti) h_0</p>	<p>Entretien Attentes Pausas Pannes</p>	<p>Déplacement d'un lieu de travail à un autre</p>	

- le temps de travail total (H),
- le temps hors travail ou temps perdu (h_0).

Abandonnons pour l'instant la décomposition du temps de travail total du tracteur sur laquelle nous reviendrons dans les pages suivantes, pour nous pencher sur le *temps hors travail*.

Temps hors travail ou temps perdu.

Nous avons admis 4 causes de perte de temps au cours d'une journée de travail :

ENTRETIEN :

Ce sont les temps employés aux pleins des réservoirs et du radiateur et aux graissages divers du tracteur. Le gros entretien tel que vidanges et réglages est, en principe, exécuté avant l'arrivée du conducteur sur le lieu de travail.

ATTENTES :

Sont considérés comme temps d'attente, tous les temps d'arrêt non imputables au matériel lui-même, ni à son équipage. Nous pouvons citer, par exemple :

- la recherche d'élingues,
- l'attente d'un autre tracteur pour aider à débusquer un arbre trop gros ou mal placé,
- la nécessité d'abattre un arbre pour dégager l'arbre à débarder,
- l'attente du tronçonneur de culée et de houpplier,

Débardage d'un Okoumé au D 7 Caterpillar sur les contreforts des monts de Cristal (Gabon).

Photo Estève.



— la recherche de la piste permettant d'atteindre plus facilement le fût.

Au cours des attentes, le moteur du tracteur est en principe au ralenti.

PAUSES :

Ce sont tous les temps d'arrêt imputables à l'équipage de l'engin.

PANNES :

Ce sont tous les temps d'arrêt dus à une défaillance mécanique du tracteur, et qui nécessitent l'intervention des mécaniciens.

Coefficient brut d'utilisation.

C'est le rapport en pourcentage du temps de travail total (II), sur le temps de travail possible (T) (cf. tableau 4).

$$\text{Coefficient brut d'utilisation} = \frac{\text{Temps de travail total} \times 100}{\text{Temps de travail possible}} = \frac{H}{T} \times 100$$

Pour les 5 engins chronométrés, ce coefficient a été de 73 %.

Résultats et commentaires.

La décomposition en pourcentage du temps de travail possible a été la suivante pour les différents engins :

Si l'on veut étudier particulièrement les différentes causes de perte de temps, on obtient les résultats donnés au tableau 5.

Ces résultats appellent certains commentaires :

a) Les temps hors travail représentent pratiquement 27 % de la journée de travail, ce qui signifie qu'au cours d'un poste de 8 heures, le temps de travail total de l'engin est inférieur à 6 heures.

b) La principale cause de temps perdu réside dans les attentes qui à elles seules, représentent 51 % de ce temps.

Ce pourcentage élevé résulte de nombreux arrêts pour tronçonnage de culée ou de houppier, pour recherches de pistes ou de pieds et réglages de pelle. La forte proportion à imputer au tronçonnage est due :

— aux difficiles conditions de débardage qui obligeaient parfois à un débusquage avant tronçonnage pour les pieds situés dans les bas-fonds ;

— à un effectif de tronçonneurs insuffisant à certains moments ;

— au comportement de la main-d'œuvre.

c) Les gros travaux d'entretien (vidanges et réglages) devaient en principe être exécutés avant l'arrivée des conducteurs auprès de leur engin. Ce n'était pas toujours le cas, ce qui explique en partie la place importante prise par ce poste : 24 % du temps hors travail.

d) Le faible pourcentage de pauses, 2,2 % du temps de travail possible (environ 10 minutes par poste de 8 heures) paraît inférieur à la *réalité probable*. Une proportion inconnue du temps de pause est peut-être venue gonfler les temps d'entretien ou d'attentes.

TABLERAU 4

Décomposition en pourcentages du temps de travail possible

	Télé.	Convent.	Convent.	Télé.	Convent.	Moyenne pondérée
	D6 C n° 1	D6 C n° 2	D7 D n° 10	D7 D n° 11	D7 E n° 16	
H = Temps de travail total	71,4	76,0	71,9	68,0	75,0	72,6
h = Temps hors travail :						
entretien	5,6	3,5	6,7	8,2	8,0	6,6
attentes	15,4	14,5	14,4	14,4	12,0	13,9
pauses	1,0	1,5	4,0	0,7	3,0	2,2
pannes	6,6	4,5	3,0	8,7	2,0	4,7
	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

TABLERAU 5

Décomposition du temps perdu en %

	Télé.	Convent.	Convent.	Télé.	Convent.	Moyenne pondérée
	D6 C n° 1	D6 C n° 2	D7 D n° 10	D7 D n° 11	D7 E n° 16	
Entretien	19,7	14,5	23,8	25,6	33,0	24,3
Attentes	53,9	60,5	51,4	45,0	47,5	50,8
Pauses	3,3	6,0	14,2	2,3	12,0	8,0
Pannes	23,1	19,0	10,6	27,1	7,5	16,9
Temps perdu	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Piste de débardage dans les monts de Cristal
(Gabon). Pente d'environ 35 %.

Photo Estève.

TEMPS DE TRAVAIL TOTAL — COEFFICIENT D'UTILISATION EFFECTIVE.

Le temps de travail total recouvre des travaux productifs et des travaux non productifs. L'expérience d'autres chantiers a montré qu'on peut grossièrement identifier heures de travail total à heures compteur indiquées par l'horomètre de l'engin. L'ensemble des travaux productifs est ce que l'on dénomme travail effectif de l'engin.

Le temps de travail total (H) se subdivise donc en deux rubriques :

Temps de travail effectif (hf).

C'est l'ensemble des travaux productifs exécutés par le tracteur. Ceci concerne principalement le travail de débardage qui sera examiné en détail dans un prochain paragraphe.

Ce débardage qui conduit l'arbre de sa souche au parc principal ou au parc intermédiaire est intitulé « débardage premier ».

Les autres travaux productifs peuvent être :

LE RANGEMENT DU PARC : c'est le nettoyage du parc et le rangement des billes sur celui-ci,

LE DÉBARDAGE SECOND : ce débardage, surnommé ainsi pour bien le distinguer du débardage proprement dit ou débardage premier, se produit lorsque les distances de rotation devenant trop grandes, on crée un parc intermédiaire en forêt de façon à ne transporter que du bois marchand au parc principal. Les tracteurs consacrent alors un certain temps au débardage second du parc intermédiaire au parc principal,

— LE TERRASSEMENT DE PISTES PRINCIPALES DE DÉBARDAGE,

— CERTAINS INCIDENTS DE DÉBARDAGE, dus à l'état du sol ou à la nature du terrain. Ce sont essentiellement les pertes de temps dues à l'embourbement des tracteurs, qui n'en figurent pas moins dans le temps de travail effectif,

— CERTAINS « DIVERS » PRODUCTIFS : ont été considérés comme « divers productifs » des temps tels que :

● aide apportée à un tracteur ou un véhicule embourbé,

● aide apportée à un tracteur pour le faire démarrer.



Il est évident que toutes les rubriques énumérées ci-dessus peuvent ne pas se rencontrer dans des conditions autres que celles de notre étude.

La détermination du temps de travail effectif permet de définir le coefficient d'utilisation effective d'un tracteur. C'est le rapport du temps de travail effectif du tracteur sur le temps de travail total.

Coefficient d'utilisation effective =

$$\frac{\text{Temps de travail effectif (hf)}}{\text{Temps de travail total (H)}}$$

Ce coefficient a été de 94 % pour les 5 tracteurs considérés.

Travaux non productifs.

Le principal travail non productif est le déplacement d'un lieu de travail à un autre.

Résultats et commentaires.

La décomposition en pourcentage du temps de travail total des cinq tracteurs nous donne les résultats suivants :

Si on identifie heures de travail total à heures compteur, le tableau n° 6, ci-après donne la décomposition en pourcentage des heures marquées par les compteurs des engins.

Si l'on s'attache particulièrement au temps de travail effectif, la décomposition devient la suivante (tableau 7) :

TABLEAU 6
Décomposition du temps de travail total en %

		Télé.	Convent.	Convent.	Télé.	Convent.	Moyenne pondérée
		D6 C n° 1	D6 C n° 2	D7 D n° 10	D7 D n° 11	D7 E n° 16	
Travail effectif (h _t)	Débardage premier . . .	67,2	60,0	76,9	62,2	72,7	68,8
	Rangement sur parc . . .	12,0	4,1	8,1	11,6	10,9	9,5
	Terrassement de pistes . . .	5,0	12,1	4,5	1,4	6,0	5,7
	Débardage second . . .	7,3	10,3	3,7	13,8	2,5	6,8
	Incidents productifs . . .	0,9	4,4	0,4	3,6	0,8	1,8
	Divers	0,6	2,0	1,0	0,8	1,7	1,2
							93,8 %
Travaux non productifs (h _n)	Déplacements sur route	7,0	7,1	5,4	6,6	5,4	6,2
							6,2 %
		100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

TABLEAU 7
Décomposition du travail effectif en %

		Télé.	Convent.	Convent.	Télé.	Convent.	Moyenne pondérée
		D6 C n° 1	D6 C n° 2	D7 D n° 10	D7 D n° 11	D7 E n° 16	
Travail effectif (h _t)	débardage premier	72,3	64,6	81,3	66,6	76,8	73,3
	rangement sur parc	13,0	4,4	8,6	12,5	11,5	10,1
	débardage second	7,8	11,1	3,9	14,7	2,7	7,3
	terrassage de pistes	5,4	13,0	4,8	1,5	6,3	6,1
	incidents productifs	0,9	4,7	0,4	3,8	0,9	1,9
	divers	0,6	2,2	1,0	0,9	1,8	1,3
		100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

D'après les résultats précédents, on constate que :

— le débardage premier représente environ 70 % du temps de travail total (ou heures compteur) d'un tracteur. Si l'on rapporte ce pourcentage au temps de travail possible du tracteur, l'on voit que les rotations de débardage proprement dit ne représentent qu'à peine 50 % du temps de travail possible,

— le nettoyage et le rangement du parc, travaux non directement productifs, occupent environ 10 % du temps de travail effectif,

— le débardage second à partir d'un parc intermédiaire, ne prenait place qu'au-delà d'une cer-

taine distance et était principalement réservé à un vieux tracteur. Ceci explique son faible pourcentage dans le cas des cinq tracteurs testés puisqu'il ne représente que 7 % de leur temps de travail effectif.

