



Photo Brunet. C. T. B.

*Vue générale d'un chantier dans la région du Douglas. On distingue le « Spar tree » et les câbles de débardage.  
Au pied du mât, l'engin de chargement à flèche « heel boom ».*

# EXPLOITATION FORESTIÈRE OUEST AMÉRICAINE

(2<sup>e</sup> partie)

par C. LEPIPRE,

*Ingénieur de Recherches au Centre Technique Forestier Tropical*

## SUMMARY

A preceding article has already given a general idea as regards logging industry in West America. The author mentions here the particular methods of skidding (or yarding) and loading trucks.

Skidding : This is carried out, according to circumstances, by crawler tractors with or without an arch or by cable systems operated by yarders.

Big rubber tired tractors are not very much used in the West ; they are mainly used on the British Columbian coast. Off the road trucks, with skidding equipment, often compete with them when logging condition are not too hard.

Loading : Amongst the loading devices used for this purpose, only cranes and shovels are mentioned in the present article ; other equipments will be considered in a later study.

## RESUMEN

En un artículo anterior ya se ha hecho un resumen general respecto a la explotación forestal del Oeste de América del Norte. Se refiere en este artículo a los procedimientos particulares del arrastre de troncos y carga de camiones madereros.

Arrastre de troncos — Esta operación se efectúa, según las circunstancias, por medio de tractores de oruga con o sin carrelon, o bien por medio de cables aéreos accionados por un torno de arrastre fijo.

Los tractores de neumáticos de gran potencia son aún poco utilizados en el Oeste. Su empleo más intensivo tiene lugar en las costas de Colombia Británica. En muchos casos, estos tractores se encuentran en competencia con los camiones para todos terrenos transformados en aparatos de arrastre.

Carga — Entre los aparatos utilizados para esta tarea, el autor menciona únicamente las grúas en este artículo, reservando los demás aparatos para un estudio ulterior.

Nous avons déjà indiqué (1) l'ambiance dans laquelle se pratique l'exploitation forestière sur la côte pacifique de l'Amérique du Nord, et décrit trois exploitations types, d'importances différentes, allant de la grosse entreprise à l'échelle américaine au chantier plus modeste dont le volume de production rappelle celui de nombreuses entreprises africaines. Nous avons ensuite commencé une étude un peu plus détaillée des différentes phases de l'exploitation telles qu'elles se présentent sur le versant ouest des Montagnes Rocheuses. Après avoir étudié l'abattage et le tronçonnage nous poursuivons maintenant en examinant :

- les procédés de débardage — les tracteurs à pneus,
- les engins de chargement,
- les routes,
- les camions grumiers et leurs remorques,
- quelques problèmes d'organisation générale.

L'état vierge de nombreuses forêts, non encore

aménagées, impose à l'Américain, tout comme à l'Africain, de se transformer pendant une part importante de son temps en entrepreneur de travaux publics. Le volume des vieux arbres, agés de plusieurs centaines d'années et dont le diamètre est comparable à celui des plus gros bois tropicaux, oblige à mettre en œuvre un matériel lourd et puissant. A ces points communs aux exploitations américaines et africaines répondent des structures analogues, des méthodes de travail et des engins assez souvent semblables, sinon identiques.

Bien que le volume exploité à l'hectare varie beaucoup d'un continent à l'autre et qu'il en résulte une différence dans l'échelle des entreprises, l'expérience d'outre-atlantique constitue une précieuse référence pour les Africains. C'est grâce à l'importance de leur marché que les américains peuvent élaborer des méthodes de travail et mettre au point des matériels qui intéressent les chantiers installés dans les régions tropicales.

## DÉBARDAGE

L'exploitant américain, acquéreur ou propriétaire d'une coupe, commence, lui aussi, par y construire une route d'accès. Pour résoudre ensuite le problème d'amenée des bois jusqu'à cette voie de

vidange, deux procédés sont en compétition : le débardage par câbles aériens et le débardage par tracteurs à chenilles.

## LE TRACTEUR A CHENILLES

Il est utilisé de la même façon qu'en Afrique, si ce n'est que, la forêt étant plus riche, les distances de tirage sont généralement plus courtes : quelques centaines de mètres au maximum. L'arche est utilisée chaque fois que le terrain n'est pas trop difficile. En région accidentée on peut voir cependant le schéma suivant : plusieurs tracteurs ouvrant les pistes de tirage en forêt travaillent sans arche, tandis que les autres, uniquement occupés à tirer les billes, en sont équipés.

L'arche à chenilles a conservé une certaine vogue

en raison de la grande surface d'appui au sol qu'offre son train de roulement et de la meilleure stabilité qu'il procure grâce à l'abaissement du centre de gravité. Il faut reconnaître aussi qu'il est sans doute plus facile et relativement moins coûteux de se procurer un train de chenilles en Amérique qu'en Afrique.

Le parc des tracteurs comprend des engins de puissance équivalent au D. 7 et au D. 8 avec une prédominance probable du premier. Le D. 8 est utilisé pour débarder les plus gros bois et il constitue l'équipement de base dans la région du Redwood. On y rencontre aussi des D. 9 tirant des billes,

(1) B.F.T., n° 75, janvier-février 1961.

mais, dans l'ensemble, les tracteurs les plus lourds sont réservés au terrassement.

Cet exemple confirme le bien fondé du choix, pour l'Afrique, d'engins de 120 à 160 CV pour débarder. Le tracteur de 240 CV, justifié pour les travaux de route dès qu'ils représentent un certain volume annuel, est difficile à utiliser rationnellement au débardage dans les conditions qui sont celles de la plupart des chantiers africains. Si les américains l'utilisent avec des bois qui ne sont pas plus gros que les nôtres, c'est que la densité exploitable dans leurs forêts leur permet, en tirant plusieurs billes à la fois grâce à des élingues, de rassembler des charges correspondant à la puissance de leurs engins. Souvent nous ne pouvons malheureusement pas en faire autant, la dispersion des pieds exploitables rendant leur groupage aléatoire.

Un autre élément de choix important est le coût relatif du matériel et de la main-d'œuvre. Le tableau ci-dessous donne à ce sujet quelques indications :

Les prix d'achat des engins ne sont qu'approchés et le salaire du conducteur en Afrique est basé

sur 1.000 fr par jour. Si on fait le quotient (lignes 4 et 5) valeur du matériel divisé par le salaire horaire de conducteur, on voit qu'entre l'Afrique et l'Amérique le rapport varie dans la proportion de 1 à 8. En Afrique, dans le prix de revient d'une équipe de débardage composée de 3 hommes (1 conducteur et 2 élingueurs) utilisant un engin de la classe 120 à 140 CV, les charges de main-d'œuvre représentent 8 à 9 % ; en Amérique, une étude (1) concernant des exploitations de vieux Douglas dans l'Oregon en 1954, faisait ressortir que la proportion était de l'ordre de 50 %.

On n'hésite donc pas, outre-Atlantique, à faire un sacrifice en achetant un matériel plus puissant si cela doit améliorer la productivité du personnel, puisque celui-ci coûte très cher. Sous les Tropiques, au contraire, ce sont les considérations d'amortissement et d'entretien du matériel qui pèsent le plus lourd.

Ces considérations, faites à propos du matériel à chenilles, restent valables pour les autres équipements utilisés dans les autres phases de l'exploitation. Nous aurons l'occasion d'y revenir.

		Amérique	Afrique
1	Prix d'achat D. 7 .....	20.000 \$	9 à 9,5 millions CFA
2	Prix d'achat D. 8 .....	40 à 45.000 \$	14,5 millions CFA
3	Salaire horaire conducteur .....	3 \$	125 Fr CFA
4	<u>Prix d'achat D. 7</u> <u>Salaire horaire</u> .....	9.500	75.000
5	<u>Prix d'achat D. 8</u> <u>Salaire horaire</u> .....	14 à 15.000	116.000

### LE DÉBARDAGE PAR CABLES AÉRIENS

Il consiste à rassembler les grumes, éparses sur la coupe, sur une zone de groupage (ou « deck ») située à proximité d'un treuil fixe. Ce « deck » constitue la base de départ de l'évacuation des bois, le plus souvent assurée par camions. Au lieu donc de déplacer un engin de traction des billes qui va chercher sa charge et revient avec elle en la tirant au câble, on se contente d'envoyer le câble seul sur le parterre de la coupe, l'engin de traction restant à poste fixe.

On utilise pour cela un montage en va-et-vient, c'est-à-dire un treuil à deux tambours (appelé « yarder » ou « donkey »). En effet le câble de traction ou « câble principal » étant lourd, il faut le ramener mécaniquement, sur la coupe après chaque manœuvre : on utilise pour cela un « câble de retour » plus léger, attaché à l'extrémité du câble principal et passant sur une ou plusieurs poulies qu'on déplace à la périphérie de la coupe, selon la zone à débarder. Le tirage a lieu selon une série de rayons centrés sur le treuil.

Comme la coupe est encombrée d'obstacles nom-

breux, le halage ne peut se faire dans de bonnes conditions que si le câble principal exerce un effort vers le haut de façon à soulever l'avant des billes du sol chaque fois que c'est utile ; c'est pourquoi le câble principal passe toujours sur une poulie haute fixée à un mât de 20 à 30 m (« spar tree »).

Tel est le principe du « High lead yarding » qui est le procédé de débardage par câbles aériens le plus simple et, de loin, le plus répandu. Les treuils peuvent être, soit montés sur des traîneaux fabriqués avec de gros équarris, soit portés par des tracteurs à chenilles : le tracteur donne alors la mobilité au treuil, et contribue à l'installation du chantier de débardage à chaque nouvelle mise en position. Dès que le tirage proprement dit est en route, il travaille à poste fixe au pied du mât. Ce luxe apparent de moyens correspond à un souci de limiter les pertes de temps entre les périodes de travail productif ; d'autre part, quand il est à poste fixe, le tracteur

(1) *Timberman April 1957.* — « Using the staggered setting system, what are logging costs ? » L'étude décrit des coupes effectuées de 1950 à 1954.

n'use qu'une partie de ses organes (le train de chenilles en particulier ne travaille pas).

