



Accrochage de billes après tronçonnage sur pare de rupture de charge entre le débardage premier et le débardage second.

UTILISATION DU TRACTEUR ARTICULÉ EN EXPLOITATION FORESTIÈRE TROPICALE

(Octobre 1969)

par

J. ESTEVE
*Ingénieur de recherches
au C. T. F. T.*

C. LÉPITRE
*Chef de la Division des Exploitations
Forestières au C. T. F. T.*

SUMMARY

THE USE OF ARTICULATED TRACTORS IN TROPICAL FORESTRY WORKING

This article is the result of studies conducted on articulated wheeled tractors up to 1969, and describes their conditions of use in Gabon, the Ivory Coast and Cameroun on very varied types of ground.

The role of this machine depends on the contour of the land. It can be used in parallel with crawler tractors for skidding timber, or can relay the latter where the distance over which the timber has to be skidded is long.

The different parameters influencing the productivity of pneumatic-tyred tractors are examined, notably their load capacity and the distance to be covered. The question of how to improve this productivity is dealt with. A brief reference is made to the economy of utilization of these machines within a forestry working. In a hilly region, this economy results mainly from the reduction in length of roads that have to be built.

RESUMEN

UTILIZACION DEL TRACTOR ARTICULADO EN LA EXPLOTACION FORESTAL TROPICAL

Este artículo constituye el resultado de los estudios efectuados acerca de los tractores articulados hasta 1969, describiéndose sus condiciones de empleo en Gabón, Costa del Marfil y Camerún, en género de terreno muy variados.

El papel de estos tractores depende del relieve, ya que pueden efectuar un transporte en combinación con los tractores de orugas o, por el contrario, servir a los mismos como relevo para efectuar un transporte largo.

En el artículo se examinan los distintos parámetros que influyen sobre la productividad de los tractores de neumáticos, y en particular, su carga útil y la distancia de transporte. Se examinan los medios para mejorar esta productividad y acto seguido, se entra en materia brevemente respecto a la economía del empleo de estos equipos en el interior de una explotación forestal. En regiones accidentadas, esta economía procede, sobre todo, de la reducción del kilometraje de carreteras que es preciso construir.

N. D. R. L. — L'article que nous vous présentons ici a été rédigé courant 1969. Il fait donc le point de la situation à cette époque.

Depuis, les méthodes de débardage ont évolué, notamment en raison de l'apparition de nouveaux matériels ; il y est d'ailleurs fait allusion dans l'étude ci-dessous.

Les modifications récentes dans les schémas d'exploitation feront l'objet d'études ultérieures.

Certains prix de revient annoncés dans cette étude ont pu changer depuis 1969.

INTRODUCTION

Depuis début 1966, date de leur première arrivée en Afrique, les tracteurs articulés sur pneus ont largement évolué. Ces matériels légers et rustiques que beaucoup considéraient alors comme un gadget se sont progressivement imposés dans tous les pays forestiers d'Afrique francophone.

Cette implantation ne s'est pas effectuée sans problèmes et sans heurts.

Depuis longtemps, aucun engin n'avait suscité autant de discussions sur les chantiers. Au puissant chenillard sans problème, on voulait adjoindre cet insecte bruyant et capricieux qui remettait en cause l'organisation de l'exploitation et obligeait à repenser le problème des routes et des pistes de débardage, à former de nouveaux conducteurs, à réorganiser le tronçonnage.

Malgré cela, imposés par les directions ou réclamés par les chefs d'exploitation, les tracteurs articulés s'implantaient dans un nombre croissant de Sociétés.

Courant 1969, les parcs de l'ensemble des principales marques représentées dans les pays forestiers étaient, à notre connaissance, les suivants :

| | |
|---------------------|-----|
| Cameroun | 33 |
| Congo | 71 |
| Côte-d'Ivoire | 74 |
| Gabon..... | 129 |

Cette évolution en nombre a été complétée par une évolution en technique et en puissance.

Aux modèles 97 Cv, sont rapidement venus s'ajouter les modèles 130 Cv qui constituent maintenant le matériel de base.

Depuis 1969, il existe aussi des modèles de 160 à 180 Cv et l'année 1970 verra sûrement apparaître des modèles encore plus puissants de l'ordre de 200 à 230 Cv (1).

Où s'arrêtera cette course au poids et à la puissance ? Les forestiers nous le diront mais la forêt sera seule juge.

Au cours de cet article, nous allons essayer de cerner au plus près les possibilités du tracteur articulé et ses conditions optimales d'utilisation en exploitation forestière tropicale. Pour ce faire, nous examinerons successivement :

— les types d'engins utilisés et leurs caractéristiques,

— la place réservée au tracteur articulé dans le schéma d'exploitation,

(1) Des engins lourds de puissance supérieure à 200 Cv ont déjà été mis en service au Gabon à partir de 1958. De conception différente de celle des engins actuels ces tracteurs lourds n'ont connu qu'un développement très limité : ils sont coûteux à l'achat et exigeants quant à la qualité du sol sur lequel ils évoluent (cf. *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 72, juillet-août 1960).

— l'utilisation de l'articulé en fonction de l'organisation du chantier,

— la décomposition de la rotation de débardage et ses rendements,

— le mode d'emploi optimal de ces tracteurs,

— et enfin, nous tenterons d'analyser l'économie du débardage par tracteur articulé.

TYPES D'ENGINS UTILISÉS. CARACTÉRISTIQUES

Quatre marques se partagent actuellement la plus grande partie du marché africain. Deux sont canadiennes (Timberjack et Tree Farmer), l'une est américaine (Franklin) et une autre française (Latil).

A celles-ci sont venues récemment s'ajouter diverses marques étrangères telles que Pettibone, Clark, Paylogger...

A des différences techniques près, la conception

de base de tous ces matériels est la même. Aussi les distinguerons-nous en fonction de leur puissance, nous réservant de faire apparaître les caractéristiques propres à chacun d'eux à l'intérieur des classes ainsi déterminées. Ces dernières sont au nombre de trois :

— les tracteurs articulés de puissance 97 Cv

— les tracteurs articulés de puissance 130 Cv

— les tracteurs articulés de puissance 160 à 180 Cv.

Tracteurs articulés de puissance 97 Cv.

Ces engins ont été les premiers introduits en Afrique. Ils n'y sont représentés que par un seul modèle : le Timberjack 230. Celui-ci ayant fait l'objet d'un précédent article (1) nous ne rappellerons ici que ses caractéristiques principales :

Il s'agit d'un tracteur sur pneus équipé d'un moteur Diesel « General Motors » de 97 Cv et composé de deux demi-châssis reliés par une articulation autorisant leur mouvement relatif autour d'un axe vertical sous l'action d'un vérin à double effet. Son poids mort est de 5.600 kg répartis à raison de 64 % sur l'essieu avant et 36 % sur l'essieu arrière.

La transmission comprend une boîte à 4 vitesses synchronisées, un inverseur et une boîte transfert à deux rapports. Le mouvement est transmis à deux ponts avec différentiel puis aux roues par des réducteurs planétaires en bout d'arbre. Un blocage automatique du différentiel existe sur les deux essieux.

Le freinage hydraulique est monté sur la transmission.

Plusieurs dimensions de pneus sont proposées par le fabricant mais seule la monte de 18,4 x 34 est utilisée.

Les équipements comprennent :

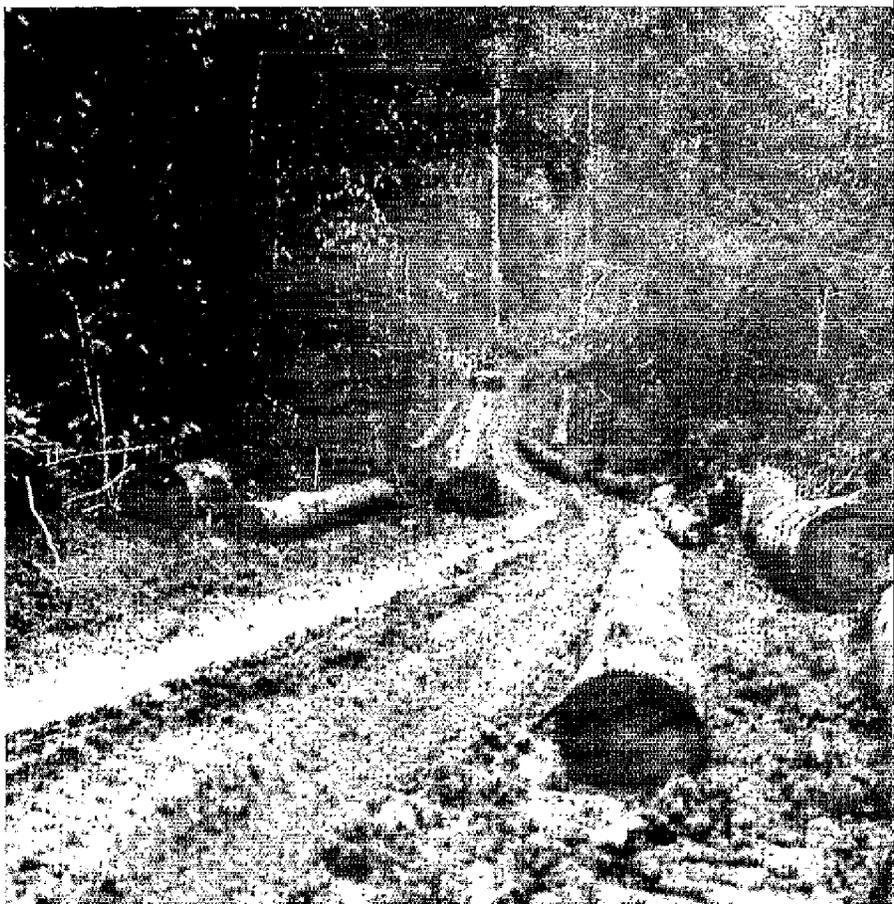
— un treuil à commande hydraulique, d'une puissance de 10 t. Situé

derrière la boîte transfert, il bénéficie de l'étagement des vitesses. Ce treuil peut être engagé et arrêté pendant la marche du tracteur,

— une arche intégrée à 3 galets,

— une lame dozer à commande hydraulique prévue pour tous les travaux légers.

Le parc de Timberjack 230 est de 80 engins environ. Sa puissance relativement modeste et l'introduction des modèles 130 Cv a fait maintenant préférer ces derniers par de nombreux forestiers.



(1) cf. *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 117 de janvier-février 1968.