TABLEAU RÉCAPITULATIF DE LA DÉCOMPOSITION A PARTIR DU TEMPS DE TRAVAIL POSSIBLE.

Tous les pourcentages précédemment déterminés peuvent être ramenés au temps de travail possible. Ceci nous donne le tableau suivant :

Temps de travail possible 100 %	} Temps de travail total 72,6 %	} Temps de travail effectif 68,1 %	} Débardage premier 49,9 %	} Rangement du parc 6,9 %	} Débardage second 5,0 %	} Ouverture de pistes 4,1 %	} Incidents de débardage 1,3 %	} Divers productifs 0,9 %		
									} Travaux non productifs 4,5 %	} Temps perdu ou hors travail 27,4 %

PROFILS EN LONG DE PISTES PRINCIPALES DE DÉBARDAGE DU "TÉLÉPHÉRIQUE"

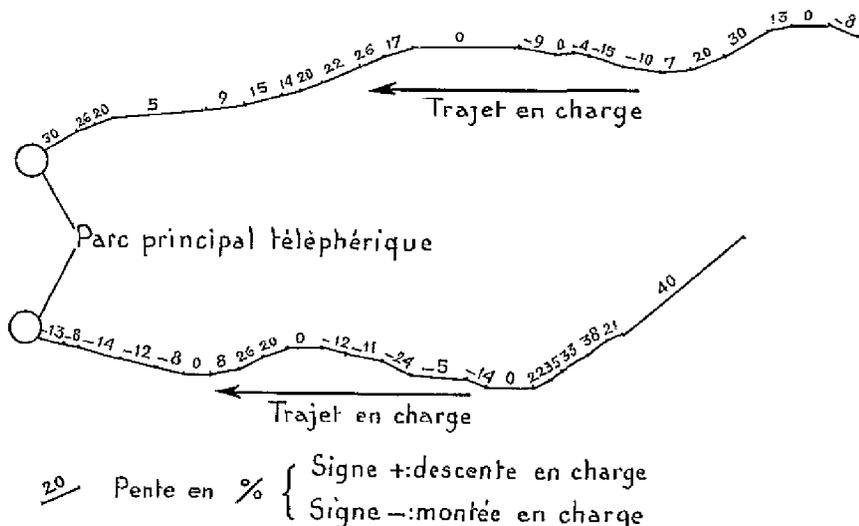


Fig. 6.

Echelle 0 50 100 150 200 250 mètres

bois débardé, a été durant notre expérimentation de 72 %.

La distance moyenne de débardage a été de 300 m variant de quelques dizaines de mètres à 1.000 m. Cette distance qui peut paraître faible est cepen-

que des temps perdus.

Il est évidemment beaucoup plus élevé que ne le serait le rendement à l'heure de travail total ou à l'heure compteur, généralement employé.

Prenons le cas du téléphérique à titre d'exemple :

dant normale du fait de la création de parcs intermédiaires dès que la distance de rotation atteignait 700 à 800 m. Dans ce cas, la seconde phase appelée « débardage second » a été étudiée à part (cf. plus loin).

La durée moyenne de rotation pour chacun des tracteurs est indiquée dans le tableau 9.

De la charge moyenne et de la durée de rotation moyenne des tracteurs, nous pouvons déduire le rendement horaire moyen des tracteurs au débardage (tableau 10).

Ce rendement horaire est un rendement purement théorique ne tenant uniquement compte que du débardage premier, à l'exclusion de tous les autres travaux productifs ainsi

TABEAU 8

	Télé.	Convent.	Convent.	Télé.	Convent.	Moyenne
	D6 C n° 1	D6 C n° 2	D7 D n° 10	D7 E n° 11	D7 E n° 16	
Charge moyenne par rotation, charge brute avant tronçonnage.....	4,1	4,6	4,6	4,3	5,1	4,6 t
Minimum moyen	1,8	1,7	1,9	1,9	2,0	1,9 t
Maximum moyen	7,2	8,2	7,9	7,5	8,5	7,9 t

TABEAU 9

	Télé.	Convent.	Convent.	Télé.	Convent.	Moyenne pondérée
	D6 C n° 1	D6 C n° 2	D7 D n° 10	D7 D n° 11	D7 E n° 16	
Distance moyenne de débardage en mètres	330	360	250	260	270	300
Durée moyenne de rotation.....	37'	42'	32'	48'	41'	39'
Minimum	14'	13'	15'	22'	14'	
Maximum	91'	110'	83'	94'	103'	

TABLEAU 10

	Télé.	Convent.	Convent.	Télé.	Convent.	Moyenne
	D6 C n° 1	D6 C n° 2	D7 D n° 10	D7 D n° 11	D7 E n° 16	
Rendement horaire moyen en tonnes: Tonnage brut	6,8	6,6	8,4	5,4	7,5	6,9
Rendement horaire moyen exprimé en tonnage marchand	4,9	4,75	6,05	3,9	5,4	4,95

— Production juin+juillet 638 + 955 = 1.593 t
marchandes

— Nombre d'heures comp-
teur de tracteur à
chenilles utilisées (D6
C n° 1 + D7 D n° 11
+ D7 3 T + divers). 445 + 473 = 918 h.

— Production horaire glo-
bale $\frac{1.593}{918} = 1,73$ t/h.

Nous pouvons également, toujours pour le télé-
phérique, recalculer une production globale théori-
que à partir des données ci-dessus :

— Les deux engins étudiés, utilisés 8 heures par
jour, réalisent environ 6 heures de travail effectif,
soit au total 12 heures (compteur ou équivalentes).

— Si l'on admet que les engins sont utilisés au
débardage premier 4 heures par jour, avec une
production moyenne de l'ordre de
4,5 t/heure (bois marchand), on ob-
tient une production journalière de
36 t/jour.

— En fait, un D7 3 T supplémen-
taire effectuée du débardage second,
on a donc 36 t/jour pour 3 engins
ou 18 heures compteur, soit $\frac{36}{18} = 2$
t/heure comme production globale.
On voit que cette donnée théorique
est peu différente de celle constatée
en pratique.

Décomposition d'une rotation de débardage.

Chaque voyage de débardage pre-
mier peut se décomposer selon les
phases suivantes :

ALLER A VIDE.

C'est le temps mis pour parcourir
la distance comprise entre le parc
de tronçonnage et le point de la piste
principale de débardage près duquel
se trouve le pied à débarker.

La moyenne des chronométrages donne 8' pour
ce parcours (correspondant à 300 m), soit une
vitesse apparente de 2,2 km/h. Selon les distances,
la durée de ce parcours varie de 1 à 45 minutes.

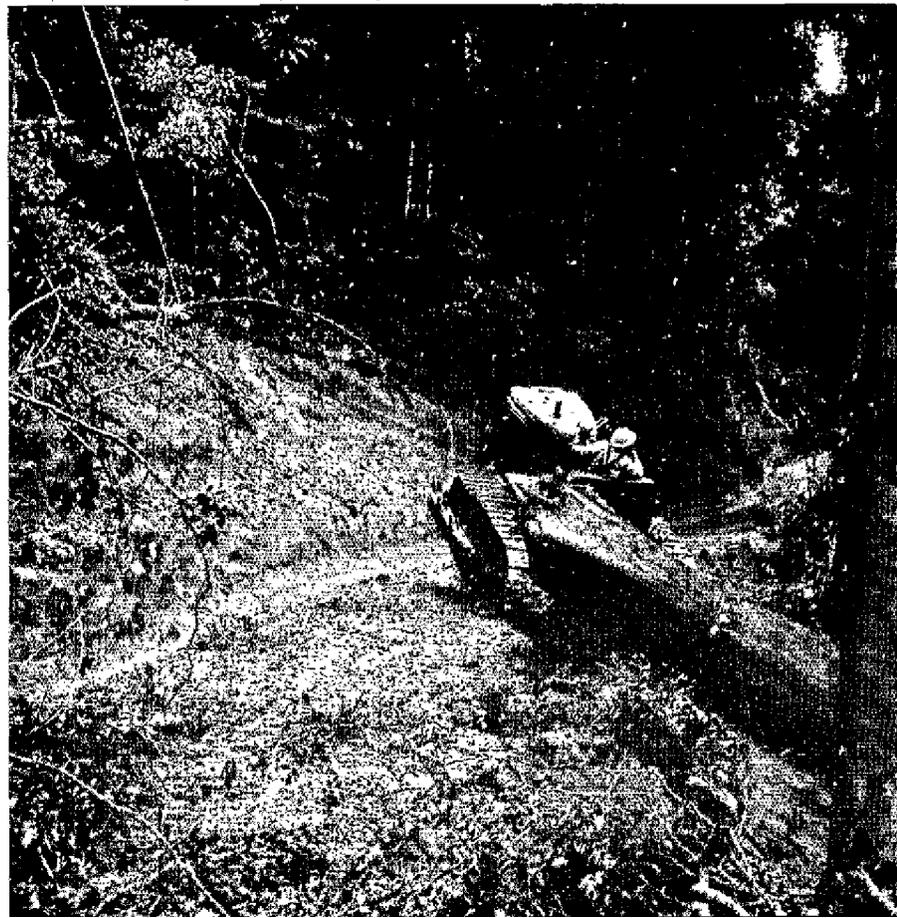
OUVERTURE DE LA PISTE D'ACCÈS AU PIED.