La puissance des treuils s'échelonne de 100 à ... 450 CV. Cesont toujours des machines extrêmement lourdes et robustes, ceci est surtout vrai pour les treuils montés sur traîneaux pour lesquels les considérations de poids sont secondaires. Les modèles récents sont dotés de transmissions et de commandes très perfectionnées. En plus des 2 tambours principaux, un petit tambour annexe (« straw drum ») est destiné à actionner un petit filin de service utilisé pour les manœuvres de mise en place du gréement et tous les travaux accessoires.

Pendant longtemps les mâts ont été exclusivement constitués par des arbres étêtés (pour éviter des chutes de branches) et haubanés. Ils le sont très souvent encore, mais de plus en plus on voit apparaître des mâts métalliques transportables (« Steel towers ») dont la mise en position de travail est rapide ; l'évolution de cette technique conduit à un ensemble mât et treuil porté sur véhicule ou sur remorque. En effet le gréement d'un arbre, la mise en place des haubans, des poulies, des câbles de traction, sont des opérations qui demandent un ou plusieurs jours non directement productifs. Au

contraire avec un mât métallique, on dispose d'un ensemble facilement mobile dont tout le gréement est en place en permanence : le passage de la position de transport (mât rabattu) à la position de travail (mât dressé) est effectué mécaniquement, la mise en tension des haubans est assurée par de petits treuils auxiliaires ; en moins d'une demi-journée l'ensemble est prêt à entrer en action. Ce matériel d'un emploi plus souple permet des changements de postes de débarquement plus fréquents, ce qui entraîne la réduction des distances de tirage et l'exploitation à bon compte des petites coupes.

Il est admis que la distance de débarquement par « High lead » ne doit pas dépasser 300 m, chaque poste de débarquement correspondant à un carré moyen de 16 ha.

Lorsque ce procédé classique ne donne pas satisfaction, parce que l'effort de levage obtenu sur les grumes est insuffisant pour passer par dessus les obstacles, on a recours à un câble porteur (« skyline ») auquel le système de va-et-vient s'accroche pour mieux lever sa charge. La charge n'est plus seulement traînée, mais décollée du sol quand cela est nécessaire.

Les exploitants ont réalisé plusieurs dispositifs

*Treuil de débarquement par câbles aériens (« yarder »), monté sur traîneau.  
Ce treuil est équipé de 2 tambours principaux.*

Photo Brunet C. T. B.



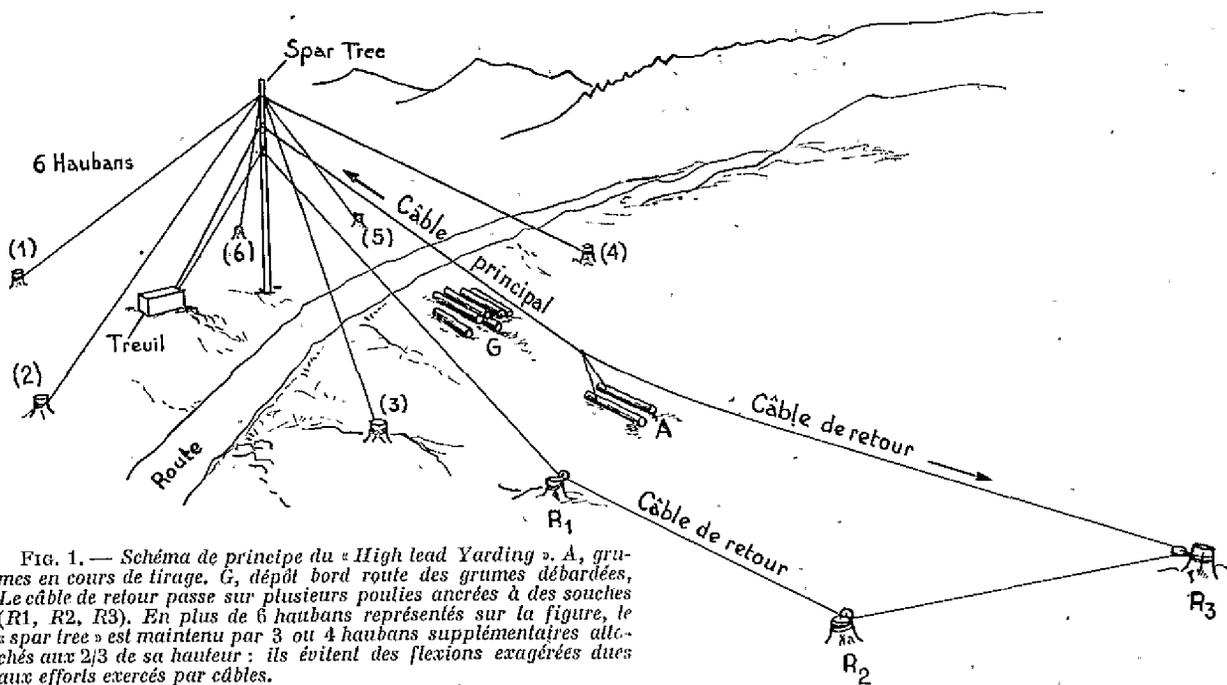
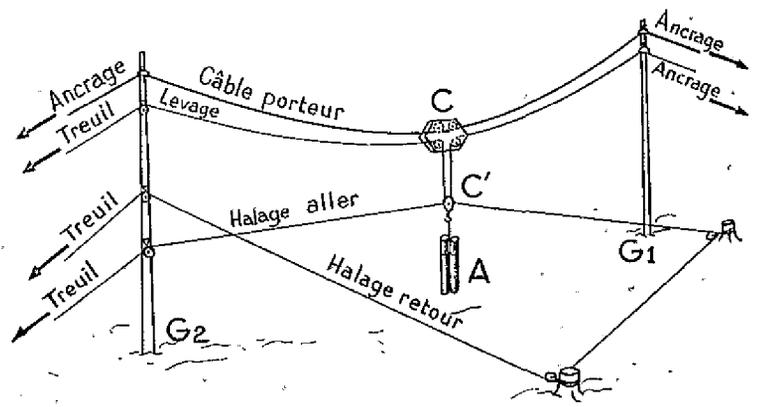


FIG. 1. — Schéma de principe du « High lead Yarding ». A, grumes en cours de tirage. G, dépôt bord route des grumes débarquées. Le câble de retour passe sur plusieurs poulies ancrées à des souches (R1, R2, R3). En plus de 6 haubans représentés sur la figure, le « spar tree » est maintenu par 3 ou 4 haubans supplémentaires attachés aux 2/3 de sa hauteur : ils évitent des flexions exagérées dues aux efforts exercés par câbles.

FIG. 2. — « Tyler system » utilisé pour le transport entre deux points de groupage des grumes, G1 et G2. Deux tambours du treuil actionnent les câbles de halage (aller et retour). Un troisième tambour sert au levage : le câble correspondant passe sur une poulie du chariot C, descend au moufle C' et remonte en C pour atteindre le mat G1, puis un ancrage. La charge A peut être levée, pendant tout le transport de G1 à G2. Les câbles de halages peuvent aboutir au moufle C' comme au chariot C. Leur fixation en C' permet un meilleur guidage de la charge A.



à câble porteur. Tantôt le « skyline », fixe, est tendu entre deux ancrages, tantôt il a une extrémité enroulée sur un tambour du treuil. Dans le premier cas la mise en tension du câble est toujours une opération longue ; or quand on débarde une coupe s'étendant autour d'un mât qui en constitue le centre, on est amené à changer fréquemment la direction de tirage selon une série de rayons aboutissant au mât. La remise en tension du câble porteur à chaque fois rendrait l'exploitation trop lente, aussi les systèmes à câble porteur ancré à ses deux extrémités ne sont pas utilisés au débarquement proprement dit, mais pour déplacer les grumes d'un point de rassemble-

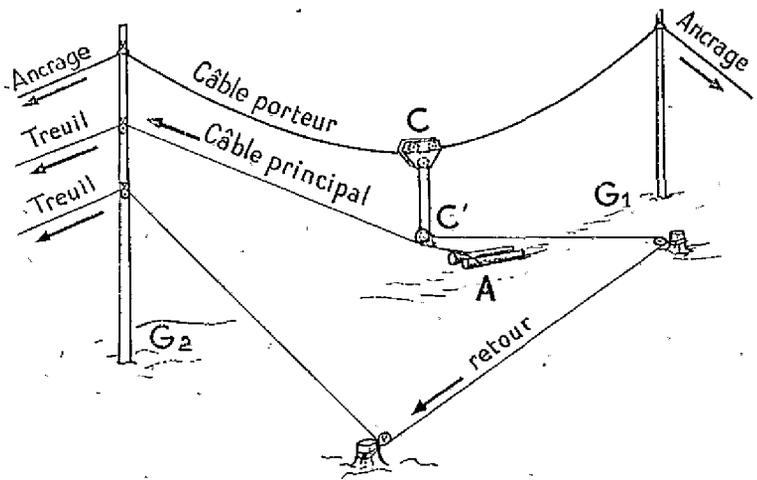


FIG. 3. — « North Bend system ». Transport de G1 vers G2. L'extrémité du câble principal passe sur le moufle C', remonte au chariot C et revient s'attacher en C'. Si la charge A accroche un obstacle ou si on freine le câble de retour, le mouflage CC' lève la charge A. L'emploi de 2 brins de câble entre C et C' correspond à un tirage en descente de G1 vers G2. En terrain horizontal, ou si G2 est plus haut que G1, le câble principal après passage dans le moufle C' est attaché directement en C : l'effort de traction, étant alors plus grand, fournit, sur un seul brin, une composante de levage suffisante.

ment à un autre et leur faire franchir des obstacles importants (escarpements, gorges etc. . .). Le rassemblement au point de départ peut être effectué par les moyens classiques : tracteur, « High lead », etc. . .

Parmi les divers systèmes à « câble tendu » on rencontre surtout le « Tyler system », version du blondin classique, utilisant un treuil à 3 tambours et le « North Bend », plus simple, avec un treuil à 2 tambours seulement, c'est-à-dire le même engin qui actionne le « High lead ».