TABLEAU 1

Caractéristiques des différents modèles de tracteurs articulés de puissance 130 Cv.

| | Franklin 170 B | Latil T4T | Timberjack 404 | Tree Farmer C7 | Farmer C7 A |
|---------------------------------|---|---|--|---|---|
| Poids total avec lame en kg | 6.360 | 6.200 | 7.260 | 6.750 | 7.700 |
| Répartition du poids { AV AR | — | — | 65 % 35 % | 65 % 35 % | 65 % 35 % |
| Moteur { type puissance | GM 4-53 130 Cv | Perkins 6-354 130 Cv | GM 4-53 130 Cv | GM 4-53 130 Cv | GM 4-53 130 Cv |
| Transmission | 2 x 4 vitesses synchronisées + 2 vitesses AR. Convertisseur de couple Allison TC 3-56 | 2 x 4 vitesses avec inverseur | Convertisseur de couple Allison « Powershift » | 2 x 5 vitesses synchronisées avec inverseur | Convertisseur de couple « Powershift » |
| Blocage du différentiel | Automatique à l'avant et à l'arrière | Possibilité de blocage à l'arrière, en option à l'avant | Automatique à l'avant et à l'arrière | Automatique à l'avant et à l'arrière | Automatique à l'avant et à l'arrière |
| Freins | Mécaniques à disque sur transmission | A disques | Hydrauliques à disque sur transmission | Hydrauliques à disque sur transmission | Hydrauliques à disque sur transmission |
| Articulation | Autour de deux axes perpendiculaires essieu avant rigide | Autour d'un seul axe essieu avant oscillant | Autour d'un seul axe essieu avant oscillant | Autour d'un seul axe essieu avant oscillant | Autour d'un seul axe essieu avant oscillant |
| Direction | Hydraulique avec deux vérins à double effet | Hydraulique avec deux vérins à double effet | Hydraulique avec un vérin à double effet | Hydraulique avec deux vérins à double effet | Hydraulique avec deux vérins à double effet |
| Treuil Traction max. t. | Franklin 600 13,5 | PAN 10 | Gearmatic 19 14,5 | Gearmatic 19 9 | Gearmatic 19 14,5 |
| Pneus { * standard option | 18,4 x 34 23,1 x 26 | 16,9 x 30 18,4 x 34 23,1 x 26 | 18,4 x 34 18,4 x 38 24,5 x 32 23,1 x 26 | 18,4 x 34 23,1 x 26 | 23,1 x 26 au choix |

* A noter que les Franklin, Latil, Tree Farmer sont généralement équipés d'une monte 23,1 x 26 et les Timberjack d'une monte 24,5 x 32.

TABLEAU 2

Caractéristiques des différents modèles de tracteurs articulés de puissance 160 à 180 Cv

| | Franklin 190 B | Tree Farmer C8 |
|---------------------------------|---|---|
| Pds total avec lame en kg | 8.900 | 8.700 |
| Répartition du poids { AV AR | — | 65 % 35 % |
| Moteur | GM 4-71 - 165 Cv ou Allis Chalmers 192 Cv | Perkins V8 510 180 Cv |
| Transmission | 2 x 5 vitesses synchronisées avec inverseur convertisseur de couple | Convertisseur de couple « Powershift » 4 vitesses |
| Blocage du différentiel | Automatique à l'arrière en option à l'avant | Automatique à l'avant et à l'arrière |
| Freins | Mécaniques à disques sur transmission | Hydrauliques à disques sur transmission |
| Articulation | Autour de 2 axes essieu AV rigide | Autour d'un seul axe essieu AV oscillant |
| Direction | Hydraulique avec deux vérins à double effet | Hydraulique avec deux vérins à double effet |
| Treuil Traction maximum en t. | Franklin S-40 22,7 | Carco modèle 100 19,3 |
| Pneus | 24,5 x 32 | 24,5 x 32 |

Tracteurs articulés de 130 Cv.

Ce sont, en 1969, les modèles les plus répandus puisqu'ils sont représentés par environ 230 engins sur l'ensemble de l'Afrique. Capables de débarder une charge optimale de l'ordre de 6 à 7 t, ils peuvent vidanger une proportion variable de la production des chantiers en fonction de la dimension des bois et des techniques d'exploitation utilisées.

Les tracteurs articulés de 130 Cv sont actuellement les engins de base du débardage sur pneus ; ils le resteront probablement dans les régions où les bois sont légers (cas de l'Okoumé).

Quatre principaux modèles sont disponibles sur le marché :

- le Franklin Logger 170 B,
- le Latil T 4 T,
- le Timberjack 404,
- les Tree Farmer C7 et C7 A.

Les principales caractéristiques de ces différents engins sont résumées dans le tableau 1.

Tracteurs articulés de 160 à 180 Cv.

En 1969, deux tracteurs de ce type sont apparus en Afrique. Ce sont : le Franklin 190 B et le Tree Farmer C8.

Si ces engins tiennent les promesses qu'on attend d'eux, ils devraient permettre d'élargir l'éventail des possibilités du tracteur à pneus.

Les caractéristiques principales de ces deux matériels sont données, sous réserve de modifications des constructeurs par le tableau 2.

Divers autres constructeurs préparent également des modèles de ce type mais nous ne possédons pas d'informations suffisantes pour les décrire dans cet article.

Perspectives d'avenir.

Si l'examen des parcs de tracteurs articulés révèle un développement réel de ce type d'engins, il montre aussi que ces derniers ne jouent encore qu'un rôle secondaire dans la plupart des régions, en particulier celles où le terrain est

Tracteur T10 Latil débardant une grume de 24 tonnes dans la région de Guiglo, Côte d'Ivoire.



facile et les bois de grosses dimensions ou de poids élevé.

Ce matériel ne trouve vraiment sa place, pour des bois de dimensions moyennes, que dans les forêts pauvres obligeant à un débardage sur grande distance ou dans les régions à relief difficile. Le seul pays où le tracteur articulé se soit d'ailleurs imposé sans réserves est le Gabon.

Il ressort également des paragraphes précédents que l'évolution du tracteur articulé se fait dans le sens d'une augmentation de puissance des engins et corollairement d'une augmentation de poids.

Des tracteurs d'une puissance de 230 Cv et pesant de 13 à 17 t font actuellement leur apparition ou sont à l'étude (Franklin, Latil).

En raison de leur poids mort élevé, ces engins auront des exigences certaines des points de vue terrain, état du sol, et configuration des pistes. Cela

est d'autant plus à craindre que lorsqu'un engin grossit, son équipement avec des pneus de dimensions suffisantes pose souvent un problème.

Du fait de leur prix de vente élevé, qui avoisinera (ou dépassera ?) celui d'un D7 E, leur prix de revient horaire n'avoisinera-t-il pas celui d'un chenillard sans que l'engin puisse rendre les mêmes services, en particulier au terrassement ?

Les grands avantages du tracteur à pneus sont sa rapidité, sa maniabilité et son prix de revient modéré. Ceux-ci ne risquent-ils pas de disparaître avec des engins trop lourds ? Le pneu n'aura-t-il pas des limites au-delà desquelles la chenille restera avantageuse ?

Notre propos n'étant pas ici de donner une réponse, nous laisserons la forêt faire son choix et allons tenter d'examiner quel rôle remplit le tracteur articulé dans le schéma d'exploitation.

PLACE DU TRACTEUR ARTICULÉ DANS LE SCHÉMA D'EXPLOITATION

Utilisation au débardage

La place évidente du tracteur articulé est au débardage, qui doit rester son occupation essentielle, quels que soient les travaux accessoires qu'on puisse lui confier.

Suivant le pays, l'organisation des chantiers, le prix de revient des routes secondaires, le relief, le tracteur articulé intervient au débardage « premier » ou au débardage « second » (voir figure 1).

Dans les régions à relief facile où l'ouverture des routes secondaires pour camions est bon marché et si la forêt est d'une bonne richesse, les distances de débardage restent relativement courtes et on a peu d'intérêt à augmenter beaucoup celles-ci. Le tracteur articulé est donc souvent utilisé au **débardage premier**, c'est-à-dire, directement du pied de l'arbre au bord de la route secondaire.

Par contre, dans les régions à relief moyennement difficile et difficile, où le coût des routes secondaires est élevé, l'utilisation du tracteur à pneus en liaison avec les chenillards permet d'allonger les distances de débardage total et, par conséquent, de réduire les frais routiers.

Sur ces terrains, le tracteur à chenilles est seul capable d'aller au pied de l'arbre et d'effectuer le débardage premier. Après rupture de charge et (souvent) tronçonnage des bois, le tracteur articulé effectue le **débardage second**, c'est-à-dire le transport de billes sur piste aménagée, d'un parc secondaire situé « en brousse » au bord de la route principale.

Selon que le coût de construction de la route secondaire majoré du coût du transport sur cette route est inférieur ou supérieur au coût du débar-

dage second par tracteur articulé augmenté du coût de la piste de débardage, il est respectivement inintéressant ou avantageux d'effectuer un débardage second.

Le même schéma se retrouve en terrain facile, mais en forêt pauvre : le tracteur à pneus permet d'économiser des routes et le tronçonnage entre les deux phases de débardage rend les charges utiles compatibles avec l'emploi d'engins de 130 Cv.

Nous allons successivement examiner les avantages et les inconvénients de ces deux méthodes de débardage.

Débardage premier.

Ce débardage court, souvent inférieur à 500 m, est effectué à partir de la souche jusqu'au bord de la route secondaire. En fonction du volume des bois et de leur densité, il porte soit sur des pieds entiers éculés et étêtés, soit sur des pieds préalablement tronçonnés.

Ce type de débardage est le plus répandu en Côte-d'Ivoire. Il peut s'exécuter par deux méthodes différentes : le tracteur pénètre en brousse, soit par des pistes préalablement préparées par « coupé bas » (1) ou par le passage d'un bulldozer, soit directement par ses propres moyens.

(1) On appelle « coupé bas » une piste de débardage obtenue par coupe rez-terre, à l'aide de la machette ou de la hache, des tiges de petit diamètre sur une largeur équivalente à celle des engins. Cette technique est principalement utilisée en Côte-d'Ivoire (coupé bas) et au Cameroun (sapia).

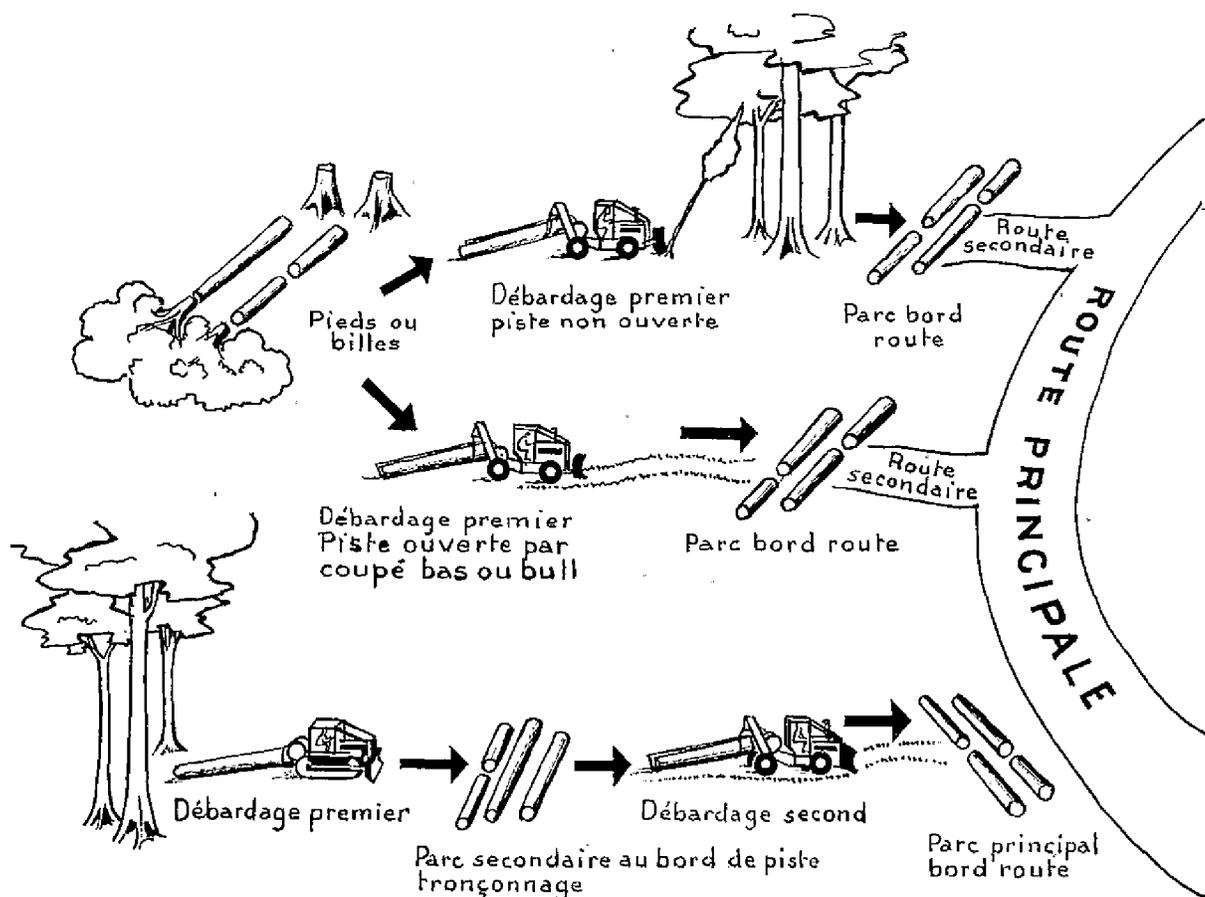


Fig.1 Schéma d'utilisation du tracteur articulé au débardage

Dans la première méthode, le tracé des pistes est repéré à l'avance puis celles-ci sont ensuite débroussées soit par une équipe de manœuvres, soit à l'aide de la pelle d'un chenillard. Dans les deux cas, la largeur de la piste est d'environ 4 m.