C'est le temps passé par le tracteur pour débrou-
ssailler la distance comprise entre son point d'arrêt
sur la piste principale et le pied de l'arbre : cette
piste s'appelle piste secondaire de débardage. Cette
phase du débardage, qui ne se produit pas pour
toutes les rotations, nécessite en moyenne 1 minute
et demi (de 1' à 30').

MISE EN PLACE DU TRACTEUR.

Ce sont toutes les opérations exécutées par le
tracteur au pied de l'arbre à débarker. Elles peu-
vent comprendre :

- le terrassement d'une plateforme stable de
débusquage. Ce terrassement généralement



*Débardage d'Okoumé en terrain accidenté
dans la région Sud de l'Ogooué (Gabon).*

Photo Lepitre.

assez court dans les terrains peu accidentés peut demander jusqu'à 3 heures pour des pieds situés dans les bas-fonds,

- l'ancrage du tracteur si besoin est,
- l'approche en marche arrière du pied à débarquer.

Le temps de mise en place a été environ de 8' pour la moyenne des rotations.

ELINGAGE DU PIED.

C'est la mise en place du câble ou de l'élingue autour du pied à débarquer. Elle débute au moment où le conducteur enclenche la marche arrière de son treuil.

Elle peut se décomposer en : dévidage du câble du treuil, passage du câble sous la bille par les élingueurs, mise en place du crochet.

Cette opération demande 4'30" en moyenne (de 2' à 20').

DÉBUSQUAGE DU PIED.

C'est le halage de la bille au treuil pour la faire sortir de la brousse. Il commence une fois la bille élinguée, lorsque le tracteur embraye son moteur ou enclenche son treuil et se termine à l'arrivée de la bille sur la piste secondaire. Cette opération nécessite environ 2', avec une variation de 1 à 15'.

RETOUR EN CHARGE.

C'est le trajet entre le pied de l'arbre et le parc de stockage. Nous l'avons décomposé en deux parties dans cette étude :

TC₁ : le trajet en charge sur piste secondaire : du pied de l'arbre au point de sortie sur la piste principale. Cette distance généralement courte n'existe que s'il y a eu précédemment ouverture de piste.

TC₂ : le trajet en charge sur piste principale : du point de sortie au parc de stockage. Ces deux trajets représentent environ 12' pour une distance moyenne de 300 m soit une vitesse apparente de 1,5 km/heure.

DÉCHARGEMENT.

C'est essentiellement le désélingage de la bille après l'arrivée du tracteur sur le parc. Cette opération demande 1'30" en moyenne.

RANGEMENT.

C'est le rangement de la bille débarquée après déchargement ; à ne pas confondre avec le rangement et nettoyage du parc. Il n'existe pas obligatoirement pour chaque rotation. Durée moyenne constatée sur l'ensemble des rotations : 30".

INCIDENTS DE DÉBARDAGE.

C'est le temps passé par les tracteurs pour se dégager lorsqu'ils sont embourbés ou lorsque la piste de débardage est encombrée d'obstacles.

Non productifs en eux-mêmes, ces temps principalement dus aux conditions de sol et de terrain doivent être cependant incorporés dans les rotations car ils influent directement sur les temps de parcours et donc sur le rendement du tracteur.

Résultats et commentaires.

Les observations sur le terrain nous ont permis de chiffrer pour chaque tracteur la part respective de chacune des phases de débardage. Cette décomposition en pourcentage est indiquée dans le tableau 11.

Si nous rapportons les pourcentages précédents à la durée moyenne de rotation de chacun des engins, nous obtenons le tableau 12 :

TABLEAU 11

Décomposition du débardage premier en %

	Télé.	Convent.	Convent.	Télé.	Convent.	Moyenne pondérée
	D6 C n° 1	D6 C n° 2	D7 D n° 10	D7 D n° 11	D7 E n° 16	
Aller à vide	21,3	16,4	21,4	26,3	17,6	20,4
Ouverture de la piste d'accès au pied	7,1	5,0	3,1	1,8	4,8	3,8
Mise en place du tracteur	15,4	28,2	21,4	14,3	24,0	21,0
Elingage	12,4	10,5	11,3	13,3	10,9	11,8
Débusquage	4,9	4,2	4,7	6,1	4,8	4,9
Retour en charge						
TC ₁	7,3	3,5	4,0	1,4	6,0	4,8
TC ₂	24,9	21,8	27,8	26,4	26,0	25,7
Déchargement	4,9	4,2	4,9	4,1	3,1	4,2
Rangement de pied débarqué	0,6	1,1	1,0	1,1	1,8	1,2
Incidents de débardage	1,2	5,1	0,4	5,2	1,0	2,2
	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

TABLEAU 12

Décomposition du débardage premier, en minutes

	Télé.	Convent.	Convent.	Télé.	Convent.	Moyenne pondérée
	D6 C n° 1	D6 C n° 2	D7 D n° 10	D7 D n° 11	D7 E n° 16	
Aller à vide	7' 55	6' 50	6' 45	12' 40	7' 10	8' 00
Ouverture de piste accès au pied....	2' 40	2' 10	1' 00	0' 55	2' 00	1' 30
Mise en place du tracteur.....	5' 40	11' 50	6' 45	6' 55	9' 50	8' 10
Élingage.....	4' 40	4' 20	3' 40	6' 20	4' 30	4' 40
Débusquage.....	1' 50	1' 50	1' 30	2' 50	2' 00	1' 55
Retour en charge : TC ₁ + TC ₂	11' 55	10' 40	10' 10	13' 20	13' 00	11' 50
Déchargement.....	1' 50	1' 50	1' 40	2' 00	1' 20	1' 35
Rangement.....	0' 10	0' 20	0' 20	0' 30	0' 40	0' 30
Incidents.....	0' 20	2' 10	0' 10	2' 30	0' 30	0' 50
	37' 00	42' 00	32' 00	48' 00	41' 00	39' 00

Ces deux tableaux appellent les commentaires suivants : les voyages à vide et en charge représentent environ 50 % du temps de débardage. Ces temps sont plus importants, à distances à peu près équivalentes, pour les tracteurs D6 n° 1 et D7 n° 11, travaillant au sommet du téléphérique. Ceci est essentiellement dû aux conditions de terrain.

A distance de débardage égale, les temps de parcours des D6 C sont inférieurs à ceux des D7 D, ce qui indiquerait une plus grande rapidité et manœuvrabilité de ces tracteurs en dépit d'une puissance inférieure. L'écart de temps constaté entre D6 C et D7 D est supérieur pour les tracteurs travaillant au téléphérique, ce qui soulignerait les avantages du D6 C en terrain très accidenté.

— En dépit de conditions de travail plus difficiles, la phase de mise en place des deux tracteurs du « téléphérique » a nécessité moins de temps que celle des autres tracteurs. Ceci peut être attribué à un manque d'habileté ou à un moins bon rendement des équipes du débardage « conventionnel ».

— Le temps d'élingage est supérieur pour les tracteurs du « téléphérique » ce qui s'explique par la fréquente difficulté d'accès aux pieds abattus.

— Il n'existe pas de différences de temps notables entre tracteurs pour les autres phases de la rotation.

Le temps de parcours à vide du D7 D n° 11 apparaît très élevé pour une distance moyenne de 260 m. Il semblerait que des erreurs de chronométrage se soient produites au

cours des relevés. Cette impression se confirme sur les courbes obtenues par analyse graphique. Il s'agit donc de se montrer très prudent quant à l'utilisation des résultats concernant ce tracteur.

DÉBARDAGE SECOND.

Cette opération de débardage, précédemment définie, a pour but d'alimenter le parc principal ou le parc de chargement des camions, non plus en fûts entiers mais seulement en billes marchandes. Son principal intérêt est donc d'éviter un transport onéreux des déchets.



Toujours dans la région Sud de l'Ogooué, un autre aspect du débardage en terrain accidenté.

Photo Lepître.