Si on doit faire du véritable débardage en utilisant un câble porteur en raison des difficultés du terrain, on utilise le plus souvent le « Slack line system » (1) dont le câble porteur, ancré à un bout, vient s'enrouler à l'autre sur un tambour du treuil (à 3 tambours par conséquent). On abaisse donc le « skyline » pour attacher la charge à débarder et on le tend pour franchir les obstacles. La possibilité d'enrouler ou de dérouler ce câble porteur grâce au treuil, facilite les changements d'ancrage du bout fixe du câble, donc les changements de direction de tirage ; en terrain escarpé, l'extrémité fixe du skyline peut, au lieu de passer sur un mât, être simplement attachée à une souche.

Il est admis que le débardage au « slack line » ou le transport au « North Bend » peuvent se faire éco-

nomiquement jusqu'à une distance maximum de 400 à 450 m ; il est possible, à condition d'accepter une baisse de production, d'aller plus loin (nous avons noté un débardage sur plus de 700 m).

Ces procédés mettant en œuvre un câble porteur sont, on le voit, plus compliqués que le « high lead system » : ce dernier est donc employé dans tous les cas simples et on n'a recours au skyline que si cela est indispensable.

Contrairement à ce qu'on pourrait croire, le débardage par câbles aériens est toujours très utilisé dans l'Ouest, dans toute la région du Douglas et en Colombie Britannique. Pour l'exploitation des forêts vierges, en montagne, rien ne laisse croire qu'il doive laisser la place à d'autres procédés qui, dès que la topographie est difficile, seraient sans doute moins efficaces.

C'est pour cette raison qu'il nous a paru bon de nous étendre quelque peu sur cette technique bien qu'elle ne soit pas transposable en Afrique où le volume exploité à l'ha est trop faible et les pieds trop dispersés dans la brousse. Par contre certains montages de câbles aériens sont à l'origine de procédés de manutention qui, eux, nous intéressent directement et mériteraient une meilleure faveur pour certaines manutentions.

#### DANS QUELS CAS DÉBARDE-T-ON AU TRACTEUR ; DANS QUELS CAS DÉBARDE-T-ON PAR CABLES AÉRIENS ?

1° Les câbles sont surtout adaptés à la vidange des coupes rases, car tels qu'ils sont utilisés en Amé-

(1) Littéralement « système à câble qui peut être détendu », par opposition aux systèmes à « câble tendu » (tight line) vus au paragraphe précédent.

rique, ils ne permettent guère de respecter des réserves maintenues sur pied. La coupe rase est la règle dans l'exploitation des vieux peuplements de la région du Douglas.

C'est par contre le débardage au tracteur à che-

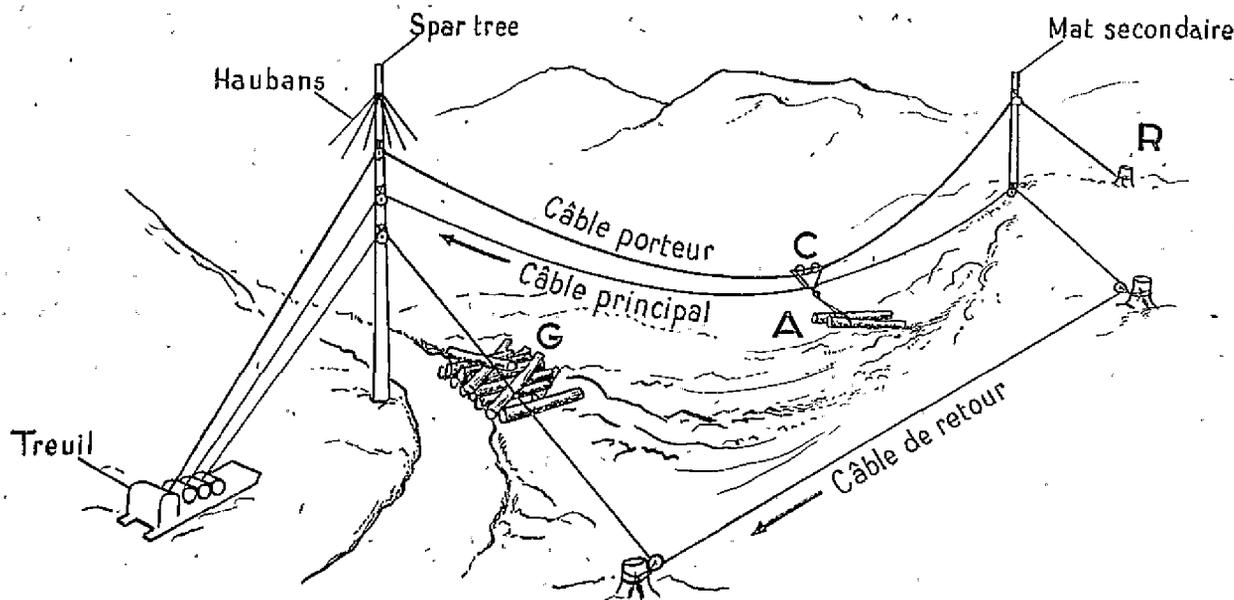


FIG. 4. -- « Slack line system ». L'extrémité du câble porteur s'enroule sur l'un des tambours du treuil, ce qui permet de lever ou d'abaisser C, donc de dégager plus ou moins du sol des billes A. L'extrémité du skyline est ancrée en R.



Photo Lepitre.

*Mât métallique, utilisé avec treuil à 2 tambours monté sur TD. 2A. L'ensemble est placé sur un châssis métallique, portant sur la droite, le dispositif d'abaissement et de relevage du mât.*

nilles qui convient le mieux aux coupes sélectives : nous l'avons ainsi vu utilisé dans la région du Redwood en dépit du terrain montagneux. Les engins devaient d'abord terrasser leur piste au bulldozer avant de tirer. Dans ce cas on s'efforce de tirer vers le bas ; le rendement des engins s'en trouve sensiblement augmenté.

2° Les câbles conviennent bien à l'exploitation en montagne où les coupes se trouvent en terrain souvent escarpé : les différents montages décrits plus haut permettent d'y faire face à la plupart des problèmes.

Dans les forêts où sont effectuées les coupes rases, les différents procédés peuvent être utilisés concurremment : les tracteurs débardent vers le bas sur les pentes faciles et les câbles aériens remontent les bois sur les versants difficiles, toutes les billes se trouvant rassemblées au même point de chargement, au pied du « spar tree ».

Les câbles, avons-nous dit, remontent les bois, le mât et la route d'évacuation étant situés dans la partie supérieure de la parcelle. En effet c'est cette disposition qui procure la meilleure production. Le rendement d'un chantier est peu influencé par un manque de puissance éventuelle du treuil lors

de la remontée de grosses billes : il suffit de choisir une démultiplication convenable de la boîte de vitesse du treuil ou de mettre en œuvre un moteur plus puissant. Beaucoup plus gênant est l'accrochage des grumes sur les obstacles ; pour éviter cela, le principe du « high lead » consiste à être en mesure d'exercer à tout moment un effort vers le haut qui soulève l'avant des billes et leur permette de glisser sur les obstacles au lieu de s'y accrocher. Encore faut-il que le sommet du mât domine le parterre de la coupe, sinon à partir d'un certain niveau vers l'amont, tout se passe comme si on effectuait un tirage à froid classique et dans des conditions particulièrement mauvaises : les billes sollicitées dans le sens de la pesanteur sont mal guidées par le câble ; elles tendent souvent à s'engager d'un côté des souches situées sur leur parcours, alors que le câble passe de l'autre côté, etc. . . Si le « spar tree » est au contraire placé à la partie supérieure de la coupe, ces inconvénients disparaissent en grande partie ; le mât peut être beaucoup moins grand puisqu'à sa hauteur propre s'ajoute la dénivellation due à la topographie.

En dépit de ses inconvénients, le tirage vers le bas se pratique chaque fois qu'on ne peut procéder autrement : c'est assez fréquent.

3° Les intempéries peuvent commander aussi le choix de l'un ou l'autre procédé : les câbles travaillent bien sur un terrain détrempe où les tracteurs sont en difficulté et dégradent le sol. Ainsi telle compagnie qui ne veut pas être gênée par le climat acquerra un équipement de base constitué par des câbles et treuils, les tracteurs ne constituant qu'un appoint occasionnel. Le travail se fera, qu'il fasse beau ou mauvais, que le terrain soit plat ou escarpé.

4° Enfin, des considérations sylvicoles peuvent intervenir dans le choix : nous avons parlé de coupes sé-

lectives ; dans d'autres cas le tassement provoqué par les chenilles peut être jugé néfaste à la régénération.

5° Sur une même coupe peuvent intervenir successivement plusieurs équipements différents, notamment lorsque les compagnies, propriétaires de leur forêt, se préoccupent de récupérer le maximum de bois. Dans ce but elles exploitent chaque coupon en plusieurs fois : petits bois d'abord, puis peuplement principal (si besoin en plusieurs passages) de façon à éviter la détérioration des premiers par la chute et le tirage des gros arbres. Pour tirer les petites grumes un matériel léger suffit.

### QUEL EST (EN AMÉRIQUE) LE COUT COMPARÉ DES DEUX MÉTHODES DE DÉBARDAGE ?

D'une étude détaillée faite il y a quelques années dans une série de coupes expérimentales dans l'Oregon, il ressortait que, si le débardage au tracteur à chenilles coûtait 100, l'emploi du « high lead system » coûtait 140. Mais les câbles étaient utilisés sur des coupes plus difficiles que les tracteurs auxquels on réserve le terrain le moins accidenté. A topographie comparable, les deux procédés coûteraient sans doute des prix voisins ; le choix de l'un ou de l'autre nous a semblé d'ailleurs basé sur les aspects techniques indiqués plus haut, plutôt que sur des considérations de coût.

Le matériel de débardage par câbles aériens est coûteux, mais il est très robuste et s'use très-peu. Chaque unité correspond à une forte production : un treuil de 250 ch est à la base d'une unité capable de sortir de 30 à 50 000 tonnes annuelles (1). Un

tel treuil monté sur traineau vaut (sans les câbles, ni les agrès) 50 000 \$ environ.