Contrairement à ce qu'on avait pu penser, les crevaisons ou éclatements de pneus, dus à la coupe de petites tiges en sifflet lors du « coupé bas », restent extrêmement rares si l'on a la précaution de maintenir celui-ci à environ 50 cm du sol. Son principal inconvénient est qu'on ne peut évidemment pas modifier le relief ni éliminer les versants auxquels le tracteur articulé est très sensible, et que les équipes se soucient généralement peu de choisir le trajet le plus adapté.

Le terrassement par bulldozer est beaucoup plus soigné et permet d'améliorer le rendement horaire des articulés mais, une fois arrivé au pied de l'arbre, le chenillard n'a-t-il pas intérêt à débarder lui-même ?

La seconde méthode consiste à signaler les pieds abattus au tracteur et à le laisser s'ouvrir une piste par ses propres moyens. Cette méthode présente des

inconvenients. D'une part, le tracteur articulé n'est pas conçu comme un engin de déforestation ou de terrassement et cette pénétration lui impose de gros efforts. D'autre part, les arbres couchés se redressant après son passage pour former un certain angle avec le sol, il ne peut utiliser la piste ouverte à l'aller pour le voyage retour ce qui l'oblige à se frayer un nouveau passage et augmente d'autant la durée de rotation.

Si l'on compare les résultats obtenus sur deux chantiers ivoiriens, on constate que :

— sur le chantier préparant les pistes à l'avance, le temps moyen de rotation sur une distance de 425 m était de 27' ;

— sur le chantier laissant le tracteur pénétrer seul en brousse, le temps moyen de rotation sur une distance de 360 m était de 53'.

Ainsi, sur une distance équivalente, le rendement horaire des tracteurs et par suite le prix de revient du débardage, variait du simple au double ! L'incidence de l'ouverture de piste est donc très importante.



Tracteur Franklin.

En pratique, au débardage premier, le tracteur articulé travaille le plus souvent en parallèle avec les chenillards. Ceux-ci vidangent dans un premier temps les bois de grosses dimensions puis les tracteurs articulés profitent dans une large mesure des pistes déjà ouvertes pour débarder les petits bois.

L'intérêt de l'utilisation de l'articulé réside essentiellement dans un prix horaire moindre.

Ses possibilités le cantonnent pour l'instant au débardage des bois blancs ou de petites dimensions mais l'introduction de modèles plus puissants devrait permettre d'élargir notablement son champ d'action. Pour le moment, la question se pose sur bien des chantiers : le volume de grumes légères à exploiter justifie-t-il la présence d'un tracteur à pneus. La réponse dans bien des cas est négative.

Débardage second.

Ce type de débardage largement utilisé au Cameroun et au Gabon consiste à utiliser le tracteur articulé en série avec les chenillards. Il permet, grâce à des distances de débardage allant jusqu'à 2,5 km, de réduire au minimum sinon de supprimer les dépenses de routes secondaires.

C'est la méthode optimale d'utilisation dans le cas de forêts pauvres ou à relief difficile.

La vidange des bois se fait en deux temps : le débardage premier de la souche au parc secondaire et sur les bords de la piste, est effectué par les chenillards car eux seuls sont capables, en terrain accidenté, d'aller au pied de l'arbre et, en terrain facile, de débusquer les pieds de grosses dimensions avant tronçonnage. Les distances de débardage premier sont inférieures à 500 m. Les pieds sont ensuite tronçonnés et les billes obtenues reprises en débardage second par les tracteurs articulés jusqu'au parc principal situé en bordure de route. Dans ce cas, la fonction de l'articulé est le transport sur un réseau de pistes qui remplacent les routes secondaires. Cette méthode impose un nombre de chenillards suffisant pour alimenter les articulés et une organisation éventuelle du tronçonnage en fonction de la capacité de ces engins.

Les pistes de vidange doivent être plus élaborées que pour le débardage premier puisque utilisées pour un grand nombre de rotations. De même leur tracé doit-il être étudié et préparé à l'avance pour réduire le temps de rotation. Des terrassements sont toujours nécessaires ce qui élimine la possibilité

La comparaison précédente est peut-être pessimiste car il semble que depuis l'époque où ont été effectués les chronométrages, les rendements des engins se soient améliorés dans le second cas.

Il n'en reste pas moins que la pénétration directe du tracteur en brousse est à proscrire dans la majorité des cas à cause de son faible rendement mais aussi parce que les efforts imposés à l'engin risquent de diminuer sensiblement sa durée de vie.

Le débardage premier au tracteur articulé n'est pas sans présenter quelques inconvénients :

— le pneu n'offrant pas une assise équivalente à celle de la chenille, le tracteur articulé est handicapé au débusquage dès que les conditions de travail (position de l'arbre ou relief) deviennent un peu difficiles. Il en résulte parfois une perte de temps sensible,

— le tracteur débardant pied par pied, il ne lui est guère possible de se composer une charge optimale et il travaille souvent en sous-charge. Sur les trois chantiers ivoiriens étudiés, la charge moyenne par rotation des modèles 130 Cv a été de 4,07 t alors que leur capacité optimale se situe entre 6 ou 7 t (Nous verrons plus loin que la moyenne obtenue lors du débardage second n'est guère supérieure mais elle met en cause l'organisation du débardage et non pas la méthode elle-même) (1).

(1) Le sous-chargement se retrouve aussi avec les tracteurs à chenilles employés au débardage premier; il est aussi difficile à éviter.

du « coupé bas ». Leur ouverture est effectuée au bulldozer.

Il est évident que cette méthode qui suppose une étude préalable de la zone à exploiter, de la surface d'exploitation couverte par une piste, de l'emplacement et du tracé de celle-ci, de la vidange des gros

pieds (1), est plus astreignante et plus intéressante aussi que la méthode du débardage premier. D'autant plus que l'étude faite pour un secteur n'est généralement pas directement transposable à un autre du fait des variations de terrain, de richesse de la forêt et de densité du bois.

Autres utilisations du tracteur articulé

Les diverses utilisations du tracteur articulé sur un chantier sont multiples : transport de citernes, de fûts, desembourbage de camions, d'engins divers, chargement de grumiers (et même transport du personnel !).

Il est certain que sa vitesse et sa facilité de déplacement incitent à lui confier de menus travaux qu'on hésitait auparavant à faire exécuter par les chenillardes.

Sur certains chantiers on est même tombé dans l'excès, le tracteur articulé n'est plus un engin de débardage mais « une bonne à tout faire ». Il nous a été donné de voir un tracteur qui n'a consacré pendant la période d'étude que 36 % de son temps de travail au débardage alors que les tâches diverses représentaient 48 % de ce même temps.

Parmi ces utilisations variées, nous nous attar-

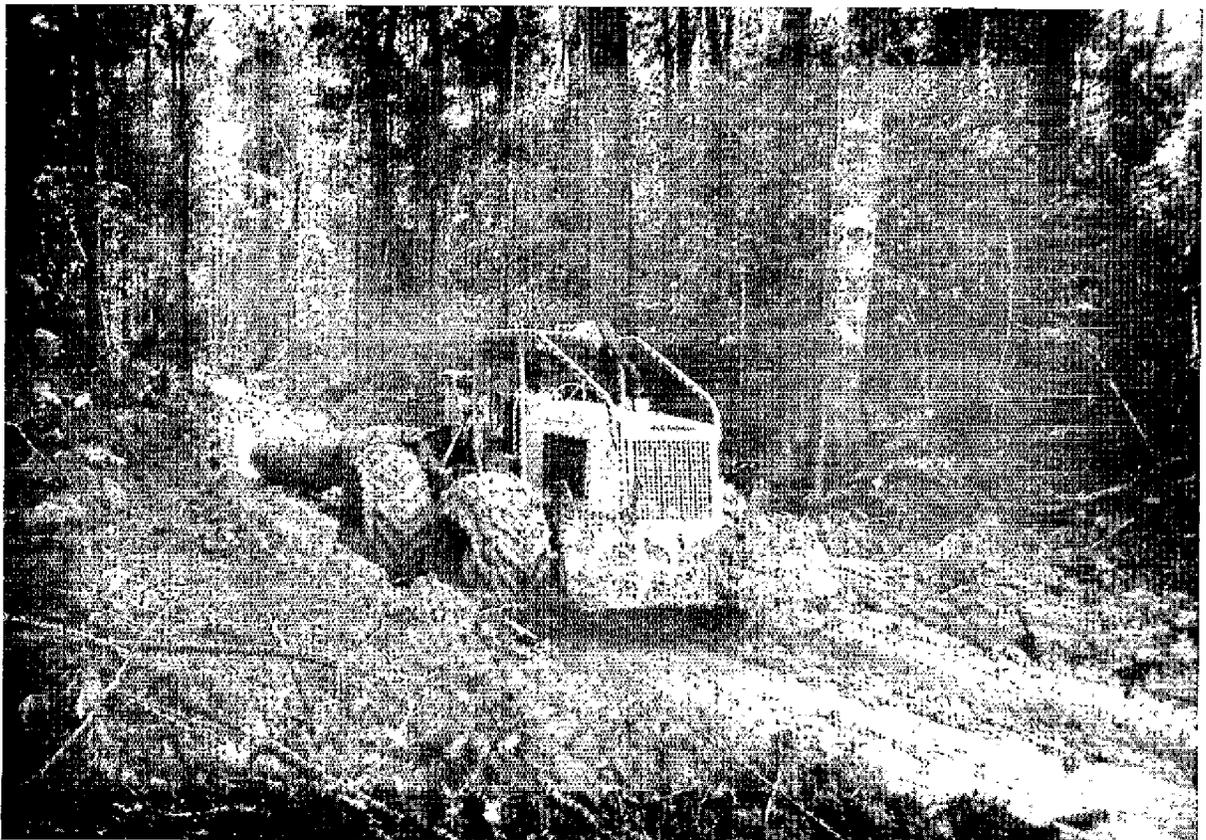
derons un peu plus longuement à deux d'entre elles qui correspondent en fait à des modifications du tracteur :

- adaptation d'une bêche d'ancrage,
- adaptation d'une grue de chargement.