TABLEAU 13

	Télé.	Convent.	Convent.	Télé.	Convent.	Moyenne
	D6 C n° 1	D6 C n° 2	D7 D n° 10	D7 D n° 11	D7 E n° 16	
Distance moyenne de rotation en mètres	1.150	890	260	1.160	475	800
Durée moyenne de rotation en minutes	36'	25'	18'	57'	35'	34'
Charge moyenne par rotation en tonnes	5,8	3,3	3,7	4,6	4,7	4,4
Rendement horaire moyen, en tonnes	7,4	7,9	12,3	5,1	8,1	8,2

Deux cas se présentaient sur le chantier suivant le mode d'exploitation :

Au « téléphérique », ce débardage second, d'une distance moyenne de 1.150 m mais variant de 850 m et 1.700 m permettait :

- de limiter le débardage proprement dit à des distances normales,
- de ne transporter que le bois marchand sur grandes distances,
- de ne pas encombrer la station de chargement du blondin de déchets gênants.

Dans le débardage « conventionnel », le débardage second s'effectuait sur des distances plus cour-

tes, variant de 90 à 1.000 m (moyenne 600 m). Parfois même, cette rupture de charge ne semblait pas toujours techniquement s'imposer.

Le tableau 13 résume les différentes données d'exécution du débardage second.

La charge moyenne, normale pour le D6 C n° 1 paraît faible pour les autres tracteurs. Elle est inférieure à la charge moyenne obtenue pour chaque voyage de débardage proprement dit. Or s'il est souvent difficile de rassembler, au cours de débardage premier, plusieurs pieds approchant la charge optimale du tracteur, cette opération est plus aisée lors du débardage second puisqu'il s'agit de billes précédemment cubées et rangées sur parc.

Décomposition d'une rotation de débardage second.

TABLEAU 14

Tableau récapitulatif des rotations du débardage second

Engin	Distance (m)	Nombre de voyages relevés	Temps moyen (min.)			Charge moyenne par voyage m ³	Produc. Horaire moyenne	
			Trajet vide	Trajet charge	Rotation		m ³	tonnes
D6 C n° 1 Télé.	870	4	9	20	34	6,7	13,3	8,00
	990	3	8	16	29	7,8	17,9	10,80
	1.050	1	2	17	31	5,8	11,3	6,80
	1.410	4	11	23	42	8,1	11,7	7,00
	1.680	4	17	22	45	8,2	11,3	6,80
D6 C n° 2 Convent.	240	2	8	9	23	4,9	10,6	6,40
	630	8	10	13	27	6,2	15,4	9,20
	1.050	19	7	11	25	4,7	13,7	8,20
D7 D n° 10 Convent.	90	8	2	3	9	4,9	34,5	20,70
	180	5	2	5	16	7,8	30,6	18,40
	390	1	7	16	34	6,0	17,7	10,60
	440	9	6	15	26	6,6	15,2	9,10
D7 D n° 11 Télé.	900	2	6	24	43	8,4	11,7	7,00
	1.020	11	15	27	50	7,8	9,7	5,80
	1.600	4	29	31	70	6,9	10,3	6,20
D7 E n° 16 Convent.	360	3	12	14	28	8,8	22,8	13,70
	540	5	13	22	43	7,6	10,7	6,45

La décomposition d'une rotation de débardage second est beaucoup moins complexe que celle d'une rotation de débardage premier. Elle comporte au maximum 6 phases :

-- Trajet à vide : temps mis pour parcourir la distance séparant le parc de tronçonnage du parc principal.

-- Mise en place du tracteur qui correspond le plus souvent à un regroupement des billes choisies pour constituer la charge.

— Elingage de la bille ou des billes.

— Trajet en charge.

— Désélingage de la charge.

— Rangement de la ou des billes sur le parc.

Résultats du débardage second.

Un résumé chiffré des rotations de débardage second est donné par le tableau 14.

Le détail des chronométrages du tableau ci-contre nous permet d'apprécier, en % et en minutes, la part respective de chacune des phases du transport. La décomposition en pourcentage est indiquée dans le tableau 15.

Ces pourcentages rapportés à la durée moyenne de rotation de chacun des tracteurs nous donnent le tableau 16.

— Pour une distance moyenne de 800 m, la vitesse apparente des engins apparaît supérieure à celle enregistrée lors du débardage premier. Elle est de 5,3 km/h pour le trajet à vide et 3 km/h pour le retour en charge.

— L'elingage et le désélingage de la charge occupent une place plus importante que dans le débardage premier, car il y a souvent plusieurs billes transportées pour un même voyage.

TABLEAU 15

Décomposition du débardage second, en %

	Télé.	Convent.	Convent.	Télé.	Convent.	Moyenne
	D6 C n° 1	D6 C n° 2	D7 D n° 10	D7 D n° 11	D7 E n° 16	
Trajet à vide	25,5	30,6	20,9	28,3	29,8	27,0
Mise en place	—	3,9	3,1	1,8	1,1	2,0
Elingage de la charge	16,9	12,6	20,9	13,4	8,7	14,5
Trajet en charge	45,7	44,5	47,9	52,1	50,6	48,2
Désélingage de la charge	11,0	5,2	5,7	4,1	5,2	6,2
Rangement	0,9	3,2	1,5	0,3	4,6	2,1
	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Distance moyenne de rotation en m	1.150	890	260	1.160	475	800 m

TABLEAU 16

Décomposition du débardage second, en minutes

	Télé.	Convent.	Convent.	Télé.	Convent.	Moyenne
	D6 C n° 1	D6 C n° 2	D7 D n° 10	D7 D n° 11	D7 E n° 16	
Trajet à vide	9' 10"	7' 40"	3' 50"	16'	10' 20"	9' 10"
Mise en place	—	1'	0' 30"	1'	0' 30"	0' 40"
Elingage	6' 0"	3' 10"	3' 50"	7' 40"	3'	5'
Trajet en charge	16' 30"	11'	8' 40"	29' 40"	17' 40"	16' 20"
Désélingage	4' 0"	1' 20"	1'	2' 20"	1' 50"	2' 10"
Rangement	0' 20"	0' 50"	0' 10"	0' 20"	1' 40"	0' 40"
	36'	25'	18'	57'	35'	34'
Distance moyenne de rotation en cm	1.150	890	260	1.160	475	800 m

ANALYSE GRAPHIQUE DES RELEVÉS

Les chronométrages effectués sur les tracteurs nous ont permis d'étudier les relations existant entre certains facteurs influant sur la production horaire au débardage tels que : distance, charge utile. Les temps enregistrés ne concernent que l'opération débardage à l'exclusion de tous les autres travaux productifs.

Ces résultats ont été traduits sous forme de courbes dont nous présentons les plus intéressantes : ces courbes n'intéressent que le débardage premier sauf la courbe de variation de production horaire en fonction de la distance qui a été également établie pour le débardage second. Ce sont :

— variation du temps de rotation en fonction de la distance de débardage,

— variation des temps de trajet à vide et en charge en fonction de la distance de débardage,

— variation de la production horaire en fonction de la distance de débardage :

- au cours du débardage premier,
- au cours du débardage second,

— variation de la production horaire en fonction de la charge utile du tracteur.

VARIATION DU TEMPS DE ROTATION EN FONCTION DE LA DISTANCE DE DÉBARDAGE.

Cette relation très globale est sujette à de nombreuses variations du fait du grand nombre de facteurs intervenant dans le temps de rotation. Ce dernier est la somme de deux termes :

— un terme constant groupant les opérations indépendantes de la distance de débardage (mise en place du tracteur, élingage, débusquage, etc...),

— un terme dépendant de la distance de débardage : D

Le temps de rotation T peut s'exprimer sous la forme :

$$T = Cte + f(D).$$

La courbe de variation de chacun des tracteurs a été calculée en 2 phases :

— Les points correspondant à chacune des rotations ont été portés sur papier semi-logarithmique (fig. 7). L'ensemble de ces points constitue un nuage qui peut être assimilé à une droite. Le calcul de la droite représentative de l'ensemble des points est réalisé par la méthode semi-graphique de KEEN et PAGE. Cette méthode consiste à calculer le point moyen, c'est-à-dire le point ayant pour abscisse la moyenne des abscisses et pour ordonnée la moyenne des ordonnées logarithmiques de l'ensemble des points constitutifs du nuage. Les coordonnées de ce point moyen sont :

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad \text{et} \quad \bar{y} = \frac{\sum y}{n}$$

On divise ensuite le plan graphique en deux demi-plans par la droite verticale d'abscisse \bar{x} et l'on trace les deux demi-droites issues du point moyen laissant, dans chacun de ces 2 demi-plans, autant de points au-dessus qu'en dessous. La droite représentative sera la bissectrice de l'angle formé par ces deux demi-droites.

— La droite précédente tracée sur papier semi-logarithmique, une fois reportée sur papier millimétré, se transforme en exponentielle très allongée qui représente la variation du temps de rotation en fonction de la distance de débardage.