Nous avons dit que pour des raisons de commodité de déplacement et d'installation des chantiers, le treuil à deux tambours est souvent monté sur un tracteur à chenilles qui, dès que le tirage est en route, se trouve immobilisé. On utilise couramment dans ce but un engin équivalant au D. 8. S'il travaille avec un mât métallique démontable installé sur traineau, cela représente un investissement supplémentaire de 25 000 \$.

Autre exemple : un mât repliable sur traineau, correspondant à un treuil type D. 7 L Hyster à 2 tambours, donc un matériel relativement léger, vaut 20 000 \$ avec ses câbles et tout son système de haubanage (dont les treuils de mise en tension).

\* \* \*

### TRACTEURS À PNEUS

Nous venons d'étudier le débardage selon le schéma classique, c'est-à-dire sur courte distance, directement entre la souche et le réseau routier abondamment ramifié. Voyons maintenant quelle importance a le débardage sur longue distance, avec tracteurs à pneus. Il s'agit là d'une technique nouvelle dont les revues spécialisées se font assez souvent l'écho.

En fait, si on se réfère à l'expérience européenne, l'usage du tracteur à pneus est loin d'être une nouveauté. La seule innovation est l'emploi de tracteurs lourds et puissants capables de tirer les grosses billes de la côte Pacifique ou de l'Afrique, de la même manière dont les tracteurs légers tirent, depuis longtemps, les chênes ou les hêtres européens.

Les méthodes d'emploi sont différentes. L'exploitant européen ne possède que son tracteur à

roues : il doit donc s'en servir pour toutes les phases du débardage : au pied de l'arbre abattu (débusquage) et sur le parterre de la coupe, comme sur le chemin de tirage. Cette technique est possible parce que l'engin est léger et maniable ; de plus, il est chaussé de pneus relativement gros pour son poids, produisant une faible pression au sol, d'où résulte une aptitude à se mouvoir de façon acceptable sur le parterre des coupes.

Il n'en est pas de même pour le tracteur puissant : ses dimensions le rendent peu maniable et la pression qu'il exerce sur le sol est, en dépit de ses énormes pneus, nettement plus élevée, car il est et ne peut être que très lourd. Il n'est en mesure d'aller jusqu'à la souche des arbres à évacuer que si les conditions de sol sont nettement favorables et encore travaille-t-il alors avec un mauvais rendement, faute de pouvoir se glisser commodément entre des obstacles nombreux et rapprochés.

Son schéma d'emploi est donc normalement le

(1) Il faut y comprendre le tonnage dont est responsable le chenillard qui « aide » le treuil pour sa mise en place, ouvre les routes, les entretient et débarde en terrain facile.

suyvant : le tracteur à chenilles et le câble aérien, engins capables de travailler hors pistes, rassemblent les bois jusqu'à un chemin sommairement terrassé sur lequel circule le tracteur à pneus. Celui-ci débarde, sur une distance atteignant 5 km, jusqu'à une route pour camions, une voie d'eau, une scierie, etc... L'intérêt de la méthode réside dans une économie sur le kilométrage de routes à ouvrir, économie devenant très sensible en terrain accidenté, car le tracteur à pneus peut descendre à pleine charge des pentes à 40 %.

Le constructeur R. G. LETOURNEAU propose un schéma assez suggestif de la marche d'un chantier où serait poussé au maximum l'emploi du gros matériel à pneus géants. Appelons A le point d'accès au chantier et de début d'exploitation, A représentant la scierie, le bord d'une rivière ou d'un lac ou la route publique dont nous parlions plus haut. Au début jusqu'à une distance de 500 ou 1 000 m de A les engins classiques suffisent : chenillés et câbles aériens. Puis le tracteur à pneus entre en action, tirant sur piste les billes toujours débarquées (« débusquées ») par les moyens habituels. Ceci est valable jusqu'à 5 km de A. Passé cette distance, le

tirage n'est plus possible ; il faut passer au transport « porté » grâce, dit le constructeur, à une sorte de gros véhicule grumier tous-terrains, dont toutes les roues, motrices, sont équipées de pneus basse pression. Cet engin, assez maniable, se charge lui-même et à bonne vitesse grâce à des monte-grumes électriques rapides et puissants. Dans la gamme R. G. LETOURNEAU, il s'appelle le « log Transporter ». Sa conception rappelle le Tournahauler, bien connu au Gabon, mais tous ses essieux sont moteurs. Utilisant lui aussi des pistes sommaires, il prolonge le travail de l'arche à pneus au delà de 5 km et travaille en association avec elle : ou bien il va prendre directement les grumes débusquées au chenillard, ou bien il reprend les billes auxquelles l'arche à pneus a déjà fait parcourir quelques kilomètres pour les grouper ou négocier les plus mauvais passages.

Grâce à ces procédés, on rentre jusqu'à 10, 15 km ou plus dans la forêt sans avoir eu besoin, au dire du constructeur, de construire de véritables routes, ni de mettre en œuvre d'autres engins de chargement que les monte-grumes du « transporter ».

Ce schéma de travail ne rappelle-t-il pas celui

*Une coupe après débarbage au câble. Un second passage peut encore récupérer les bois de qualité secondaire.*

Photo Brunet. C. T. B.



qu'on connaît en Europe dans les régions difficiles d'accès: traînage (ou semi-traînage avec un avant-train), ou bien transport au triqueballe (donc « porté ») depuis la coupe jusqu'à une route carrossable...

Comment cette théorie d'emploi du gros matériel tous terrains sur pneus est-elle mise en pratique sur les chantiers de l'Ouest Américain ?

On sait que 4 constructeurs proposent des engins de débardage lourds ; ce sont (par ordre alphabétique) : LETOURNEAU WESTINGHOUSE, R. G. LETOURNEAU, WAGNER et WESTFALL.

Chaque constructeur présente au moins un engin de plus de 200 CV correspondant aux besoins du tirage des grumes tropicales. Nous avons déjà donné des détails sur leurs caractéristiques et nous n'y reviendrons pas (1).

L'examen du parc de matériel américain montre :

— que le parc de tracteurs lourds sur pneus se trouve, pour une proportion supérieure à 85 %, en Colombie Britannique.

— que, dans cette province canadienne, le parc en service n'atteint pas encore 100 unités.

Ces constatations étonnantes montrent que ces engins ne sont pratiquement pas utilisés dans les 3 états de la côte pacifique des U. S. A., si ce n'est à l'état de cas isolés. En Colombie Britannique, ils ne contribuent sans doute qu'à assurer 5 % environ de la production. Pour expliquer ce résultat nous allons examiner quelques chantiers.

Dans l'archipel côtier au N-O de Vancouver

(1) B.F.T., n° 72, juillet-août 60, « Débardage sur pneus ».

nous avons visité plusieurs chantiers du même type travaillant avec des tracteurs à pneus. Voici comment s'y pratique l'exploitation :

Par sa topographie la région rappelle les fjords de Norvège : elle est faite d'un inextricable dédale d'îles, de bras de mer, de caps et de baies profondes. Le relief est tourmenté, la montagne tombant directement dans la mer. La forêt s'étend partout, tant que l'altitude le lui permet. Il n'y a pas de routes si ce n'est en quelques points précis : les communications se font par bateau ou par avion de liaison (hydravion). Dès qu'on s'écarte des villes, la population se limite pratiquement aux exploitants forestiers. Chaque chantier est isolé sur une île ou dans un fjord ; un campement semi-permanent installé au bord de l'eau sert de point de départ à l'exploitation dont tous les produits sont évacués par flottage.

Dans un premier stade, on se contente de tirer les billes directement à l'eau sans ouvrir aucune piste. On met pour cela en œuvre des dispositifs à câbles aériens, classiques (« high lead » ou « slack line systems ») mais le mât et le treuil sont installés sur un radeau ancré à proximité de la rive. De cette façon on exploite, parallèlement au rivage, une bande la plus large possible (cf. fig. 5).

Quand cette bande est vidangée, on a recours, dans un second stade, à un tirage par tracteur à chenilles : évoluant sur une piste grossière à forte pente, il reprend les billes rassemblées par un dispositif à câbles aériens, installé à terre, cette fois sur la coupe même, selon le schéma habituel. Mais la chenille n'est valable que sur une distance limitée.

Au delà, le tracteur à pneus entre en action : il peut tirer sur plusieurs kilomètres et le long de dénivellations de plus de 500 m. En raison du relief difficile, les coupes se trouvent situées à des altitudes sensibles dès qu'elles s'éloignent du rivage. La piste de tirage, ouverte et entretenue au tracteur à chenilles, est un chemin très dur avec des pentes de 40 % à descendre en charge. Le sol, souvent rocailleux, procure aux pneus une adhérence convenable même par temps de pluies. Dès que le terrain est trop mou, la piste est recouverte de rondins placés en travers et en tapis continu. La même piste peut servir plusieurs années. Après chaque hiver, elle est remise en état car l'érosion la fait souffrir (l'exploitation cesse 2 mois par an, car la pluie, la neige ou le gel rendent le travail impossible).

Dans ces conditions, le rendement du tracteur à pneus est excellent : sur l'un des chantiers visités, nous avons relevé une cadence de 8 voyages par jour (environ 1 heure par voyage) sur une distance de 2,8 km avec une dénivellation de 420 m. La capacité de production est de 16 à 25 tonnes par voyage, c'est-à-dire 160 tonnes par jour. La piste pour tracteur évite la cons-



Wagner I.G. 18 de 200 ch (ancêtre du L.G. 220 actuel) sur une exploitation de Colombie Britannique.

Photo Lepitre.

truction d'une route camion qui serait longue dans le cas présent de 6 à 7 km et coûterait, en raison de la topographie, fort cher ; le tracteur supprime aussi le ou les camions et l'engin qui servirait à les charger. On économise aussi le personnel qui conduirait ces différentes machines (y compris les machines de terrassement). Le type de chantier correspondant à cette description est fréquent le long de la côte canadienne et c'est précisément là que se trouve la grande majorité des tracteurs à pneus, car leur intérêt n'y est pas discutable.