Un chantier ivoirien a fait adapter sur l'un de ses tracteurs une bêche d'ancrage du même type que celles qui existent sur les tracteurs Latil TL. L'avantage recherché par cette solution était un meilleur ancrage de l'engin au sol et une plus grande facilité dans l'utilisation du treuil. Ceci se révélait nécessaire lors du desembourbage des camions et du débusquage de pieds difficiles.

(1) Il reste toujours à vidanger au débardage second des billes qui dépassent la capacité des tracteurs à pneus. Quelques voyages de tracteurs à chenilles sont nécessaires à cet effet.

Tree Farmer G7.



Deux inconvénients sont venus limiter la portée de cette méthode :

- la présence de la bêche à l'arrière de l'engin changeait la répartition de poids du tracteur en diminuant de façon sensible la charge supportée par l'essieu avant d'où résultait parfois une démarche assez bondissante

- la mise en position et le relevage de la bêche étaient manuels ; en raison de son poids, ni le conducteur ni l'élingueur ne voulaient l'utiliser sauf ordre exprès du chef de chantier.

L'utilisation d'une bêche d'ancrage n'est pas une solution à écarter *a priori* mais encore faut-il la prévoir légère et commandée hydrauliquement.

Le tracteur articulé dans sa version habituelle peut être employé au chargement des camions grâce à son câble.

Indépendamment des exemples précédents, un

chantier ivoirien a fait un essai d'adaptation d'une grue de chargement sur un Tree Farmer modèle C7.

Il s'agissait d'une flèche métallique fixée sur l'essieu arrière du tracteur. Un contrepoids d'environ 2 t était installé sur la pelle de l'engin de façon à compenser le poids de la grue et de sa charge.

L'ensemble était prévu pour effectuer, sur parc, le chargement de billes de Bété. L'opération se déroulait en deux temps : le tracteur approchait les billes près du camion puis les chargeait.

A l'issue de quelques essais, il s'est révélé difficile d'abaisser le temps de chargement au-dessous d'une heure et demie pour 25 m³. Le Tree Farmer équipé de son contrepoids et de sa grue se comportait assez mal en virage.

Il est apparu que malgré son attrait expérimental, l'intérêt de cette méthode n'était pas démontré. Elle a d'ailleurs été abandonnée depuis.

UTILISATION DU TRACTEUR ARTICULÉ EN FONCTION DE L'ORGANISATION DE L'EXPLOITATION

Le plan de ce chapitre, ainsi que la plupart des définitions qui y figurent, ont déjà été présentés dans un précédent article (1). Il nous a paru utile d'avoir recours au même schéma et de rassembler ici l'ensemble des données présentées en 1968 et celles recueillies depuis de façon à fournir une vue d'ensemble de la façon dont les engins sont utilisés : on verra que des conclusions intéressantes s'en dégagent.

Les chiffres à la base de cette étude ont été rassemblés au cours de plusieurs séjours effectués sur divers chantiers situés dans quatre pays.

L'étude 1 Gabon dont les résultats ont été présentés dans un précédent article concerne exclusivement les tracteurs de puissance 97 Cv.

Les chronométrages ont été relevés sur deux chantiers des Monts de Cristal au relief particulièrement difficile où les engins effectuaient du débardage second.

L'étude 2 Gabon concerne des tracteurs de

puissance 130 Cv évoluant en seconde zone forestière sur des chantiers situés sur l'axe N'Djolé-Lalara. Ces tracteurs travaillaient au débardage second dans des forêts à relief moyennement difficile.

L'étude Côte-d'Ivoire concerne également des tracteurs de puissance 130 Cv effectuant du débardage premier dans des zones à relief facile.

L'étude Cameroun porte sur des engins de 130 Cv effectuant du débardage second dans la région de Sangmelima, zone de forêts pauvres à relief facile.

Le manque d'homogénéité des relevés, fonction de techniques d'exploitation différentes et des grandes variations de relief entre chantiers, nous a interdit de grouper ces études et d'en déduire une moyenne générale. C'est pourquoi nous présenterons successivement les résultats de chacune d'elles nous réservant de faire ensuite apparaître leurs différences ou leur complémentarité.

* * *

Sur les heures, en nombre variable selon les chantiers, que dure le poste de travail d'un engin (c'est-à-dire le temps de présence journalier du chauffeur sur la coupe) certaines sont perdues pour des causes diverses, d'autres sont utilisées à des tâches variées, la majorité enfin sert au débardage. Nous allons examiner cette répartition dans les différents cas.

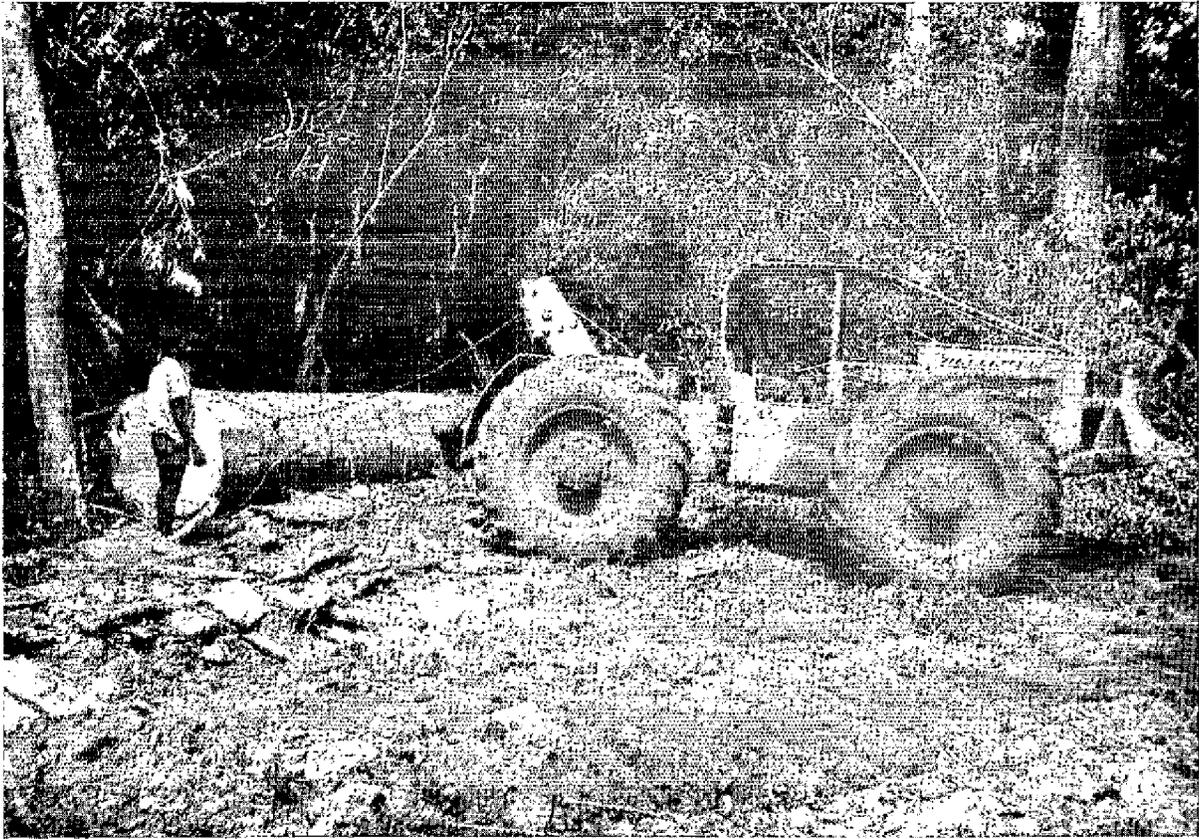
— — —

(1) *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 117, janvier-février 1968 : Débardage par tracteurs articulés au Gabon.

Temps de travail possible

Le temps de travail possible d'un engin au cours d'un poste de travail correspond au temps de présence de son conducteur sur le terrain. Il est largement variable selon les chantiers et selon qu'il existe ou non des heures supplémentaires.

Les extrêmes constatés varient entre 6 h 40 et 11 h 30, mais les moyennes calculées à partir des 14 chantiers visités s'étagent entre 7 h 20 et 9 h 20 (cf. tableau 3).



Débardage premier ; débusquage.

TABLEAU 3

| Durée moyenne du poste de travail | | | |
|-----------------------------------|---------|---------------|----------|
| Gabon | | Côte d'Ivoire | Cameroun |
| Etude 1 | Etude 2 | | |
| 7 h 49 | 7 h 18 | 9 h 20 | 8 h 24 |

Il n'est pas dans notre propos de déterminer la durée idéale du poste de travail mais il faut remarquer que plus celle-ci est longue, plus les temps perdus augmentent de sorte qu'on peut s'interroger sur l'utilité d'allonger la journée de travail.

Temps de travail total et coefficient brut d'utilisation

C'est le temps réellement passé par l'engin à travailler. Il correspond donc au temps de travail possible amputé des temps perdus ou hors travail.

Ce temps de travail total recouvre évidemment des travaux productifs et des travaux non productifs.

On peut l'assimiler à environ 10 % près, aux heures compteur indiquées par l'horomètre du tracteur.

Le coefficient brut d'utilisation est le rapport :

$$\frac{\text{Temps de Travail Total}}{\text{Temps de Travail Possible}}$$

Ce coefficient est très constant pour des chantiers travaillant dans des conditions normales, quels que soient le pays ou la technique de travail utilisée. Il représente en effet toujours 70 % à 75 % du temps de travail possible.

Ce chiffre a d'ailleurs été déjà constaté pour des engins autres que les tracteurs à pneus.

Selon les cas, les coefficients bruts d'utilisation relevés ont été les suivants :

TABLEAU 4

| Coefficient brut d'utilisation | | | |
|--------------------------------|---------|---------------|----------|
| Gabon | | Côte d'Ivoire | Cameroun |
| Etude 1 | Etude 2 | | |
| 70,1 % | 74,5 % | 73,6 % | 74,4 % |



Saison des pluies.

Examinons leurs causes principales et les remèdes possibles :

— **Entretien** : il s'agit du graissage quotidien du tracteur, de son nettoyage et des pleins du réservoir et du radiateur. Il est pratiquement impossible de comprimer ce poste. Il est parfois difficile de dissocier l'entretien des pauses qui se produisent en même temps.

— **Attentes** : les attentes représentent la plus grande source de temps perdu. N'étant imputables ni au conducteur ni à son engin, elles proviennent surtout des pieds non éculés, non étêtés ou non tronçonnés, de pieds non débusqués ou de la recherche de pieds.

La cause la plus fréquente est le non-tronçonnage des pieds. Le remède consisterait à rechercher une meilleure liaison entre tronçonnage et débardage et à toujours conserver une avance de plusieurs jours de tronçonnage.

Il serait même souhaitable comme cela se fait sur certains chantiers que le tronçonnage et le débusquage des pieds soient entièrement terminés lorsqu'arrivent les articulés c'est-à-dire que le débardage premier ait au moins « une piste d'avance » sur le débardage second.

En dehors des attentes inévitables pour la réfection de la piste ou pour laisser passer un autre engin il devrait être possible de réduire sensiblement ce poste.

— **Pauses** : elles sont inévitables et il semble difficile de les organiser. Signalons simplement qu'elles étaient plus importantes en Côte-d'Ivoire où la durée du poste de travail était la plus longue.