L'utilisation dans l'étude graphique du papier semi-logarithmique dans un premier

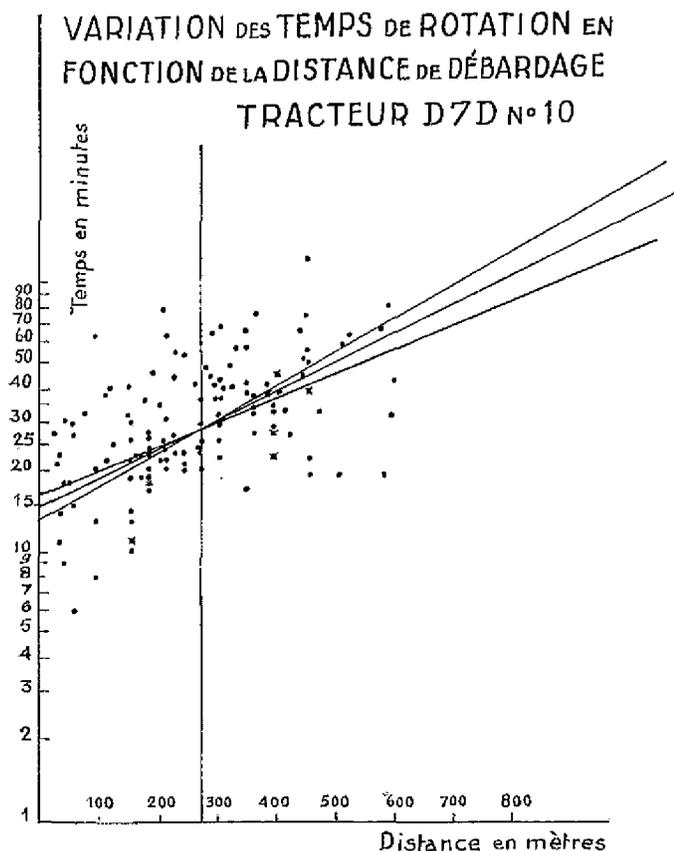


Fig. 7.

temps, a pour but d'apporter un meilleur regroupement des points. Elle impose la forme exponentielle de la courbe définitive. Cette forme ne traduit pas obligatoirement la variation exacte entre temps et distance de débardage mais elle en constitue une approximation bien suffisante eu égard au nombre des paramètres en cause. Si la méthode de KEEN et PAGE avait été directement appliquée sur papier millimétré, la courbe de variation eût été une droite.

Le graphique n° 8 récapitulant les résultats pour les 5 tracteurs appelle les commentaires suivants :

— les courbes de variation de chacun des tracteurs sont très resserrées sauf celles du D7 D n° 11, ce qui vient confirmer les réserves formulées p. 29 à propos de cet engin. On peut donc penser que l'influence de la distance sur le temps de rotation est du même ordre quelle que soit la puissance des engins,

— l'ordonnée des courbes à l'origine, représentant les temps indépendants de la distance de débardage, varie peu suivant les tracteurs, puisque comprise entre 15 et 19',

--- les durées moyennes de rotation pour quelques distances types sont données dans le tableau 17.

TABEAU 17

Distance en m	Durée moyenne de rotation en minutes
100 m	21'
200 m	26'
300 m	32'
400 m	40'
500 m	50'
600 m	60'

Au-delà de 600 m, nous ne possédons plus un assez grand nombre de points significatifs nous permettant une bonne précision des résultats.

VARIATION DE TEMPS DE ROTATION EN FONCTION DE LA DISTANCE DE DÉBARDAGE

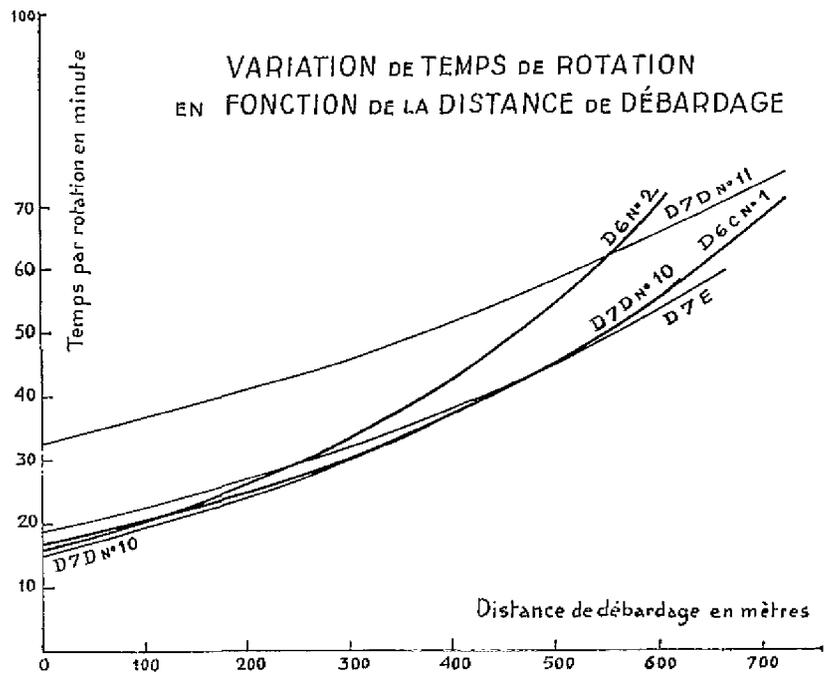


FIG. 8.

VARIATION DES TEMPS DE TRAJET A VIDE ET EN CHARGE EN FONCTION DE LA DISTANCE DE DÉBARDAGE

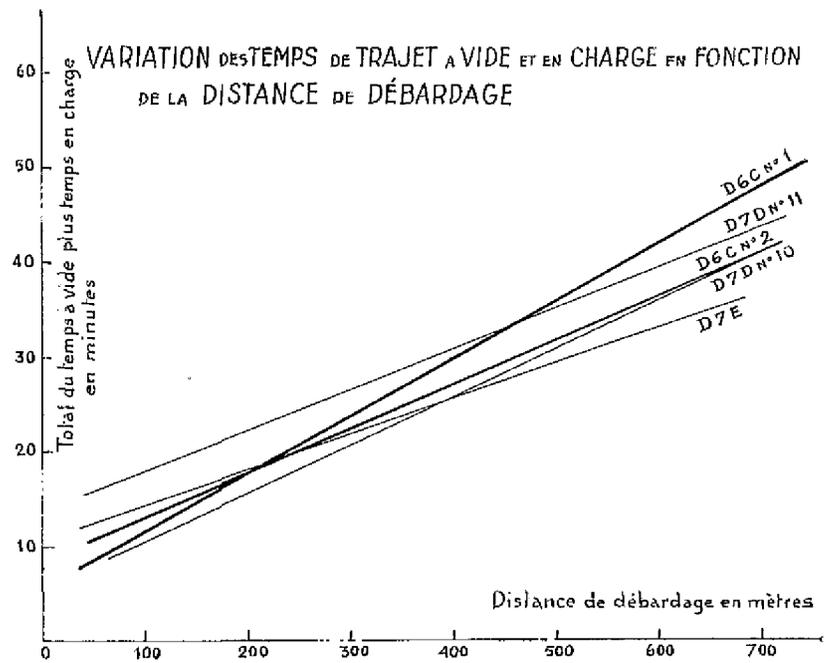


FIG. 9.

VARIATION DU TOTAL : TEMPS DE TRAJET A VIDE + TEMPS TRAJET EN CHARGE EN FONCTION DE LA DISTANCE DE DÉBARDAGE.

Toutes les phases du débardage entrent en jeu dans le calcul de la relation précédente. Nous ne