Dès que la distance s'allonge, nous avons signalé plus haut le remplacement de l'arche par un « transporteur » tous-terrains à pneus basse pression, portant cette fois la charge au lieu de la traîner. Un engin spécialisé, dit « Log Transporter » R. G. LETOURNEAU, a été mis en service en 1958 en Colombie Britannique. Le long de pentes de plus de 30 %, il a descendu des charges de 35 tonnes et plus à raison de 3 par jour en moyenne, sur une piste très dure de 4 km et une dénivellation de 750 m. A notre connaissance, aucun engin de ce type n'a été utilisé depuis dans l'Ouest. Le « Tournahauler » LETOURNEAU WESTINGHOUSE, bien connu au Gabon, n'existe pas là-bas.

Mais tout ceci concerne le cas, relativement simple où l'engin amène les billes directement à l'eau. A partir du point où la distance devient telle que le recours à un transport routier s'impose, l'avantage qu'offre le tracteur à pneus diminue : les exploitants sont obligés de construire des routes avec tout le matériel de terrassement que cela suppose ; les camions existent de toute façon avec le ou les engins nécessaires à leur chargement. Le tracteur à pneus représente une machine et une rupture de charge supplémentaires, avec, pour seule contrepartie, la suppression des frais de construction des routes d'accès. On peut choisir entre deux solutions :

— ou bien se contenter d'une piste tracteur, sur laquelle celui-ci devra travailler d'autant plus longtemps que le cube à sortir est élevé ; or le tracteur est un engin cher à l'heure donc au km ;

— ou bien supprimer le tracteur et construire une route permettant aux camions de poursuivre leur voyage quelques kilomètres plus loin, jusqu'à l'engin de débardage classique, ceci pour des frais d'exploitation à peine accrus si la route d'accès est correcte.

Il est évident que plus la forêt est riche, plus la seconde solution offre d'intérêt.

D'autres considérations viennent s'ajouter à celles-ci :

— Le pneu est relativement exigeant quant aux qualités du sol ; si en Colombie Britannique, nous avons signalé des terrains rocailloux, il n'en est pas de même partout. Beaucoup d'entreprises désirent limiter l'influence

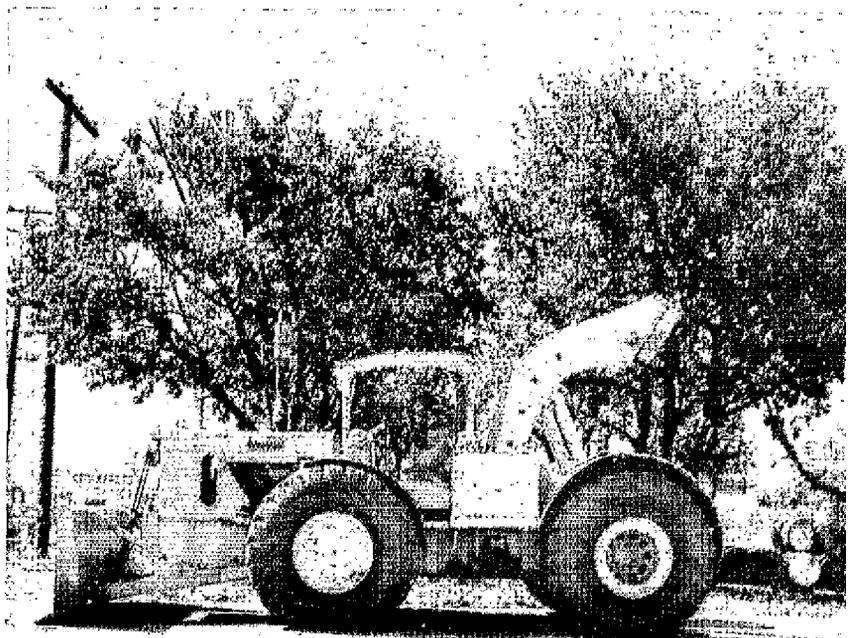
des conditions atmosphériques sur l'activité de leurs chantiers : ces entreprises sont souvent importantes, donc lourdes, et s'adaptent mal à des arrêts dus à une pluie imprévue. Mais aussi et surtout, les salaires de la main-d'œuvre sont si chers qu'on ne peut accepter d'arrêter tout ou partie d'un chantier parce qu'une machine est immobilisée par la pluie (1).

— Un grand nombre d'exploitants sont propriétaires de leurs forêts et s'efforcent de les aménager pour l'avenir. Les routes actuelles resteront les voies de vidange futures et constitueront les moyens d'accès et de surveillance (contre le feu). Pour faciliter la gestion, on juge utile de disposer d'un réseau routier si serré qu'il diminue les avantages du tracteur à pneus. Ajoutons que dans les forêts publiques, le Service Forestier impose la construction d'un réseau routier basé sur des principes analogues.

— Enfin il faut bien admettre que le tracteur à pneus rencontre encore la prévention qui existe contre un matériel nouveau, dont l'emploi peut être délicat. Combien de chantiers ont dû essayer le pneu en lui demandant de faire ce qu'il ne pouvait faire : l'échec était, au départ, assuré.

Ces raisons expliquent, selon nous, le faible développement pris par les tracteurs à roues : ils n'ont bien réussi que là où ils s'imposaient vraiment et il ne faut pas attendre dans l'immédiat un développement spectaculaire de ces matériels. En tant

(1) Dans toute la région forestière de la côte ouest, la pluviosité est très forte. Des chutes de pluies annuelles de 1.500 à 2.000 mm sont courantes. Les endroits exposés aux vents de l'Océan reçoivent 2.500 mm.



Westfall type 250 de 220 ch.

Photo Lepitra.

qu'engins forestiers, ils sont construits en toutes petites séries, mais cela n'est pas un inconvénient grave puisque la plupart sont une adaptation de machines à plusieurs fins (travaux publics surtout).

Pour beaucoup de compagnies forestières de l'Ouest, le jugement que nous venons de développer à propos du gros tracteur à roues reste valable pour les petits. Nous avons visité un chantier où des petits chenillards de 40 CV, attelés d'une arche, débarquaient des produits d'éclaircie. Un tracteur à pneus de puissance comparable a été essayé, sans donner grande satisfaction, parce qu'on l'a jugé trop sensible à l'état du terrain. La sécurité de marche offerte par la chenille (en dépit de son prix) est jugée indispensable car l'immobilisation du chantier ou simplement la baisse de production entraînée par les périodes de mauvais temps coûterait trop cher, du fait des heures d'ouvriers per-

dues. Les manœuvres délicates, les « astuces » auxquelles les débardeurs européens acceptent de recourir avec leur matériel à pneus, sont jugées ici trop dispendieuses.

Cette raison, s'ajoutant aux habitudes acquises, explique sans doute la grande extension du tracteur à chenilles en exploitation forestière dans toute l'Amérique du Nord. Le pneu ne semble y être qu'une acquisition récente et encore timide.

Quelles leçons l'exploitant forestier œuvrant en Afrique peut-il retirer de cette expérience américaine ? Pour notre part nous y trouvons la confirmation d'une conclusion que nous avons déjà exprimée (1) : ce serait une erreur grave que de demander à un engin à pneus de faire le travail d'un chenillard. Il faut fournir un effort minimum d'organisation pour obtenir de ce matériel nouveau les résultats qu'on est en droit d'en attendre.

Mais certains aspects « pessimistes » de notre description précédente ne sont pas transposables en forêt tropicale :

— la forêt africaine est pauvre ; il n'est donc pas indifférent de réduire la longueur de routes à ouvrir (bien qu'elles reviennent moins cher que les routes américaines) et d'éviter ainsi d'aventurer les camions sur des chemins d'accès médiocres ;

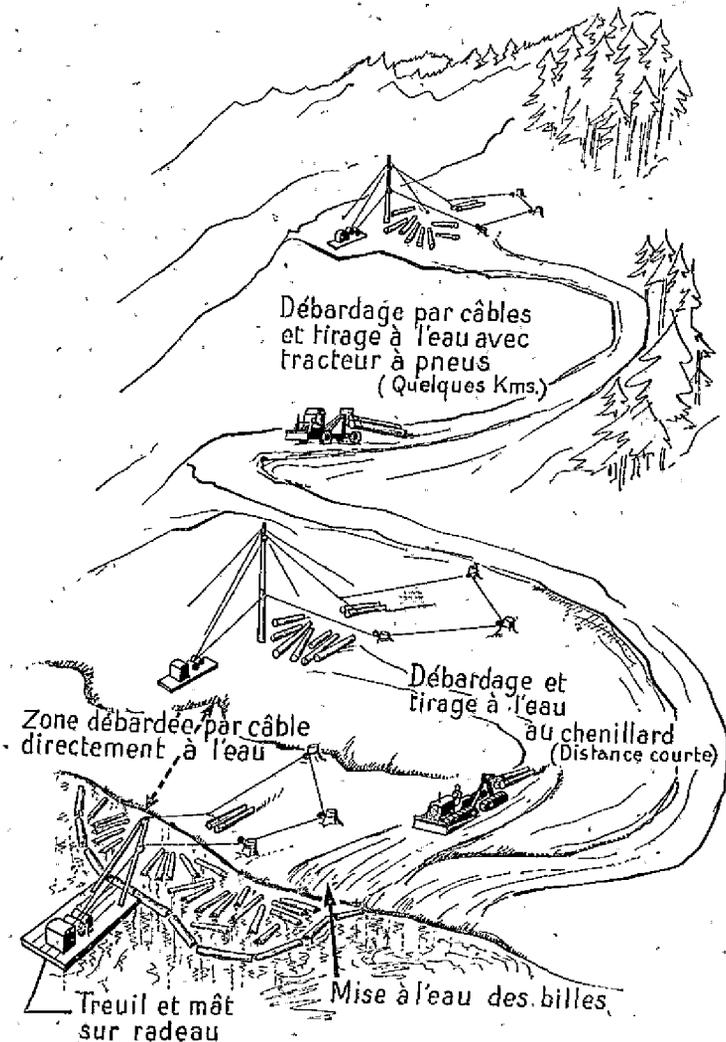
— les salaires payés à la main-d'œuvre de conduite sont une fraction peu importante du prix de revient des véhicules : il n'y a pas d'inconvénient majeur à la laisser inoccupée quelque temps ;

— enfin les considérations d'aménagement futur de la forêt n'ont qu'une importance minime ;

— seules les considérations d'état du sol en saison humide gardent toute leur importance (2).