— **Incidents mécaniques** : il s'agit de tous les petits incidents se produisant pendant le temps de travail et immédiatement réparés, à l'exclusion de toutes les pannes obligeant l'engin à rester à l'atelier pour une immobilisation prolongée.

Le plus fréquent est la rupture du câble de débardage. Cet incident banal et régulier est très rapidement réglé si l'on dispose sur place d'un coupe-câble ou d'un câble de rechange. Malheureusement ce n'est pas toujours le cas et parfois une demi-journée de production est perdue.

En fait, sur ces quatre catégories de temps perdus, il en existe deux, les attentes et les incidents mécaniques, sur lesquels on peut agir pour améliorer le rendement du matériel.

Répartition des temps perdus ou hors travail

D'après les résultats du coefficient brut d'utilisation, les temps perdus constituent 25 à 30 % du temps de travail possible d'un engin. Leurs causes sont multiples et très variables d'un chantier à l'autre mais on peut les regrouper en 4 grandes catégories :

- Entretien.
- Attentes.
- Pauses.
- Incidents mécaniques.

La répartition entre ces catégories dans les différents pays étudiés a été la suivante :

TABLEAU 5

Répartition des temps hors travail

| | Gabon | | Côte d'Ivoire | Cameroun |
|----------------------------|---------|---------|---------------|----------|
| | Etude 1 | Etude 2 | | |
| Entretien | 4,3 % | 5,8 % | 2,3 % | 6,4 % |
| Attentes | 13,2 % | 7,1 % | 11,7 % | 3,0 % |
| Pauses | 1,6 % | 7,9 % | 10,5 % | 4,8 % |
| Incidents mécaniques | 10,8 % | 4,5 % | 1,9 % | 11,4 % |

Piste de débardage en saison des pluies.

Temps de travail effectif. Coefficient d'utilisation effective

Le temps de travail effectif recouvre tous les travaux productifs effectués par le tracteur. C'est donc une part du temps de travail total, et le coefficient d'utilisation effective est le rapport en pourcentage du temps de travail effectif sur le temps de travail total (voir plus loin tableau récapitulatif).

Suivant les pays, ce rapport a été le suivant.

TABLEAU 6

Coefficient d'utilisation effective des tracteurs

| Gabon | | Côte d'Ivoire | Cameroun |
|---------|---------|---------------|----------|
| Etude 1 | Etude 2 | | |
| 98 % | 97,4 % | 95,1 % | 97,3 % |

Le temps consacré aux travaux non productifs est donc très faible, de 2 à 5 % du temps de travail total. Le principal travail non productif est le déplacement du tracteur d'un chantier à l'autre.

Les travaux productifs sont essentiellement représentés par le débardage mais on doit distinguer également :

- le rangement de parc,
- le nettoyage de la piste de débardage,
- certains incidents de débardage tels que l'embourbement des tracteurs,
- certains « divers » productifs tels que l'aide apportée à un véhicule embourbé, le chargement occasionnel de camions, le transport de matériel, etc...

La part relative des travaux productifs et non productifs est détaillée au tableau 7 dans les différents pays :

— le débardage représente de 76 à 95 % du temps de travail des engins.

— Le pourcentage du temps de travail total relativement faible consacré au débardage en Côte-d'Ivoire résulte de la présence d'un chantier où les engins n'avaient consacré que 36,5 % de leur temps de travail total au débardage. Sur les autres chantiers ce poste représente 85 % en moyenne.

— Le pourcentage du temps passé aux rangements sur parc varie selon les pays mais surtout selon les chantiers et l'absence de chiffre pour le Cameroun signifie simplement que l'articulé n'effectuait aucun rangement sur parc sur les chantiers que nous avons visités.

— Le nettoyage de pistes est toujours cité pour mémoire car les possibilités du tracteur articulé sont faibles à cet égard.

TABLEAU 7. — Décomposition du temps de travail total

| | Gabon | | Côte d'Ivoire | Cameroun | |
|--------------------------|----------------------------|---------|---------------|----------|-------|
| | Etude 1 | Etude 2 | | | |
| Travail effectif { | Débardage | 87,9 | 91,4 | 76,0 | 95,5 |
| | Rangement sur parc | 6,3 | 4,3 | 4,3 | — |
| | Nettoyage de piste | 0,1 | P. M. | 0,7 | — |
| | Incidents productifs | 0,1 | 0,5 | 2,0 | 0,5 |
| | Divers productifs | 3,6 | 1,2 | 12,1 | 1,3 |
| Travaux non productifs { | Déplacement sur route | 2,0 | 2,6 | 4,9 | 2,7 |
| | | 100,0 % | 100 % | 100 % | 100 % |



Le Ranger Clark.

— Les incidents et les divers productifs sont également très faiblement représentés sauf en Côte-d'Ivoire où les travaux divers, en particulier le chargement, représentent 12 % du temps de travail total.

Récapitulation de la décomposition du temps de travail des engins

Les pourcentages précédemment déterminés nous permettent de reconstituer l'utilisation des tracteurs depuis le temps de travail possible jusqu'à l'opération débardage proprement dite et par conséquent de déterminer à partir d'un poste de travail de durée connue, le temps dont dispose réellement le tracteur pour débarder et de là si l'on connaît le rendement horaire moyen, le nombre d'heures d'engin nécessaire pour réaliser une production déterminée.

Si l'on prend la moyenne des pourcentages dans les différents pays, la décomposition est la suivante :

| | | | |
|------------------------------------|---|---|--|
| Temps de travail possible 100 % | { Temps de travail total 73,1 % Temps hors travail 26,9 % | { Temps de travail effectif 70,8 % Travaux non productifs 2,3 % | { Débardage 64 % Rangement sur parc 2,7 % Nettoyage de pistes 0,2 % Incidents de débardage 0,6 % Divers productifs 3,3 % |
| | | | |

Ainsi pour un poste de travail de 8 h, le temps de travail effectif n'est que de 5 h 40' et le temps de débardage de 5 h 07'.

Le potentiel de débardage d'un tracteur articulé sur pneus ne représente donc que 65 % du temps passé sur le chantier multiplié par le rendement horaire moyen.

Si on assimile le temps de travail total au temps horomètre relevé par les compteurs installés sur les engins, on constate que le débardage représente $64/73,1 = 87,6$ % du temps compteur.

Pour terminer ce chapitre, il nous semble nécessaire d'indiquer certaines constatations effectuées à propos du travail du dimanche. Cette pratique peut être jugée souhaitable et rentable afin d'accélérer, si besoin est, la production.

Or, après examen, ce raisonnement se trouve infirmé dans une grande proportion des cas. Sur quatre chantiers, on s'aperçoit que :

— le temps de travail possible est de 6 h 39 le dimanche et de 8 h 15 les autres jours,

— le temps de travail total est de 4 h 14 le dimanche et de 6 h 24 les autres jours, soit un coefficient brut d'utilisation respectivement de 63,6 % et 77,5 %,

— de plus, le rendement horaire moyen des tracteurs est de 6,8 t le dimanche et de 8 t les autres jours.

Le travail du dimanche est donc moins productif

que celui des jours de semaine. Or, il s'agit de jours où le personnel est payé deux fois ou même trois fois le taux normal. De plus, le manque de repos qui en résulte se traduit souvent par une baisse de rendement ou par de l'absentéisme le lundi.

Il semble donc que, si ce travail peut se révéler nécessaire en cas de retard de la production, il soit inopportun de l'ériger en règle habituelle.

ÉTUDE DE LA ROTATION DE DÉBARDAGE PAR TRACTEUR ARTICULÉ

Si l'étude des temps de travail apporte des précisions sur le potentiel réel représenté par les engins et sur son amélioration éventuelle, l'étude détaillée de la rotation de débardage n'en est pas moins importante car elle permet de déterminer le rendement des tracteurs en fonction des conditions de cette rotation.

Deux variables aisément mesurables ont une influence déterminante sur le rendement du tracteur à pneus : la charge accrochée à l'engin et la distance

de débardage. Un troisième facteur intervient de façon importante mais malheureusement très difficilement chiffrable : il s'agit du conducteur.

Nous avons abordé aussi l'étude de l'influence de l'état du sol — il en sera question ci-dessous — et du profil en long des pistes. Les mesures effectuées n'ont pas permis de dégager des règles valables concernant l'influence de ce dernier paramètre nous n'en parlerons donc que brièvement pour en souligner cependant l'importance.

* * *

Nous étudierons tout d'abord la rotation sous son angle général, puis examinerons successivement tous les éléments qui la composent suivant le type de débardage envisagé, et terminerons par l'influence des différents facteurs intervenant sur le rendement du débardage.

au débardage premier (Côte-d'Ivoire). Ceci est logique, la première technique visant à réduire au maximum les routes secondaires.

Résultats généraux obtenus au cours des études

A partir des résultats obtenus sur les différents chantiers, nous avons pu déterminer pour chaque pays le profil de la rotation moyenne de débardage par tracteur articulé.

Par raison de simplification et d'homogénéité des résultats, tous les chiffres concernant la charge transportée par les engins sont exprimés en tonnes de bois marchand.

Les résultats pour chacun des pays étudiés sont groupés dans le tableau 8.

Ces moyennes de rotation permettent de constater que :

— la distance de débardage varie du simple au double entre les pays utilisant les engins au débardage second (Cameroun, Gabon) et ceux les utilisant



TABLEAU 8

Éléments de la rotation moyenne de débardage

| Type de débardage | Débardage second | | Déb. premier Côte-d'Ivoire | Déb. Second Cameroun |
|---|------------------|----------|-------------------------------|-------------------------|
| | Gabon | | | |
| | Etude 1 | Etude 2 | | |
| Puissance engin | (97 Cv) | (130 Cv) | (130 Cv) | (130 Cv) |
| Distance moyenne par rotation | 1.380 m | 900 m | 520 m | 1.140 m |
| Temps moyen par rotation | 26' | 24' | 28' 30" | 29' 10" |
| Charge moyenne par rotation | 2,9 t | 4,1 t | 4,07 t | 4,08 t |
| Rendement horaire théorique moyen (*) | 7,1 t | 10,3 t | 8,5 t | 8,4 t |

(*) Quotient $\frac{\text{Production}}{\text{Temps débardage}}$. Le temps consacré au seul débardage est, nous l'avons vu, égal, pour l'ensemble des relevés, à 87,6 % du temps « compteur-horomètre ».

Si certaines pistes de débardage atteignent ou dépassent 2.000 m la longueur moyenne de l'ensemble des pistes étudiées reste cependant inférieure à 1.500 m,

— le temps moyen par rotation n'est pas strictement proportionnel à la distance. Ceci est dû à la configuration des terrains rencontrés, aux périodes d'essai et à la valeur du conducteur.

La moyenne de 28'30 donnée pour la Côte-d'Ivoire est un résultat global tenant compte à la fois des rotations avec pistes préparées et d'un petit nombre de rotations avec ouverture de pistes. Si on distingue ces deux méthodes, on obtient les résultats suivants (tableau 9).

TABLEAU 9

| | Pistes préparées à l'avance | Pistes non ouvertes |
|---|-----------------------------|---------------------|
| Distance moyenne par rotation | 425 m | 357 m |
| Temps moyen par rotation | 26' 40 | 52' 50 |
| Charge moyenne par rotation | 4,1 t | 5,35 t |
| Rendement horaire théorique moyen | 9,1 t | 6,05 t |

A distance de débardage inférieure, le temps de rotation du débardage premier avec pistes non ouvertes est le double de celui avec pistes préparées à l'avance. Comme nous l'avions déjà signalé cette technique ne semble pas très adaptée au tracteur sur pneus, mais nous avons noté que les résultats obtenus ont évolué depuis l'époque où les chronométrages ont eu lieu.