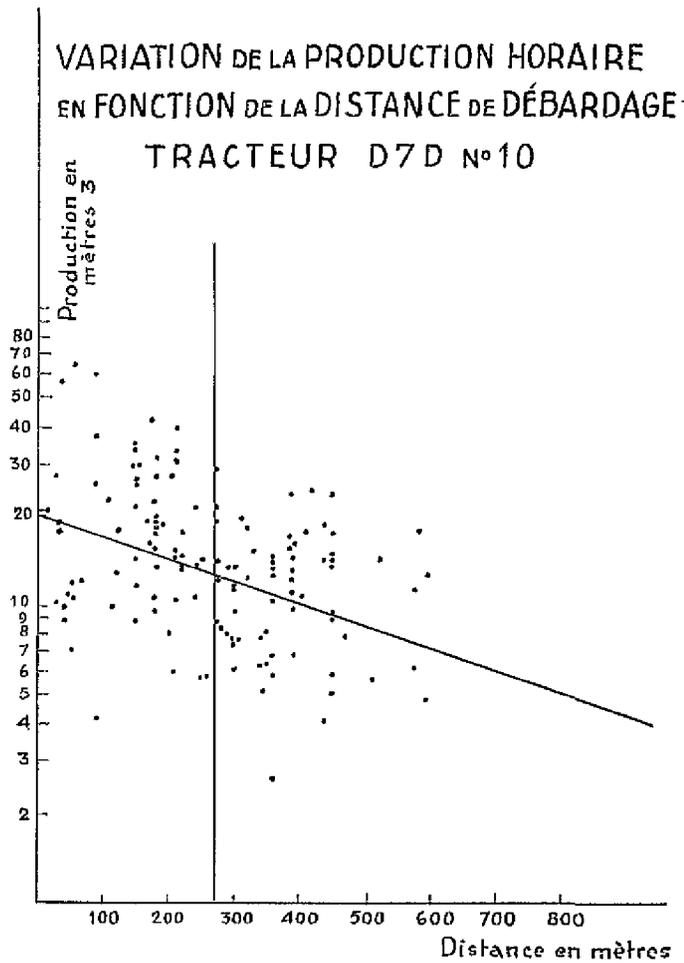


Fig. 10

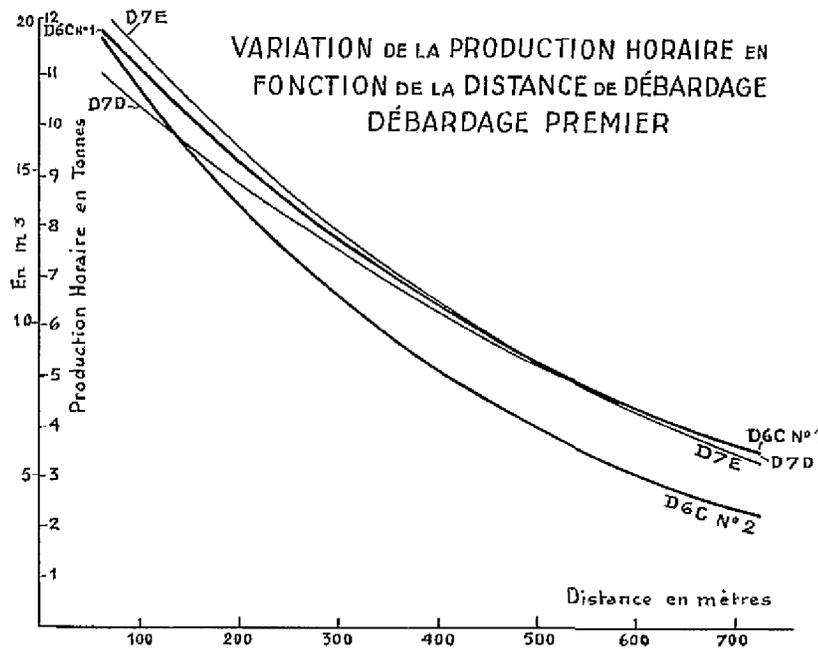


Fig. 11.

nous intéressons plus maintenant qu'aux éléments directement dépendants de la distance de parcours, c'est-à-dire les temps de trajet.

La répartition du nuage de points étant apparue bonne sur papier millimétré, la méthode de KEEN et PAGE a été réalisée directement sur celui-ci. La courbe représentative de la variation est donc une droite.

Le graphique n° 9 résumant les résultats pour tous les engins permet les remarques suivantes :

- l'ordonnée des droites à l'origine devrait être nulle puisqu'à la distance 0 le temps de trajet est nul. L'ordonnée constatée sur les courbes, qui varie entre 5 et 10', provient du délai inhérent aux manœuvres du tracteur entre l'instant où ce dernier est considéré comme quittant le parc et celui où il le quitte réellement,

- les courbes représentatives de chacun des tracteurs apparaissent assez bien groupées sur le graphique ce qui indique une faible variation en fonction de la distance suivant le type d'engin,

- le tracteur D6 C n° 1, travaillant au « téléphérique », est celui qui semble avoir le plus subi l'influence de la distance. Seul le D7 D n° 11 utilisé dans le même secteur aurait pu nous montrer si les conditions de terrain en étaient les causes. Ceci serait malheureusement assez hasardeux, compte tenu du peu de confiance que nous apportons aux résultats de ce tracteur.

VARIATION DE LA PRODUCTION HORAIRE EN FONCTION DE LA DISTANCE DE DÉBARDAGE.

Le temps de rotation est une fonction croissante de la distance de débardage, en conséquence, la production horaire sera une fonction décroissante de ce même facteur. Plus la distance sera courte, plus la production horaire sera élevée.

Deux séries de courbes ont été déterminées, l'une pour le débardage premier, l'autre pour le débardage second.

Le procédé de calcul est identique à celui employé pour le premier ensemble de courbes, c'est-à-dire, calcul de la droite de KEEN et PAGE, sur papier semi-logarithmique (graphique n° 10) puis report sur papier millimétré.

Les courbes de variation sont donc représentées par des exponentielles.

a) Courbes de variation pour le débardage premier

Ce graphique d'ensemble n° 11, nécessite quelques remarques :

— la courbe représentative du D7 D n° 11 paraissant assez aberrante, a été supprimée,

— les courbes de variation apparaissent bien groupées sauf celle du D6 C n° 2 (conventionnelle), située en dessous des trois autres. Cette constatation est logique car l'influence de la distance sur le temps de rotation avait été plus importante pour ce tracteur,

— les productions moyennes pour quelques distances types sont résumées dans le tableau ci-dessous.

TABEAU 18

Distance en mètres	Production horaire pour débardage premier			
	D6 C		D7	
	(m ³)	(tonnes)	(m ³)	(tonnes)
100	18	11	18	11
200	15	9	15	9
300	12 à 13	7 à 8	12 à 13	8
400	8,5 à 10	5 à 6,5	10	6,5
500	7 à 8,5	4 à 5	8,5	5
600	5 à 7	3 à 4	7	4

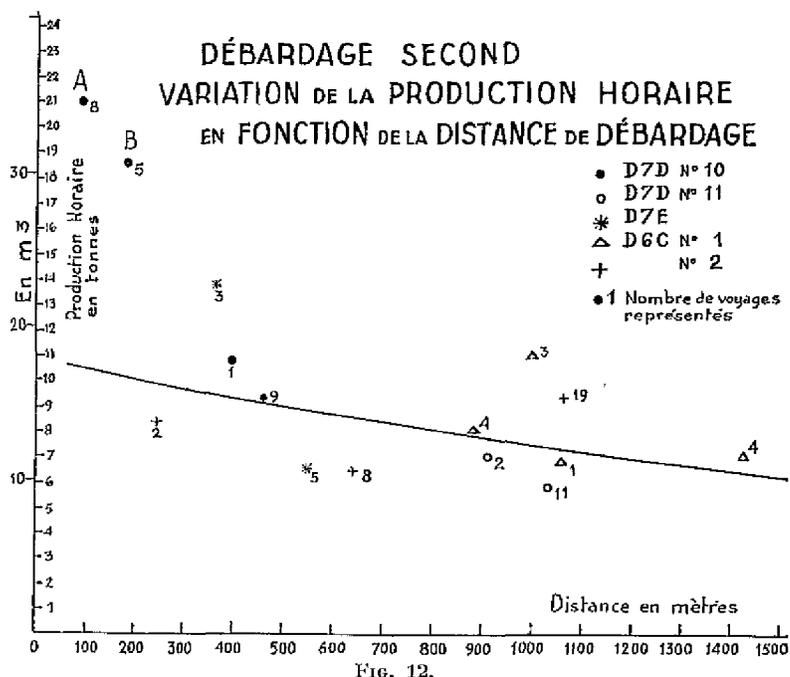
b) Courbes de variation pour le débardage second

Le nombre de chronométrages relevés sur chaque tracteur au cours de cette phase était insuffisant pour nous permettre d'établir une courbe représentative de chacun des tracteurs.

Tous les points ont été portés sur un même graphique n° 12 qui nous a fourni une courbe moyenne de l'ensemble de ces points.

Chaque point porté sur le graphique a été assorti d'une marque distinctive suivant le modèle de tracteur et d'un chiffre indiquant le nombre de relevés qu'il représente.

La courbe obtenue peut paraître à première vue très aplatie par rapport à la disposition des points sur le graphique. Mais les deux points A et B dépassant une production horaire de 30 m³ ont été relevés



lors d'un débardage sur route sur distance très courte et dans des conditions très favorables. Ils ont donc une très faible influence sur l'établissement de la courbe représentative.

Les productions moyennes pour quelques distances types sont résumées dans le tableau ci-dessous.

TABEAU 19

Distances en mètres	Production horaire pour le débardage second (volume marchand)	
	m ³	tonnes
100	12,0	7,2
200	11,6	7,0
300	11,1	6,7
400	10,6	6,4
500	10,3	6,2
600	10,0	6,0
700	9,6	5,8
800	9,3	5,6
900	9,0	5,4
1.000	8,5	5,1
1.100	8,1	4,9
1.200	8,0	4,8
1.300	7,6	4,6
1.400	7,5	4,5
1.500	7,1	4,3

VARIATION DE LA PRODUCTION HORAIRE EN FONCTION DE LA CHARGE UTILE DU TRACTEUR.

La production horaire d'un tracteur, à distance de débardage constante, croît à mesure que la charge augmente, d'abord assez vite, puis de plus en plus lentement. La production maximum est

obtenue pour la charge optimale du tracteur. Pour les charges plus élevées, la production diminue de plus en plus rapidement.

On obtient donc pour chaque tracteur, une courbe de même allure caractérisée par la position de son maximum.

Ce maximum est la charge utile à rechercher.

Le processus de calcul des courbes fut le suivant :

Le graphique millimétré a été divisé par des parallèles à l'axe des ordonnées, en classes régulières de charge utile variant de m^3 en m^3 . Pour chacune de ces classes, on a calculé le point moyen représentatif des points compris à l'intérieur de la classe.

La jonction de ces points moyens deux à deux par une droite, forme une ligne brisée. Cette ligne brisée ne permettait pas de tracer avec précision la courbe représentative de la variation, aussi avons-nous effectué un calcul de corrélation parabolique sur tous les points moyens.

Ce calcul a déterminé l'équation des paraboles correspondant à chaque type de tracteur.