On est donc fondé à s'attendre sous les Tropiques à un développement relativement important du matériel sur pneus. Ce même phénomène a déjà eu lieu pour un matériel voisin : le Tour-

FIG. 5. — Schéma d'une exploitation côtière en Colombie Britannique. Les 3 phases d'exploitation se succèdent en réalité dans le temps.



(1) B.F.T., n° 72, juillet-août 60, « Débardage sur pneus ».

(2) Notons à ce propos deux indications qui nous ont été fournies par le concessionnaire Letourneau Westinghouse de Vancouver :

Pour des pneus 24,00 × 25 une pression de gonflage de 30 pds/sq. inch soit 2,1 kg au cm<sup>2</sup> est considérée comme courante.

Voici l'adresse du constructeur de chaînes d'adhérence auquel ce représentant s'adresse quand cet accessoire est jugé utile :

MILLER, Bradford and Resberg Inc., 1330 Memomonie St, Eau Claire (Wisconsin) U.S.A.

Prix approximatif (par paire) :

pour pneus 21,00 × 25 : 85 \$

» » 29,5 × 25 : 135 \$



Photo Kenworth.

Kenworth 6 × 6 utilisé au débardage.

nahauler, et le DW. 15, sont inconnus comme matériel de transport chez les forestiers américains, mais remportent un succès certain en Afrique où leur gros pneus conviennent bien à nos routes construites à bon marché.

Mais des limites apparaîtront vite à l'emploi des arches à pneus : en forêt riche, en région pluvieuse, sur sol argileux difficile, en terrain peu accidenté où les routes sont faciles à faire, le transport porté sur camions ou sur engin leur fera une concurrence sans doute victorieuse.

En terminant ce chapitre nous évoquerons l'emploi des camions tous-terrains (6 × 6) comme engins de débardage. Dans l'intérieur de la Colombie Britannique, leur emploi est plus répandu que celui des engins spécialisés sur la côte : plus d'une centaine d'unités sont en service qu'il s'agisse de matériel neuf ou de surplus militaires.

Ils servent surtout au tirage en hiver sur neige sur de grandes distances (jusqu'à 15 km) pour aboutir à une scierie, à une station de chemin de fer ou à une route publique. De plus en plus, sur bon sol, ils débardent aussi à la belle saison. La distance de

tirage est alors limitée par la détérioration des grumes résultant de leur frottement prolongé sur le sol sec : pour y pallier on s'efforce d'accroître la surface de contact bois/sol en faisant porter à terre une longueur de bille aussi grande que possible. Cela est facile grâce au tirage par arbres complets généralement pratiqué ; le tronçonnage a lieu à l'arrivée.

Les camions débardeurs travaillent dans des régions au relief moins difficile que les tracteurs spécialisés. Ils permettent l'exploitation de peuplements pauvres dont certains ne produisent pas plus à l'hectare que la forêt africaine.

En dehors des périodes de tirage les véhicules redeviennent des camions classiques. Pour cette raison, la plupart sont du type code de façon à pouvoir circuler partout.

L'équipement grumier est monté sur un faux chassis et comprend un treuil, une flèche d'arche et un bouclier arrière. Cet ensemble, très robuste, est dérivé de l'équipement qu'on trouve sur les chenil-lards.

La photo qui illustre ce paragraphe montre un

Kenworth 6 × 6 équipé d'un treuil CARCO. Voici quelques-unes de ses caractéristiques :

- puissance 220 CV.
- pneus 1 000 × 20,
- empattement (essieu AV à axe balancier AR) 5,60 m,
- poids moré : 8 à 9 t dont un peu plus de 50 % sur le tandem arrière,
- boîte de vitesse ; 1 boîte principale à 5 vitesses et boîte auxiliaire à 3 ou 4 vitesses donnant une vitesse minimum de 2,5 à 5 km/h.

La charge utile de cet engin est couramment de 14 à 15 tonnes, car il s'agit souvent de tirage à plat ou en descente. Sur 3,5 km la production dépasse aisément 150 tonnes/jour grâce à la vitesse de déplacement élevée (rotation complète en 3/4 d'heure).

L'arche portée est conçue de façon à réduire au minimum le porte-à-faux de la charge traînée par rapport à l'axe du balancier. L'extrémité des grumes se trouve, en position de marche, au-dessus du châssis. Le bouclier arrière sert de surface de butée lors du chargement et du déchargement. Plusieurs dispositifs d'arche articulée ont été inventés permettant de reculer la tête de l'arche au moment du chargement et du déchargement, puis de l'avancer

pendant le transport de façon à améliorer l'équilibre longitudinal du camion. Le paquet de grumes vient alors plus ou moins reposer sur l'arrière du châssis, en restant maintenu par la tête de l'arche.

Cette technique d'emploi des camions tous-terrains est déjà bien connue en Afrique grâce au G. M. C. et au Diamond. Dans de plus grosses puissances, elle est transposable à des engins tels que le White 6 × 6 qui correspond au Kenworth, décrit plus haut. On risque malheureusement, en raison du diamètre des grumes tropicales, de ne pouvoir lever l'extrémité du chargement au-dessus du châssis, en effet, les grumes exploitées dans l'intérieur de la Colombie Britannique ne sont pas de fortes dimensions : un faisceau de petites billes tenues par des élingues est, sur ce point, plus facile à manier qu'une seule grosse bille.

Le débardage au camion, doit pouvoir se développer en Afrique, concurremment avec le débardage avec tracteurs spécialisés surtout sur les chantiers où le relief est peu accusé. Il met en œuvre un matériel bien meilleur marché. Quelle que soit la solution choisie, le débusquage préalable au chenillard sur quelques dizaines ou centaines de mètres est indispensable si on veut atteindre une production importante.

## LES ENGINES DE CHARGEMENT

Sur les chantiers des régions tropicales, le chargement des camions grumiers semble souvent considéré comme une opération secondaire ; il est admis qu'il est toujours possible de se « débrouiller ». On ne juge donc pas utile d'affecter à cette opération de gros moyens ; les dispositifs mis en œuvre sont souvent lents, souvent aussi on se contente de distraire un engin normalement affecté ailleurs : c'est-à-dire le tracteur à chenilles qui assure le chargement dans des conditions tantôt bonnes, tantôt médiocres car il n'est pas conçu pour cette opération.

Si cette manière de faire est normale tant que le nombre de billes à charger sur chaque poste est faible, elle présente de sérieux inconvénients quand la production augmente : l'attente des camions devient longue et compromet leur bonne utilisation même s'ils ne font qu'un voyage par jour. Le tracteur distrait d'une autre besogne, perd un temps appréciable d'autant plus qu'en Afrique le parc est non seulement le lieu de chargement, mais aussi celui de tronçonnage.

Les chantiers de l'Ouest Américain constituent toujours des unités de production importantes. Nous avons cité des cadences journalières de 250 à 600 tonnes (1). Pour obtenir un tel résultat, les

pertes de temps doivent être évitées dans toute la mesure du possible.

Le coût des salaires, déjà évoqué, est une autre raison de la mise en œuvre de moyens d'une productivité élevée. On ne peut pas plus se permettre de faire attendre les chauffeurs de camions qu'on ne peut admettre d'arrêter le débardage parce qu'il faut charger. Si on opère rapidement, on s'efforce aussi de le faire avec le minimum de personnel.

Le chargement est donc considéré sur le même plan que les autres phases de l'exploitation : débardage ou transport. Il est indispensable de se pénétrer de cette conception du travail pour bien comprendre la marche d'un chantier américain.

Le matériel mis en œuvre est toujours puissant et travaille très vite : l'engin choisi doit souvent assurer le chargement et effectuer le rangement des billes sur le parc de façon à éviter l'encombrement au point d'aboutissement du débardage. Il n'est pas exagéré de dire que chaque grume est managée 2 fois : cela implique une capacité de manutention indispensable de 500 à 1 200 tonnes par jour.

C'est toujours un spectacle étonnant de voir avec quelle aisance les chargements sont effectués : on croit voir fonctionner une mécanique bien réglée, rapide et précise, qui fait oublier les efforts mis en jeu. Le déchargement de la remorque grumière, toujours placée sur le camion pour le retour à vide, et son accrochage sont effectués en un instant. Puis la mise en place des grumes commence tout de suite, chaque homme étant à son poste et effectuant avec

(1) Cette cadence dépend étroitement de la dimension des bois : plus il sont gros et plus le rendement est élevé. Dans des peuplements à faible volume par hectare, des cadences inférieures à 250 t sont courantes sur de petits chantiers.

précision et au moment voulu, les mouvements qui le concernent. Un délai de 10 minutes ou un quart d'heure suffit pour un volume de 25 mètres cubés ou plus, et on passe au chargement suivant avec un camion arrivé quelques instants auparavant. L'attente des véhicules est réduite au minimum.

Notons que le chargement de 250 tonnes seulement par journée de 8 heures, qui correspond à la manutention de 500 tonnes, suppose une cadence de 1 tonne à la minute environ, temps mort compris.

Nous avons déjà indiqué que le tronçonnage est le plus souvent fait en forêt, avant débardage ce

qui simplifie le travail du parc et permet de se contenter d'emplacements assez exigus. Le débardage par arbres entiers ne se fait qu'au tracteur, donc en terrain relativement facile. Il se développe dans des régions où, en raison de la taille médiocre des bois, le tirage en grandes longueurs diminue le temps d'élingage. Les parcs doivent alors être plus vastes, tout comme en Afrique.

Les engins de chargement se répartissent en trois types :

- les grues,
- les fourchettes à grumes ou tractofourches,
- les dispositifs à câbles aériens.

## CHARGEMENT A LA GRUE

Pour faire un historique des moyens de chargements, nous devrions sans doute commencer par les dispositifs à câbles aériens qui ont été dans le passé, les plus répandus. La recherche d'une plus

grande mobilité a amené leur remplacement dans la plupart des cas par des grues mobiles, au point que celles-ci connaissent maintenant dans l'Ouest la plus grande faveur et de loin.