La charge moyenne par rotation est remarquablement constante pour les trois dernières études concernant les tracteurs de 130 Cv et plafonne à 4 t ce qui prouve que, quels que soient le pays et la méthode de débardage, les engins de cette puissance travaillent en sous-charge.

Cette remarque vaut pour les tracteurs de 97 Cv de l'étude 1 au Gabon dont la charge moyenne est de 3 t alors que leur charge optimale évolue autour de 5 t.

Décomposition de la rotation de débardage.

Qu'il s'agisse de débardage premier ou de débardage second, le déroulement de la rotation est toujours sensiblement le même. Le tracteur quitte le parc de chargement situé au bord de la route accessible aux camions, se rend auprès du pied ou de la bille à débarder, l'élingue et retourne en charge jusqu'au parc de chargement.

La répartition en pourcentage entre les divers temps constitutifs de cette rotation a été la suivante dans les différents pays (tableau 10).

Remarquons que pour une même opération, les pourcentages varient très peu d'un pays à l'autre sauf pour les temps d'élingage et de rangement.

Le temps d'élingage plus important relevé lors des études réalisées au Gabon résulte de l'absence de distinction entre élingage et débusquage. Si nous additionnons, dans les deux dernières études, les pourcentages représentés par ces opérations, nous nous rapprochons beaucoup des résultats gabonais.

Les variations du pourcentage du temps consacré au rangement proviennent de l'organisation des parcs.

TABLEAU 10

Décomposition en pourcentage de la rotation de débardage

| | Gabon | | Côte-d'Ivoire | Cameroun |
|--------------------------|---------|---------|---------------|----------|
| | Etude 1 | Etude 2 | | |
| Trajet à vide .. | 30,6 | 26,3 | 28,9 | 26,6 |
| Ouverture de piste..... | — | — | 3,1 | — |
| Mise en place .. | 1,5 | 7,6 | 5,9 | 5,0 |
| Elingage | 17,9 | 20,8 | 9,1 | 6,2 |
| Débusquage .. | — | — | 5,1 | 7,3 |
| Trajet en charge 1 | — | — | 5,1 | — |
| Trajet en charge 2 | 38,9 | 35,7 | 33,7 | 44,2 |
| Deselingage .. | 5,7 | 6,3 | 5,2 | 5,6 |
| Rangement .. | 3,8 | 2,7 | 1,9 | 4,5 |
| Incidents | 1,6 | 0,6 | 2,2 | 0,6 |
| | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % |

Examinons maintenant successivement chacune des opérations constituant la rotation de débardage.

— Trajet à vide.

C'est le temps mis pour parcourir la distance comprise entre le parc de chargement des camions et l'endroit où se trouvent les billes en brousse. Ce temps est fonction de la configuration et de l'état de la piste, de la distance de débardage et du conducteur.

Les moyennes constatées ont été les suivantes (tableau 11).

TABLEAU 11

| | Gabon | | Côte d'Ivoire | Cameroun |
|--------------------------------------|---------|---------|---------------|----------|
| | Etude 1 | Etude 2 | | |
| Distance moyenne de rotation..... | 1.380 m | 900 m | 520 m | 1.140 m |
| Durée moyenne du trajet à vide | 8' | 6' 20 | 8' 16 | 7' 50 |

On peut déduire du tableau précédent la vitesse apparente des tracteurs :

| | Gabon | | Côte d'Ivoire | Cameroun |
|---|---------|---------|---------------|----------|
| | Etude 1 | Etude 2 | | |
| Vitesse apparente des tracteurs en km/heure.. | 10,3 | 8,5 | 3,8 | 3,7 |

--- Les tracteurs 97 Cv de l'étude 1 semblent se révéler légèrement plus rapides que les tracteurs de

130 Cv ce qui confirme l'impression que nous avons eue.

— Dans des conditions de travail et de terrain relativement semblables, les résultats obtenus par les tracteurs sur les chantiers gabonais (Étude 2) et camerounais sont très voisins. Par contre, la vitesse apparente des engins est beaucoup plus faible en Côte-d'Ivoire. Trois causes interviennent :

- la période de relevés s'est située au cours d'une saison des pluies particulièrement forte,
- la mauvaise qualité des pistes exécutées en « coupé bas »,
- une petite partie des rotations a été effectuée sans « coupé bas », mais cela n'influe guère sur la moyenne.

Si on admet comme moyenne les chiffres gabonais et camerounais, soit 8,5 km/h ce qui nous paraît conforme à la réalité et à la pratique, les temps moyens de trajet à vide en fonction de la distance sont de (tableau 12) :

TABLEAU 12

Evolution du temps de trajet à vide en fonction de la distance de débardage

| Distance de débardage en m | Temps de trajet à vide en minutes et 1/10 de minute |
|----------------------------|---|
| 250 | 1,8 |
| 500 | 3,5 |
| 750 | 5,3 |
| 1.000 | 7,0 |
| 1.250 | 8,8 |
| 1.500 | 10,6 |
| 1.750 | 12,4 |
| 2.000 | 14,0 |

— Ouverture de piste (Côte-d'Ivoire).

Cette opération n'existe qu'en débardage premier et n'a été constatée que lorsque les pistes n'ont pas été préparées à l'avance par coupé bas ou par bulldozer.

C'est le temps mis par le tracteur pour se frayer un chemin en brousse, depuis le bord de la piste principale de débardage jusqu'au pied de l'arbre à débarder.

Cette opération a duré 13 mn en moyenne pour une distance de 350 m.

Nous n'insisterons pas sur cette phase du débardage, ayant déjà signalé à plusieurs reprises la perte de temps qu'elle représentait.

— Mise en place du tracteur.

C'est le temps passé par le tracteur pour effectuer son demi-tour et présenter son arrière à la bille devant être débardée.

Le tracteur à pneus ne débusquant ou ne débardant généralement pas dans des endroits très abrupts mais le plus souvent sur bord de piste, la durée de

cette phase est grandement fonction de l'habileté du conducteur.

Selon les cas, elle varie entre 20" et 1'20".

— Élingage.

Cette phase est relativement importante puisqu'elle représente de 6 à 20 % du temps de rotation. Elle peut se décomposer en trois opérations : dévidage du câble du treuil, passage de ce câble autour de la bille et mise en place du crochet.

La durée de la plus longue de ces opérations qui est le passage du câble autour de la bille dépend de l'habileté de l'élingueur mais aussi de la position de la bille sur le sol.

C'est pourquoi on ne saurait trop conseiller d'imposer, d'une part, aux élingueurs de toujours avoir à leur disposition une matchette ou un instrument permettant de gratter le sol pour faciliter le passage du câble sous la bille, d'autre part, aux conducteurs de chenillards de laisser les billes débusquées dans un endroit aussi dégagé que possible.

L'élingage demande en moyenne de 2' à 5' par rotation.

— Débusquage.

Cette phase peut se présenter sous deux formes différentes suivant qu'il s'agit du débardage premier ou du débardage second. Dans le premier cas, le débusquage observé correspond à celui effectué par le tracteur à chenilles pour sortir la bille ou le pied de brousse à l'aide du treuil. Il faut dégager la bille de la tête et de la culée de l'arbre et l'amener jusqu'au bouclier arrière du tracteur.

Dans le second cas, la bille étant située au bord de la piste, le débusquage porte sur une très faible distance et se réduit à soulever la bille et à la positionner à l'intérieur du bouclier. D'ailleurs, au cours des deux premières études entreprises, nous n'avions pas jugé nécessaire de distinguer ce temps de l'élingage proprement dit.

Sur l'ensemble des chantiers, cette opération a demandé de 1'30 à 2'.

— Trajet en charge.

C'est le temps mis pour parcourir la distance du point d'élingage de la bille au parc de chargement des camions.

En débardage premier, nous distinguons deux phases différentes :

le trajet en charge 1 qui correspond à la distance du pied de l'arbre au bord de la piste principale de débardage, généralement avec « coupé bas »,

le trajet en charge 2 qui correspond à la distance séparant le bord de piste principale du parc de chargement des camions.

En faisant abstraction de la distinction précédente, les moyennes de temps total de trajet en charge ont été les suivantes (tableau 13) :

TABLEAU 13

| | Gabon | | Côte d'Ivoire | Cameroun |
|---|---------|---------|---------------|----------|
| | Etude 1 | Etude 2 | | |
| Distance moyenne de rotation..... | 1.380 m | 900 m | 520 m | 1.140 m |
| Durée moyenne du trajet en charge | 10' 10 | 8' 40 | 11' 30 | 12' 55 |

A partir du tableau précédent, on peut déterminer la vitesse apparente des tracteurs :

| | Gabon | | Côte-d'Ivoire | Cameroun |
|--|---------|---------|---------------|----------|
| | Etude 1 | Etude 2 | | |
| Vitesse apparente des tracteurs en km/heure..... | 8,1 | 6,3 | 2,7 | 5,3 |

Les vitesses apparentes des tracteurs sont beaucoup plus dispersées que lors du trajet à vide. Ceci peut s'expliquer par la configuration différente des terrains, l'habileté des conducteurs et l'état des engins.

Les tracteurs de l'étude 1 conservent l'avantage de la vitesse et les tracteurs ivoiriens une vitesse de déplacement équivalente à celle d'un chenillard.

Sur l'ensemble des chantiers ivoiriens, le temps moyen des trajets en charge 1 et 2 est respectivement de 1'25 et 10'05 mais si on ne tient compte que des chantiers ayant effectué du débardage premier sans pistes préparées, le temps du trajet en charge 1 devient égal à 26" sur une distance de 357 m soit une vitesse apparente de 0,8 km/h (nous avons dit qu'une amélioration serait ici intervenue depuis l'époque où les chronométrages ont eu lieu).

Si on admet une vitesse apparente moyenne de 5,5 km/h le temps de trajet en fonction de la distance est de (tableau 14) :

TABLEAU 14

| Distance de débardage en m | Temps de trajet en charge en minutes et 1/10 de minutes |
|----------------------------|---|
| 250 | 2,7 |
| 500 | 5,4 |
| 750 | 8,2 |
| 1.000 | 10,9 |
| 1.250 | 13,6 |
| 1.500 | 16,4 |
| 1.750 | 19,1 |
| 2.000 | 21,8 |

— Désélingage.

Cette phase est très courte et consiste uniquement à détacher la bille à l'arrivée du tracteur sur le parc de chargement des camions.

La présence de l'élingueur n'est pas indispensable et dans la majorité des cas, le chauffeur pourrait y procéder seul.

Sur l'ensemble des chantiers cette opération a nécessité de 1'10 à 1'30.

— Rangement.

Il s'agit du rangement de la bille ou des billes transportées à ne pas confondre avec le rangement du parc. Il n'existe pas obligatoirement pour chacune des rotations du tracteur.

En moyenne, cette phase a demandé 0'30" à 1'20" selon les chantiers.

— Incidents de débardage.

C'est le temps passé par les tracteurs pour se dégager lorsqu'ils sont embourbés ou pour nettoyer la piste de débardage si celle-ci est encombrée d'obstacles. Non productifs en eux-mêmes, ces temps principalement dûs aux conditions topographiques et météorologiques doivent cependant être inclus

dans la rotation de débardage car ils influent sur le temps de trajet et par conséquent sur le rendement des tracteurs. Leur incidence a été en moyenne de 0'10 à 0'35 sur l'ensemble des rotations.