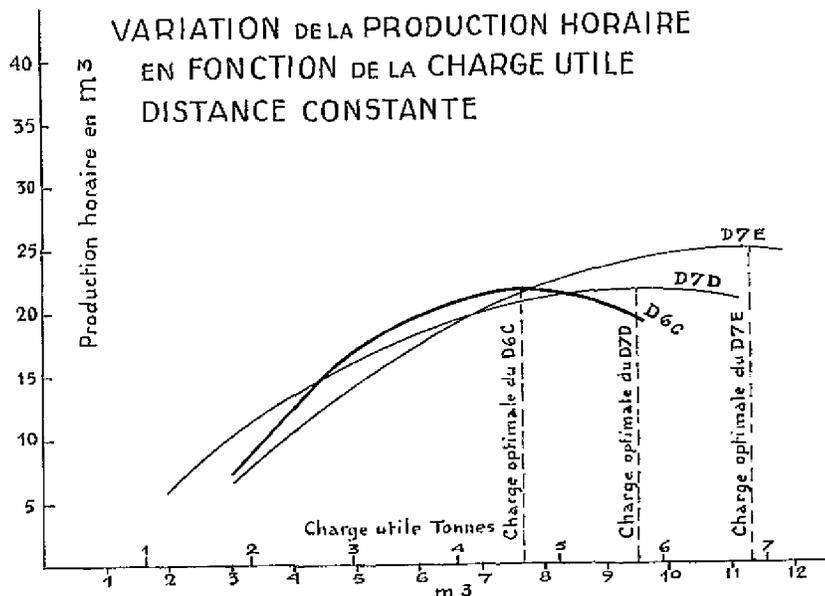


FIG. 13.

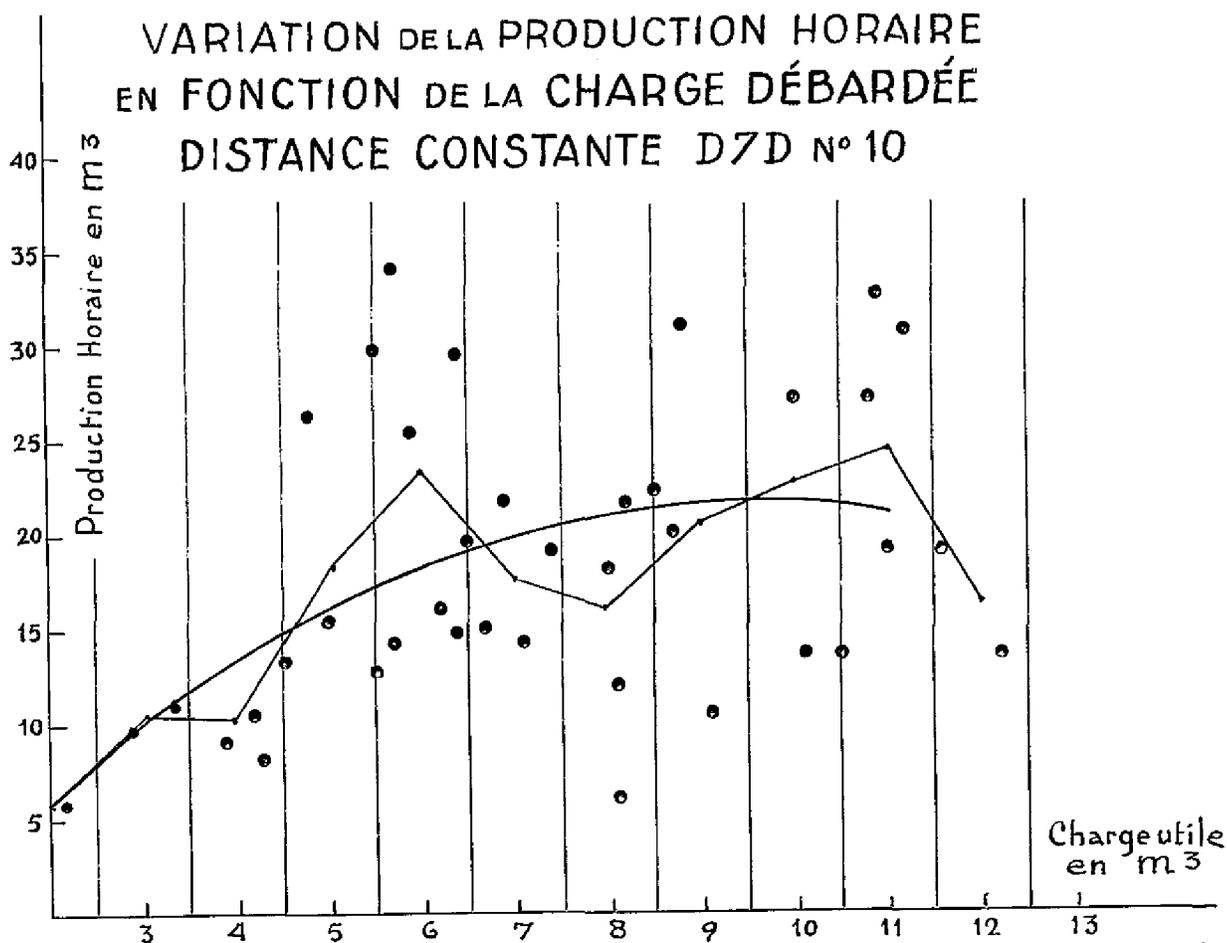


FIG. 14.

Une seule courbe a été établie par modèle de tracteur, c'est-à-dire une courbe pour les D6 C, une courbe pour le D7 D n° 10 (le D7 D n° 11 étant exclu) et une courbe pour le D7 E.

Nous présentons le graphique d'ensemble n° 13, des trois tracteurs ainsi que les graphiques ayant permis d'effectuer les calculs pour les D6 C et le D7 D (graphiques 14 et 15).

Ces trois courbes appellent les commentaires ci-dessous :

— La mesure de cette relation ne peut se faire qu'à distance constante. Le nombre de points étant insuffisant pour une distance donnée, nous avons été amenés à considérer comme constante, une distance comprise entre 150 m et 250 m. Nous ne pensons pas que cette approximation ait influé sur les résultats.

— La charge optimale du modèle D6 C est comprise entre 7 et 8 m³ soit 4 et 5 t.

— La charge optimale du modèle D7 D est comprise entre 9 et 10 m³ soit 5,5 et 6 t.

— La charge optimale du modèle D7 E est comprise entre 11 et 12 m³, soit 6,5 et 7 t.

Ce point correspond évidemment à la charge idéale du tracteur, mais la courbe étant assez aplatie au sommet, sauf peut-être pour les D6 C, on reste

dans de bonnes conditions de rendement en s'écartant un peu du maximum.

— La production horaire en ordonnée n'a qu'une valeur indicative puisque ne concernant que le temps de débardage proprement dit pour la distance choisie, à l'exclusion du temps passé aux autres travaux et des temps perdus.

— La charge moyenne de l'ensemble des tracteurs, par voyage, calculée plus haut est de 4,6 t pour le débardage premier et de 4,4 t pour le débardage second (cf. tableau 13). Seuls donc les tracteurs de type D6 C ont travaillé dans de bonnes conditions de rendement. Les tracteurs de type D7 D et à plus forte raison le tracteur de type D7 E ont été sous-employés.

Ceci apparaît nettement sur les courbes représentatives (graphiques n° 14 et 15) de chacun des types de tracteurs. Le nombre de points situés à proximité de la charge optimale est beaucoup plus important pour les D6 C que pour le D7 D. La charge optimale des D6 C est même souvent dépassée.

Si, comme nous l'avons déjà fait remarquer, ce sous-emploi du matériel est inévitable pour le travail de débardage proprement dit à cause de la difficulté de rassemblement des charges sur le