## GRUES SUR PNEUS OU SUR CHENILLES

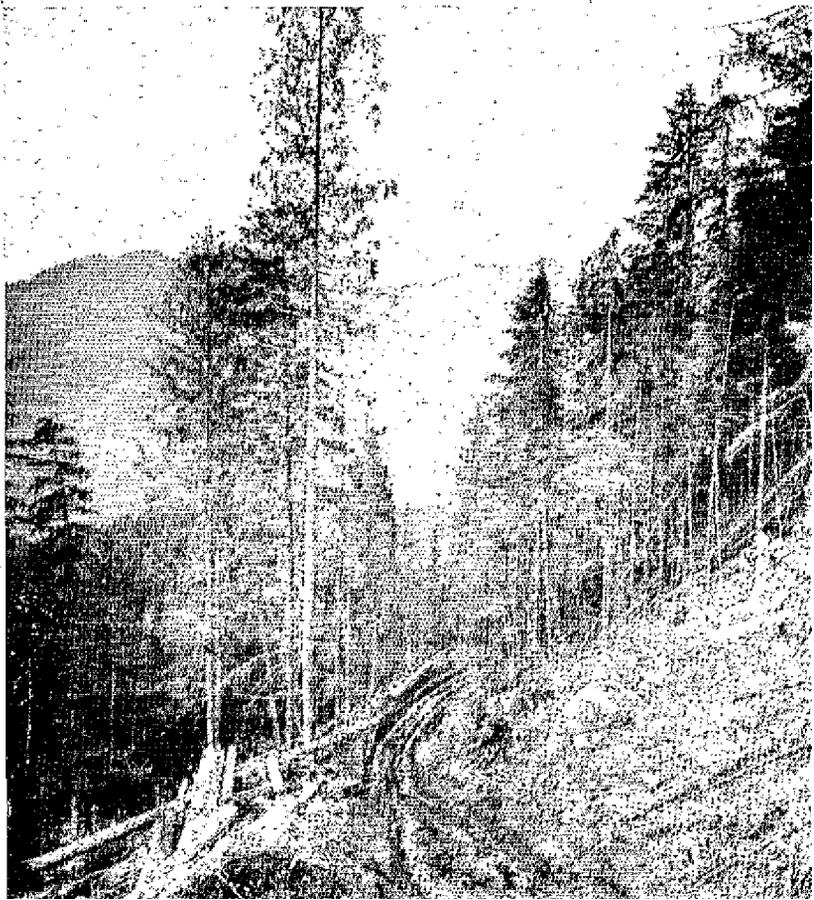
Les grues peuvent être montées sur chenilles ou sur pneus. Dans ce dernier cas, le châssis porteur peut être :

- soit un véritable camion, avec cabine de conduite et moteur autonomes (grue sur camion),
- soit un train de roulement à plusieurs ponts moteurs, mû par le moteur de la grue et conduit de la cabine de celle-ci (« grue automotrice »).

Montées sur chenilles, les machines peuvent évoluer sur terrains de consistance médiocre, alors que, sur pneus, elles exigent une meilleure qualité du sol ; leur porteur est toutefois le plus souvent de type tous-terrains. Les grues sur pneus ont l'avantage d'une meilleure mobilité.

Les deux types d'engins sont utilisés dans l'Ouest mais la chenille est la plus répandue notamment sur les chantiers qui exploitent des forêts vierges, avec un gros volume à l'hectare. Quand une grue travaille au pied d'un « spar tree », le temps nécessaire à son déplacement d'une coupe à l'autre est négligeable comparé aux journées qu'il faut consacrer au grèvement d'un nouveau mât. Il est d'autre part important de souligner que bien des machines puissantes, communes à nombre de chantiers, sont construites sur chenilles uniquement.

A l'avenir, il est probable que la proportion d'engins sur roues ira en augmentant : les difficultés d'exploiter allant croissantes, la mobilité du matériel est de plus en plus recherchée. Notons à ce propos que la grue sur camion est souvent préférée à l'automotrice.



Une piste de tracteur à pneus en Colombie Britannique



*Chargement à la grue avec flèche droite « à talon » et pince à grume. L'aide qui se tient sur le toit de la cabine du camion commande l'avancement ou le recul de celui-ci et se charge de décrocher la pince...*

de calage : il suffit d'embrayer le train de chenilles. Toutefois de très gros progrès ont été faits dans les dispositifs de calage : la mise en position des vérins est maintenant télécommandée et automatique.

La différence de prix d'achat entre les deux types de grues est sensible : pour des machines de 25 tonnes à 3,60 m (1), correspondant à des pelles de 600 litres, les prix sont dans un rapport de l'ordre de 100 à 150, en faveur des chenilles. La différence de complexité des trains de roulement en est la cause : les chenilles de grue sont des organes simples et robustes. Un porteur à roues est, par contre, un véritable camion avec transmission, ponts, direction, freinage, etc..., et comporte en plus un dispositif de calage par vérins.

Cette différence de prix peut être atténuée si le montage de la grue est effectué sur un véhicule de surplus. L'économie ainsi réalisable est toutefois limitée : toute grue impose au châssis qui la porte des efforts énormes. Un châssis de camion classique doit donc subir un renforcement délicat à réaliser et dont on peut chiffrer le coût à 40 ou 50 000 NF pour une machine de 25 tonnes. La transmission

du couple de renversement de la cabine aux vérins de calage est un problème difficile à résoudre si on ne veut pas mettre en œuvre des pièces d'un poids trop élevé. Les camions portegrue américains sont généralement des véhicules spéciaux à châssis très solide et spécialement conçus pour cet usage.

Examinons un dernier avantage de la grue sur camion : le calage par vérins permet de réaliser un polygone de sustentation très large autorisant le levage de charges lourdes sans que la machine soit pour autant encombrante. Une fois repliés, les vérins s'effacent dans un gabarit réduit. Avec les chenilles, l'encombrement est fixé une fois pour toutes, ce qui limite les dimensions du polygone de sustentation. Prenons l'exemple d'une 22 B Bucyrus Erié, machine d'une puissance nominale de 3/4 cu. yd ou 25 tonnes (à 3,60 m) : avec train de chenilles large, sa largeur d'appui au sol est de 3,35 m et autorise (avec contrepoids) une charge de 7 500 livres (ou 3 400 kg) à 9 mètres, avec une sécurité de 75 % (1). La même machine sur camion dispose, avec vérins, d'une largeur d'appui au sol de 4,70 m autorisant à la même portée de 9 m une charge de 20 000 livres (ou 9 tonnes) avec une sécurité de 85 %.

De même une Bucyrus 30 B, à une portée de 9 mètres, passe d'une capacité de 6 800 kg sur chenilles, à 15 300 kg sur pneus, avec vérins.

Les différences entraînées par le montage sur pneus ou sur chenilles sont, on le voit, considérables. En fait, la construction des deux types de machines n'est pas exactement la même : sur chenilles les fabrications sont plutôt orientées vers l'emploi en pelle excavatrice alors que sur pneus, le constructeur prévoit surtout une utilisation en grue.

Toutefois, si les différences restent toujours très sensibles, elles ne sont pas toujours aussi importantes que celles mentionnées ci-dessus. Notons à ce propos que l'emploi de vérins de calage escamotables s'étend à certaines grues sur chenilles ; ils permettent de les faire bénéficier aussi d'un élargissement de leur polygone de sustentation.

#### DÉFINITION DES CARACTÉRISTIQUES DES GRUES

En Amérique, les grues sont souvent définies par le volume du godet de base de la pelle mécanique à laquelle elles correspondent. Les exploitations forestières utilisent des engins allant du type 3/4 cu.

(1) Les distances de levage sont toujours décomptées à partir de l'axe de rotation de la grue sur son support.

yd (ou 570 litres) au 2 1/2 cu. yd (1 900 litres) ou même quelquefois plus.

(1) Une sécurité de 75 % exprime que si le constructeur autorise une charge de 75 à une certaine portée, sa machine bascule avec une charge de 100 à la même portée. On parle donc de 75 % du couple de renversement.

Grue légère à flèche « heel boom » équipée d'un grappin. On notera l'extrémité surélevée de la flèche qui permet au grappin de s'effacer quand la grume est levée.

Les grues peuvent être également définies par la charge nominale qu'elles peuvent lever (en tonnes courtes américaines de 900 kg) à un rayon minimum défini selon certaines règles ; ce rayon est souvent de l'ordre de 12 pieds (ou 3,60 m). Les accords entre constructeurs prévoient maintenant d'indiquer en plus la charge levée à une distance de 40 pieds (ou 12 mètres). On pourra parler ainsi d'une grue de 40 tonnes (à 3,60 m) et de 19 600 livres (ou 8 900 kg) à 40 pieds.

A titre d'exemple, les pelles de 3/4 cu. yd correspondent à peu près à des grues de 20 ou 25 tonnes, de même que, parmi les machines lourdes, 2 1/2 cu. yd correspond à 50 tonnes.

Il s'agit donc d'engins puissants. Ce choix correspond à un souci de robustesse et une recherche de grosses marges de sécurité ; le matériel doit pouvoir faire face à un effort momentané sans que sa productivité baisse. Nous allons voir que la méthode utilisée pour charger les grumes oblige à disposer de machines puissantes,

car la charge est levée avec un porte-à-faux relativement important.

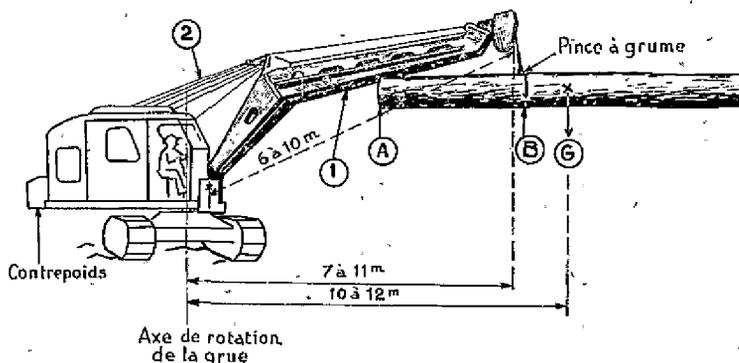
### LA FLÈCHE « HEEL BOOM »

La flèche classique est jugée peu commode : elle suppose l'emploi d'élingues ou de crochets en bout des grumes à lever. Deux hommes sont nécessaires (un à chaque extrémité) pour guider la charge et les déplacements de celle-ci ne peuvent être rapides en raison de son balancement.