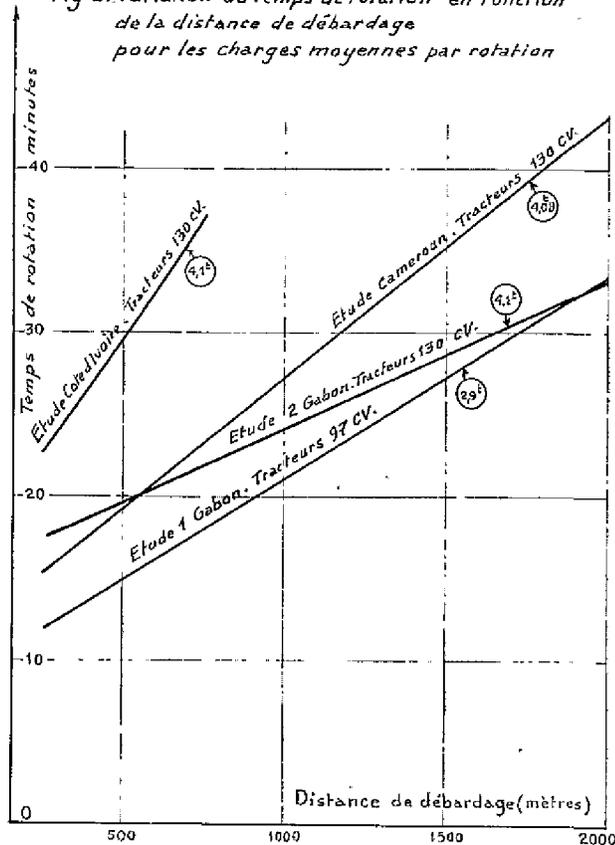
Etude mécanographique des résultats de chronométrages. Facteurs intervenant sur le rendement du débardage.

Le traitement mécanographique des chronométrages relevés sur le terrain permet d'obtenir un grand nombre de courbes, exprimant la variation du temps de rotation, des temps de trajet et de la production horaire en fonction des divers facteurs intervenant dans le débardage, en particulier distance et charge utile de l'engin ; nous présenterons les plus intéressantes de ces courbes dans la suite de cet article. Nous dirons quelques mots de l'état des pistes et de leur profil en long, bien qu'une étude systématique de ces facteurs n'ait pas été possible.

Arrivée d'une bille sur parc bord route.



Fig 2. Variation du temps de rotation en fonction de la distance de débarquement pour les charges moyennes par rotation



Débardage premier

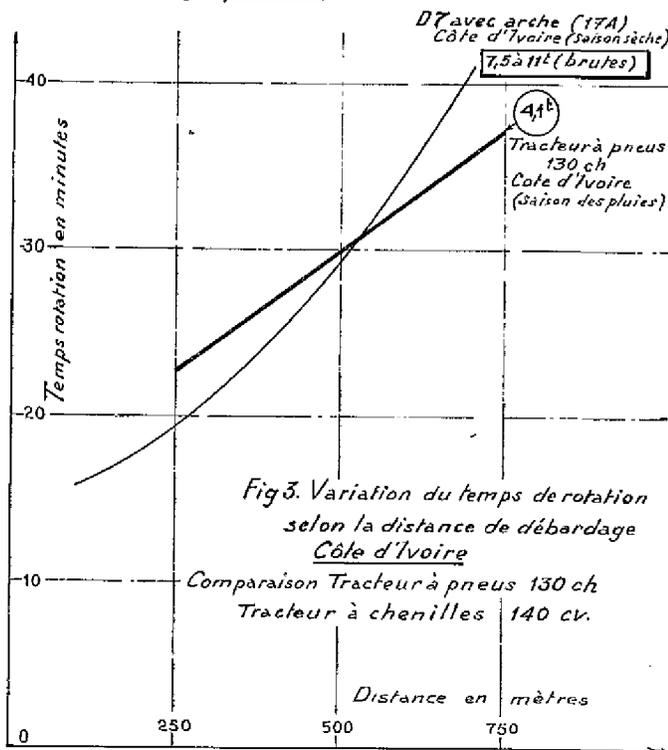


Fig 3. Variation du temps de rotation selon la distance de débarquement Côte d'Ivoire

Comparaison Tracteur à pneus 130 ch
Tracteur à chenilles 140 cv.

Variation du temps de rotation en fonction de la distance de débarquement.

La figure 2 montre la variation du temps de rotation en fonction de la distance de débarquement.

Les droites sont représentatives d'un grand nombre de journées de travail effectuées dans des conditions variées. Elles regroupent donc des résultats assez dispersés.

On constate sur ce graphique que les droites correspondant aux pays où le tracteur articulé exécute du débarquement second sont relativement groupées, alors que la droite représentative de la Côte-d'Ivoire où les engins sont affectés au débarquement premier, se situe nettement au-dessus.

La pente de cette droite est par ailleurs nettement plus importante que celle des droites représentatives des autres études. Les résultats au débarquement premier des tracteurs articulés de 130 Cv peuvent être rapprochés de ceux obtenus par des tracteurs à chenilles de 140 Cv équipés d'une arche de débarquement (fig. 3). Ces deux types d'engins évoluaient sur terrain très peu accidenté et sur pistes préparées par « coupé bas » mais il faut préciser que les relevés concernant les tracteurs à chenilles ont été effectués en saison sèche contrairement à ceux des tracteurs articulés qui se situaient en pleine saison des pluies. On notera que la durée de la rotation du tracteur à chenilles croît plus vite avec la distance que celle du tracteur à pneus.

Il n'en est pas moins net que l'utilisation du tracteur articulé au débarquement premier réduit, de façon importante, l'avantage de la vitesse que permet le pneu par rapport à la chenille.

Production horaire en fonction de la distance de débarquement et de la charge utile.

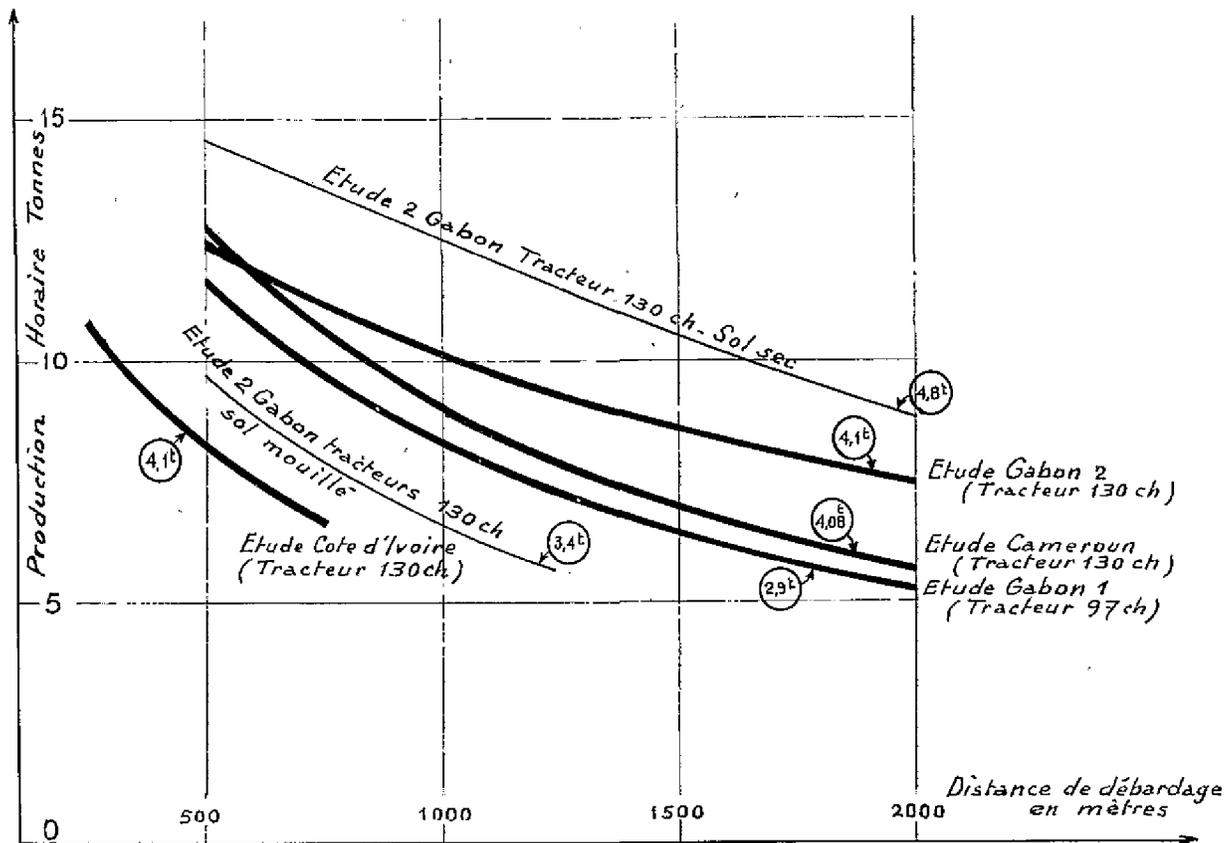
La production horaire d'un tracteur de débarquement est le nombre de tonnes de bois débarquées pendant une heure compteur de l'horomètre de l'engin. Sur les rapports de chantier ce ratio est généralement calculé mensuellement à partir du tonnage débarqué dans le mois et du nombre d'heures compteur effectuées par le tracteur.

Les productions horaires indiquées ci-dessous sont au contraire calculées en fonction du seul temps consacré au débarquement proprement dit.

RENDEMENT DU TRACTEUR EN FONCTION DE LA DISTANCE DE ROTATION.

Le temps de rotation d'un tracteur étant une fonction croissante de la distance

Fig. 4. Variation de la production Horaire en fonction de la distance de débarquement pour la charge moyenne par rotation.



de débarquement, il est évident que le rendement horaire en sera une fonction décroissante. Plus la distance s'allonge, plus le rendement horaire diminue.

Des relevés effectués sur les différents chantiers, nous avons pu extraire des graphiques moyens exprimant la relation précédente (fig. 4).

À l'examen de ces courbes, nous nous apercevons que :

- les courbes représentatives des chantiers gabonais et camerounais effectuant du débarquement second ont des pentes relativement peu différentes,
- la courbe représentative des chantiers ivoiriens où les tracteurs effectuent du débarquement premier est beaucoup plus liée à la distance de débarquement. Le rendement horaire baisse rapidement avec l'augmentation de distance,
- la courbe figurant la production des tracteurs de 97 Cv (Gabon 1) se trouve groupée avec celle de 130 Cv, c'est-à-dire qu'à même distance de débarquement, les premiers ont une production voisine de celle des seconds. On a vu, en effet, que si la charge utile moyenne des engins de 97 Cv est plus faible que celle des 130 Cv (respectivement 3 t et 4 t en

chiffres ronds), leur vitesse est plus élevée aussi bien à vide qu'en charge (10 et 8 km/h à comparer à 8,5 et 5,5 km/h ; ceci compense dans une large mesure cela et explique les constatations de la figure 4. On retrouve là un phénomène classique : la maniabilité des engins légers et leur aptitude à circuler sur des pistes sommaires et de fortes pentes (l'étude Gabon 1 porte sur les Monts de Cristal !). Mais le débarquement en descente a pu constituer un facteur favorable.