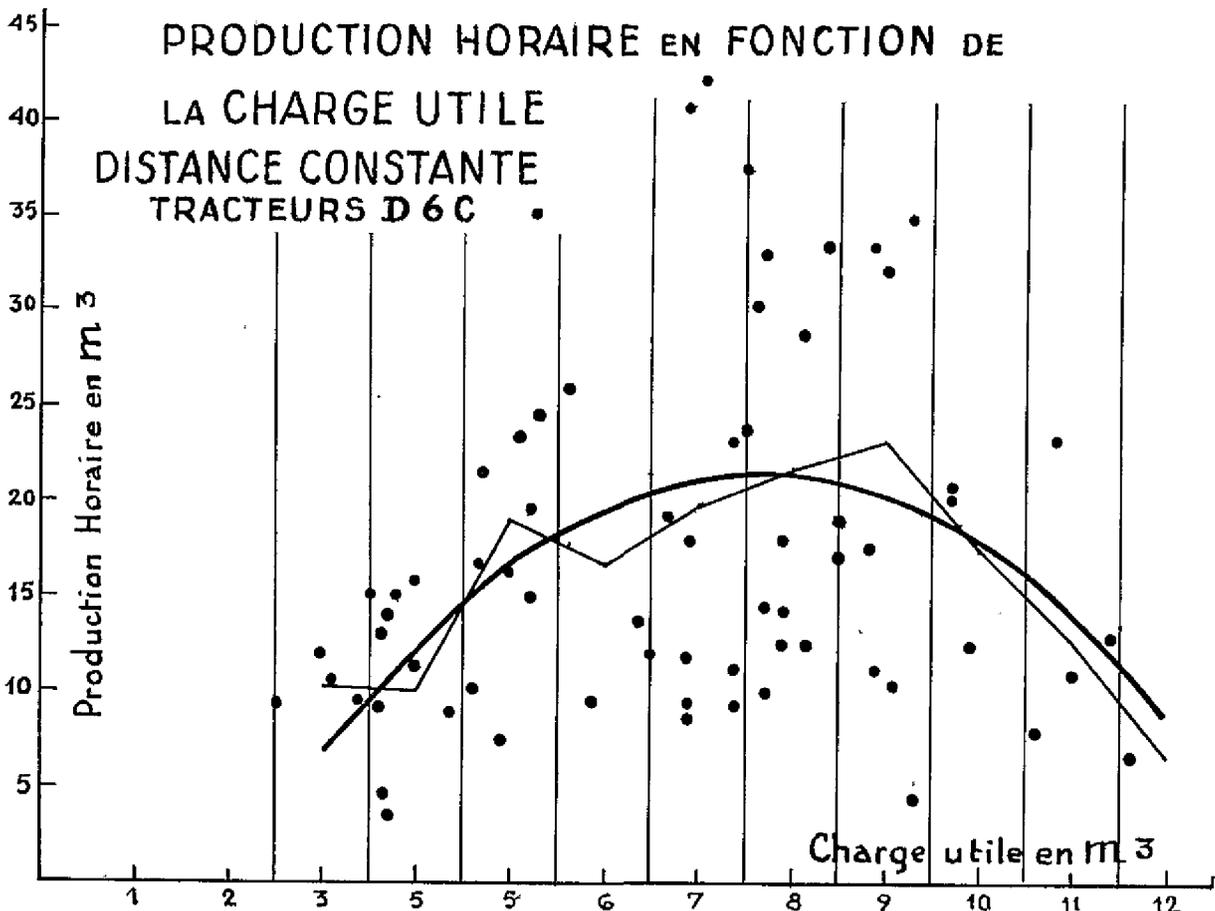


FIG. 15.

terrain, il l'est moins pour le transport de billes où nous nous trouvons en face de bois cubés et rangés sur parc.

Il semble que le tracteur de type D6 C soit le

mieux adapté au débardage dans ces régions de seconde zone où le volume des pieds débardés est moyen puisque de 7,65 m³ ou 4,6 t, ce qui influe sur la charge moyenne par voyage.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES ET CONCLUSION

L'étude qu'on vient de lire permet de formuler un certain nombre de conclusions. Nous les avons déjà exprimées dans le texte au fur et à mesure de l'exposé. Nous voudrions les rappeler ici.

On remarquera tout d'abord que les résultats obtenus sur les tracteurs du débardage par téléphérique et du débardage par la méthode « conventionnelle » ont été groupés dans les différents graphiques. Cela est apparu possible en raison du peu de différence constatée dans les résultats du chronométrage, les opérations étant de même nature dans les deux cas.

a) L'étude de la décomposition du « temps de travail possible », a montré l'importance des temps perdus ou hors travail (h_0) : 27 % du temps total, c'est-à-dire plus de deux heures par poste de 8 heures. Les causes principales en sont l'entretien et les attentes. Reste à savoir dans quelle mesure il serait possible de réduire l'importance de ces deux postes ?

Le temps consacré au débardage proprement dit se présente comme suit :

TABLEAU 20

	% du temps de travail possible	% du temps de travail total (ou heures compteur)
Débardage premier seul.	50 %	70 %
Total du débardage premier et second pour les engins étudiés	55 %	76 %

Les tracteurs étudiés n'effectuaient pas tout le débardage second. Nous avons dit qu'un vieux D7 3T. était affecté plus particulièrement à cette tâche : son temps de travail n'est pas inclus dans les décomptes ci-dessus.

Il est évident que cette décomposition de l'emploi du temps des engins explique les productions horaires théoriques obtenues.

b) Au cours du débardage premier, le pourcentage de déchets contenus dans les fûts a été de 28 %, soit un peu plus du quart du volume total. Il importe, autant que faire se peut, de ne transporter ces déchets que sur une distance minimale. La création de parcs de tronçonnage intermédiaires va dans ce sens, le débardage second ne portant que sur du bois marchand.

Ce débardage second prend tout son intérêt si la charge, à chaque voyage, se rapproche de la charge optimale des tracteurs. Ce résultat peut

être plus facilement obtenu avec les billes tronçonnées qu'avec les fûts tirés lors du premier débardage. La charge optimale n'a toutefois pu être réalisée pendant la période d'observation.

c) Le chenillard est un engin lent et de prix de revient élevé. Chaque fois que le débardage second est effectué sur longue distance, on peut songer à le remplacer par un engin plus rapide. On arrive alors à la conception, chaque fois que possible, du schéma suivant basé sur deux types de matériels différents :

- chenillards, pour un débardage des fûts, le plus court possible, jusqu'à un parc intermédiaire,
- engins plus rapides et moins coûteux (tracteurs articulés sur pneus par exemple) pour le transport des billes marchandes sur parc principal ou au bord de la route.

d) Au vu des charges moyennes par voyage et du volume moyen des pieds débardés, il semble que le tracteur type D6 C soit le mieux adapté aux conditions actuelles de débardage. Sa plus grande légèreté et sa plus grande maniabilité plaident également en faveur de son emploi en terrain difficile.

Nous avons vu que l'étude de production horaire ne faisait pas apparaître un avantage en faveur du D7 lors du débardage premier. Nous avons vu aussi que les D7 travaillent en dessous de leur charge utile optimale, alors que les D6 C sont mieux employés.

Enfin, l'étude de la production horaire en fonction de la distance de débardage montre que, dans les conditions gabonaises étudiées, le D6 C est compétitif par rapport au D7. Si on transforme les courbes de production du graphique n° 10 en courbe de prix de revient du débardage premier, on obtient le graphique n° 16 d'où il ressort que (1) :

— le prix de revient au m³ obtenu avec le D6 C n° 1 est inférieur à celui de tous les autres engins,

— le tracteur D6 C n° 2 ayant montré une variation de production horaire plus sensible à la distance (cf. graphique n° 10) sa courbe de prix de revient au m³ monte plus vite que celle des autres tracteurs.

Tous ces résultats confirment l'intérêt au Gabon de l'engin de 120 Ch., résultat déjà constaté dans la pratique courante.

* * *

Le débardage est une opération onéreuse, qui met en œuvre un matériel coûteux. Notre but a été, dans cet article, de rechercher avec quelque

(1) On a admis, à titre indicatif, les prix de revient horaires suivants pour les engins :

4.000 F CFA pour un tracteur de type D7 D ou D7 E
3.300 F CFA — — — D6 C

détail, « ce qui se passe » et de connaître l'emploi du temps effectif de ce matériel.

Cette recherche a présenté quelques difficultés en raison du grand nombre de paramètres mis en jeu, dont nous n'avons pu isoler que certains. En dépit des difficultés d'établissement de certaines courbes, nous espérons avoir présenté au lecteur, une image du travail des engins en zone accidentée qui lui fournira un certain nombre d'ordres de grandeur.

Il est certain que la transposition de ces résultats à des régions différentes ne serait pas possible ; ils ne sont valables qu'en région montagneuse. Le choix d'une période d'étude à cheval sur saison des pluies et saison sèche a, nous l'espérons, permis d'enregistrer des chiffres représentatifs de l'ensemble de l'année.

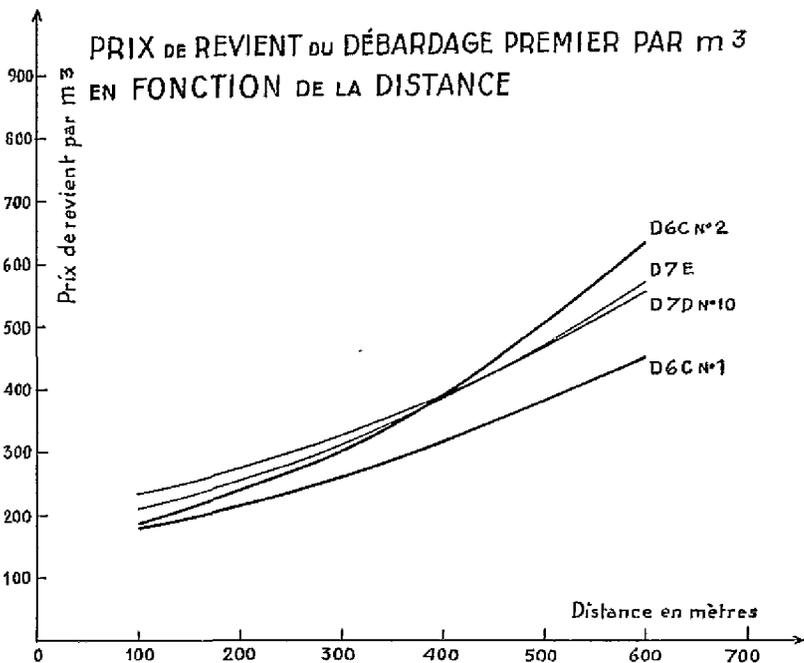


Fig. 16.



Photo Lepitre.

Côte-d'Ivoire Débardage au D 7 Caterpillar.