En positionnant sur le graphique les courbes obtenues en fonction de l'état du sol pour l'étude 2 Gabon, on constate que les productions horaires des engins sont très différentes suivant qu'ils ont été utilisés sur sol sec et sur sol mouillé. Mais cette dispersion des courbes est due aussi aux charges utiles moyennes constatées : 3,4 t dans un cas, 4,8 t dans l'autre. Nous reviendrons ci-dessous sur cette influence de la charge utile. L'examen des courbes montre aussi qu'on peut produire plus avec un tracteur de 97 Cv qu'avec un de 130.

Les deux courbes « sol mouillé » et « sol sec » montrent que la courbe « Gabon 2 » résume des résultats assez dispersés.

Si on transpose les résultats des courbes les plus générales du graphique (en trait fort) en un tableau, on obtient (Tableau 15) :

TABLEAU 15

Production horaire en fonction de la distance de débardage (débardage proprement dit)

| Distance de débardage en m | Production horaire en t | |
|----------------------------|-------------------------|------------------|
| | Débardage premier | Débardage second |
| 250 | 10,8 | — |
| 500 | 8,2 | 11,7 à 12,7 |
| 750 | 6,6 | 9,7 à 11,2 |
| 1.000 | — | 8,3 à 10,2 |
| 1.250 | — | 7,3 à 9,3 |
| 1.500 | — | 6,4 à 8,6 |
| 1.750 | — | 5,8 à 8,0 |
| 2.000 | — | 5,2 à 7,4 |

Les rendements précédents sont évidemment théoriques puisqu'ils ne tiennent compte que des temps de débardage à l'exclusion de tous les autres temps productifs.

Nous avons vu, chapitre 4, que le débardage représente 87,6 % du temps de travail total qui peut approximativement être assimilé au temps compteur du tracteur.

Compte tenu de ce coefficient, les chiffres obtenus dans le tableau 15 deviennent ceux indiqués dans le tableau 16.

Il est nécessaire de souligner qu'il ne s'agit là que de chiffres moyens susceptibles de variations d'une certaine amplitude selon le profil de la piste, l'état du terrain, la valeur du conducteur et la charge utile. Nous verrons qu'il est possible de les dépasser sensiblement.

TABLEAU 16

Estimation de la production horaire globale en fonction de la distance de débardage

| Distance de débardage en m | Production horaire en t | |
|----------------------------|-------------------------|------------------|
| | Débardage premier | Débardage second |
| 250 | 9,5 | — |
| 500 | 7,2 | 10,2 à 11,1 |
| 750 | 5,8 | 8,5 à 9,8 |
| 1.000 | — | 7,3 à 8,9 |
| 1.250 | — | 6,4 à 8,1 |
| 1.500 | — | 5,6 à 7,5 |
| 1.750 | — | 5,1 à 7,0 |
| 2.000 | — | 4,6 à 6,5 |

VARIATION DU RENDEMENT HORAIRE EN FONCTION DE LA CHARGE PAR ROTATION.

Le facteur distance de rotation mis à part, le rendement horaire d'un tracteur varie en fonction de sa charge utile. Il croît à mesure que la charge augmente, d'abord assez vite pour les faibles charges, puis de plus en plus lentement. Le rendement passe ensuite par un maximum pour une charge optimale puis décroît de plus en plus rapidement pour des charges plus élevées. La représentation de cette variation se fait par une courbe concave vers le bas, caractérisée par la position de son maximum.

Ce dernier représente donc la charge idéale qu'il faudrait débarder à chaque rotation pour obtenir le rendement maximal du tracteur.

Pour un même engin, il existe une charge optimale théorique, fonction de la conception mécanique de l'engin et une charge optimale pratique qui varie en fonction du relief et de l'état du sol.

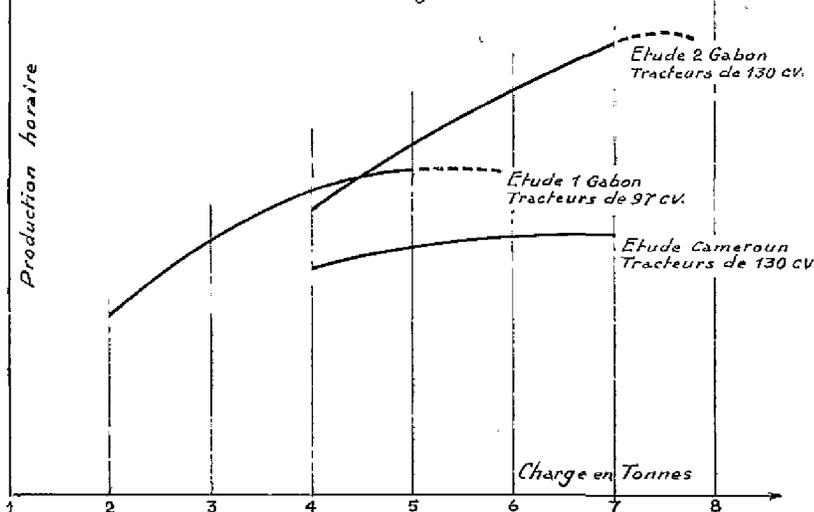
Les chronométrages effectués sur les différents chantiers ne nous ont pas permis d'obtenir dans tous les cas les courbes de charges optimales des engins car parfois aucune des charges débardées n'approchait cette dernière.

Nous avons cependant pu déterminer le maximum par extrapolation et celui-ci figure dans la partie de courbe en pointillé sur le graphique. Les résultats respectivement obtenus pour les tracteurs articulés de 97 Cv et de 130 Cv sont représentés sur la figure 5.

Cette figure permet de constater que :

— la charge optimale des tracteurs articulés de 97 Cv se situe vers 5 t,

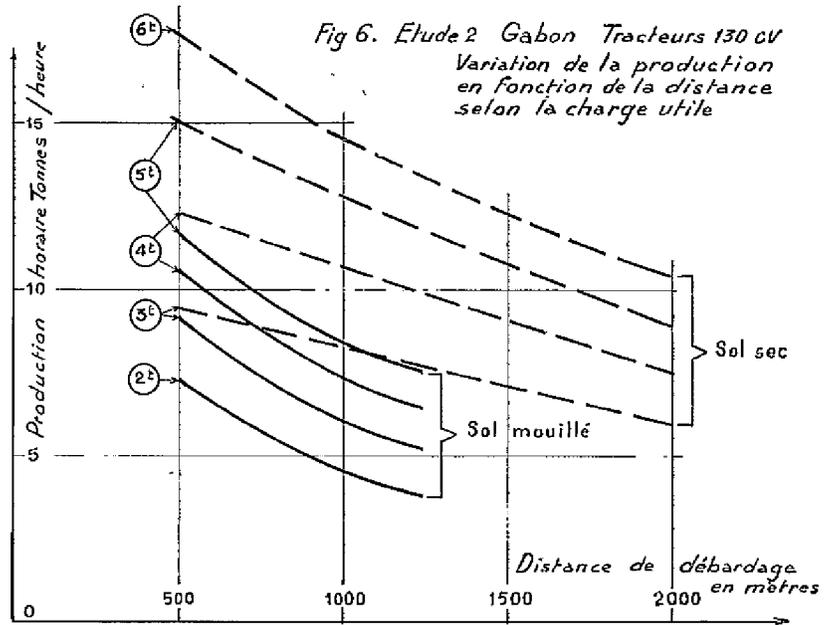
Fig. 5 Variation de la production horaire en fonction de la charge par rotation
Distance de débardage constante = 1500 m.



— la charge optimale des tracteurs articulés de 130 Cv se situe entre 6,5 t et 7,5 t,

— la largeur des plages de charge optimale s'explique par les conditions de relief, de nature du terrain et d'état du sol, de même que la variation de production horaire des divers chantiers. A l'intérieur de cette plage, la production horaire varie faiblement, la variation de charge utile y est donc peu déterminante,

— nous n'avons pas fait figurer en ordonnée les productions horaires des engins car les courbes ayant été calculées à partir de bases différentes, leur production horaire et leur position respective par rapport à l'ordonnée ne signifient rien.



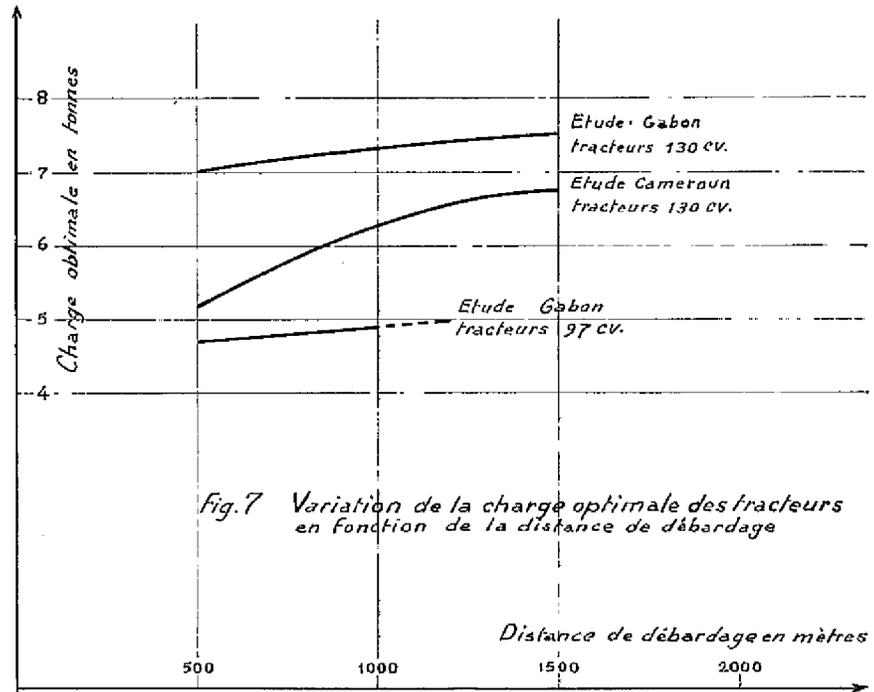
Interaction de la charge par rotation et de la distance de débarbage sur la production horaire des tracteurs.

Nous avons jusqu'à présent examiné séparément l'influence des deux principaux facteurs sur la production horaire des tracteurs articulés. Or, les résultats des études montrent qu'il y a interaction entre la distance de débarbage et la charge utile.

Si nous faisons varier en fonction de la charge utile les courbes de production horaire, en fonction de l'état du sol, des tracteurs 130 Cv de l'étude 2 Gabon, nous obtenons la figure 6.

La courbe de production horaire est d'autant plus haute que la charge utile par rotation est plus élevée ; la variation est rapide. Si l'intervalle de variation des données nous l'avait permis nous aurions pu vérifier ce résultat jusqu'à la charge optimale de l'engin ainsi qu'un resserrement des courbes lorsqu'on approche de celle-ci.

Si par ailleurs nous recherchons la charge optimale des engins en fonction de la distance de débarbage nous obtenons la figure 7 qui nous permet de constater que la charge optimale d'un tracteur croît en fonction de la distance de débarbage. Les courbes ainsi représentées ayant leur concavité tournée vers le bas, la charge optimale



doit croître jusqu'à une certaine distance de débarbage au-delà de laquelle elle commence à décroître. L'intervalle de variation des données ne nous a pas permis de déterminer cette distance.

Il faut retenir de ce paragraphe l'importance considérable de la charge utile des engins : d'elle dépend dans une large mesure la production obtenue.

(à suivre)