Aussi utilise-t-on le plus souvent une flèche forestière spéciale dite « heel boom », terme qu'on peut traduire par « flèche à talon ». C'est une flèche courte, robuste et généralement coudée dont le dessous est blindé de façon à pouvoir résister aux chocs des grumes. La bille à lever est accrochée en un seul point, à l'aide d'une pince à grumes ; le câble de levage est monté en brin direct. A chaque manœuvre, un élingueur place la pince à grumes en deçà, par rapport à la grue, du centre de gravité de la charge ; lorsque le câble tire, l'extrémité antérieure de la bille se soulève et vient se caler sous le blindage de la flèche. Le treuil de levage continue à agir jusqu'à ce que la grume se trouve en position à peu près hori-

zontale : elle est alors solidement maintenue en 2 points : à son extrémité, sous la flèche, et par la pince à grumes, elle-même soulevée au voisinage immédiat de la poulie sur laquelle passe le câble : son balancement est minime. La charge, se trouvant ainsi en quelque sorte fixée à la flèche, son guidage est très précis.

FIG. 6. — « Flèche Heel boom ». 1, blindage du talon de la flèche sous lequel vient se caler l'extrémité A de la bille. B, point d'accrochage de la bille par la pince ; B est en deçà, par rapport à la grue, du centre de gravité G. 2, mouflage d'inclinaison de la flèche.



L'opérateur de la grue peut alors déposer la bille avec précision au point désiré, particulièrement sur un camion grumier. Pour descendre la charge, il relâche le câble : l'extrémité la plus éloignée de la bille vient se poser la première, puis, le câble continuant à se dérouler, l'autre extrémité de la bille se décolle du talon de la flèche et descend à son tour. Cette décomposition du mouvement en 2 temps permet une grande précision de travail, sous la commande du seul opérateur de la grue : il peut faire tourner sa machine entre le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>e</sup> temps, plaçant la bille dans une direction différente de celle qu'elle occupait sous la flèche. Néanmoins cette manœuvre est d'amplitude limitée : c'est la raison pour laquelle la grue, pour charger, est toujours placée en bout de la remorque du camion, l'ensemble grumier se trouvant grossièrement en ligne sur un rayon passant par le centre de rotation de la machine.

### LE GRAPPIN

Depuis quelques années, certains chantiers ont voulu supprimer l'élingueur chargé de placer la pince à grumes sur les billes à lever. Ils y ont réussi grâce au **grappin**. Le montage des câbles est alors celui d'une benne preneuse : le câble de levage est dédoublé. Un câble sert à lever le grappin vide, un autre actionne le mécanisme de fermeture grâce à un mouflage à 2 ou 3 brins (interne au grappin) et lève la charge. Enfin il existe un 3<sup>e</sup> petit filin reliant le grappin à la cabine de la grue, sans passer par le haut de la flèche : terminé par 2 chatnettes montées en V, ce filin s'oppose à la giration du grappin sur lui-même et en même temps contrôle son balancement dans le sens avant-arrière.

Ce montage est plus encombrant que la pince à

Tout comme une flèche classique, la flèche « heel boom » est susceptible d'être levée ou abaissée, mais seulement dans certaines limites. Il n'en résulte guère de possibilité de faire varier de façon sensible la portée à laquelle le levage est effectué : la flèche en effet est courte et son débattement « utile » est minime puisque la grume doit être tenue dans une position voisine de l'horizontale.

Pourtant, quand on place les grumes une à une sur un camion, il faut pouvoir compenser leurs différences de longueur et les variations dans l'emplacement de leur accrochage. Ce résultat ne pouvant être obtenu en modifiant la portée de la flèche, c'est le camion qui recule ou avance à la demande : le chauffeur reste au volant, tandis qu'un aide se tient sur le toit de sa cabine et commande au sifflet les mouvements nécessaires.

grume classique : il entraîne la modification de l'extrémité de la flèche : les poulies des câbles de levage sont surélevées de façon à dégager un emplacement où le grappin vient s'effacer quand la grume est complètement levée contre le talon de la flèche.

Le grappin est utilisé non seulement avec les flèches « heel boom », mais aussi avec des flèches classiques, avec lesquelles il fournit la même économie de main-d'œuvre. Dans ce cas, on choisit des grappins à 3 ou 4 pointes qui assurent un bon arrimage de la charge. Avec une grue « heel boom » on choisit plutôt un grappin à 2 pointes seulement : une fois refermé, il peut encore pivoter autour de ses pointes, tandis que la grume levée se place sous le talon de la flèche ; cette articulation des points de fixation grume-grappin évite des efforts néfastes : arrachement de bois par rippage des dents ou flexion du câble qui auraient lieu si le grappin était obligé de rester dans un plan perpendiculaire à l'axe de la grume.

Cet équipement procure, outre l'économie de personnel, les avantages suivants :

- le grappin supprime les blessures faites aux billes par les pointes des pinces à grumes ;

- une pince à grume classique serre sa charge grâce à l'effort de levage du câble. Chaque modèle ne s'adapte donc qu'à une gamme de diamètres assez étroite. Une grosse pince serre mal de petites billes. Le grappin convient mieux à des diamètres variés car sa fermeture est commandée et ses dents peuvent entourer complètement les petites grumes... ou en prendre plusieurs.

Toutefois le chargement de quelques grumes d'un diamètre exceptionnellement gros est plus facile avec une pince : il suffit d'attacher une élingue aux pointes de la pince.

\* \* \*

*Grue sur camion (22 B Bucyrus) équipée d'un bras d'exécuteur avec pince à serrage commandé ; la grue travaille ici sur un chantier d'éclaircie de jeunes peuplements.*



Nous notions plus haut que le dispositif de levage utilisé sur les grues forestières américaines oblige à lever la charge assez loin de l'axe de rotation de la grue sur son support. Le centre de gravité de la bille levée doit en effet toujours se trouver au delà de l'extrémité de la flèche « heel boom ». Selon les modèles, ces flèches ont une longueur totale (de l'articulation sur la cabine à la poulie d'extrémité) variant de 6 à plus de 10 m ; il y correspond une distance de 7 m à 11 m entre la poulie et l'axe de rotation de la grue. Le levage de charges dont le centre de gravité se situe à 10 ou 12 m est donc courant. Par ailleurs les flèches sont lourdes ; 1 500 kg pour les plus légères, 5 500 kg pour les plus robustes.

La grue avec « heel boom » jouit d'une grande popularité dans l'ouest de l'Amérique et équipe la majorité des chantiers. Voici l'opinion du « Logging Manager » d'une importante compagnie : « cette machine, qui met en œuvre le principe d'accrochage des grumes en un point et de leur talonnage sous la flèche, constitue un moyen de manutention rapide, précis, efficace et d'une bonne sécurité. Le choix des billes dans une pile est facile. Leur mise en place sur les grumiers est rapide et sûre ; chacune d'elles peut être déposée avec soin à l'endroit exact choisi. Cette machine peut travailler sur un espace réduit. C'est la meilleure machine construite à ce jour si on considère son rendement et son coût de mise en œuvre et d'entretien ; ceci est d'autant plus vrai que les bois sont gros et lourds ». A ces réflexions, il faut ajouter la capacité de travailler quel que soit l'état du sol. Ces machines, très robustes, s'usent peu. Enfin elles sont bien connues de tous les chantiers et cela n'est pas un mince facteur de leur diffusion.

La grue est particulièrement bien adaptée aux chantiers tels qu'ils sont conçus dans l'Ouest, surtout en montagne (1), où le débardage porte sur des billes tronçonnées sur le parterre même de la coupe. Les routes sont ouvertes à flanc de coteau ; sur leurs bords, les câbles aériens (ou les tracteurs) empilent les bois, parfois en tas énormes, si l'évacuation ne suit pas immédiatement le débardage (2). La topo-

graphie ne permet souvent pas de préparer un emplacement de chargement bien large : on dispose en fait de l'emprise de la route dont la chaussée seule est traitée de façon à permettre l'évolution d'engins ; le lieu d'empilage des bois n'est que sommairement terrassé.

La grue est bien adaptée à ces conditions de travail puisqu'elle stationne à poste (semi-) fixe sur la route elle-même, au pied du « spar tree ». Elle est l'associée normale de ce système de débardage et, comme lui, fonctionne quel que soit l'état du sol sur le parterre de la coupe.

FIG. 7. — Le Grappin. 1, extrémité surélevée de la flèche. 2, mouflage (ici à 3 brins) de fermeture du grappin. 3 et 4, articulation des mâchoires du grappin.

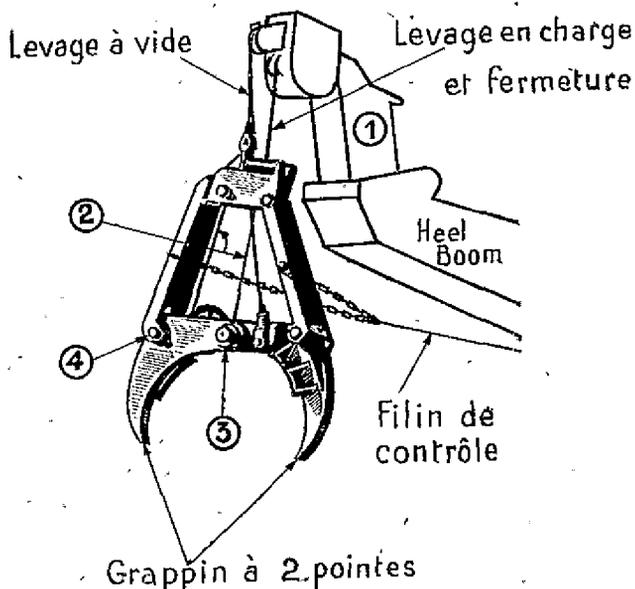
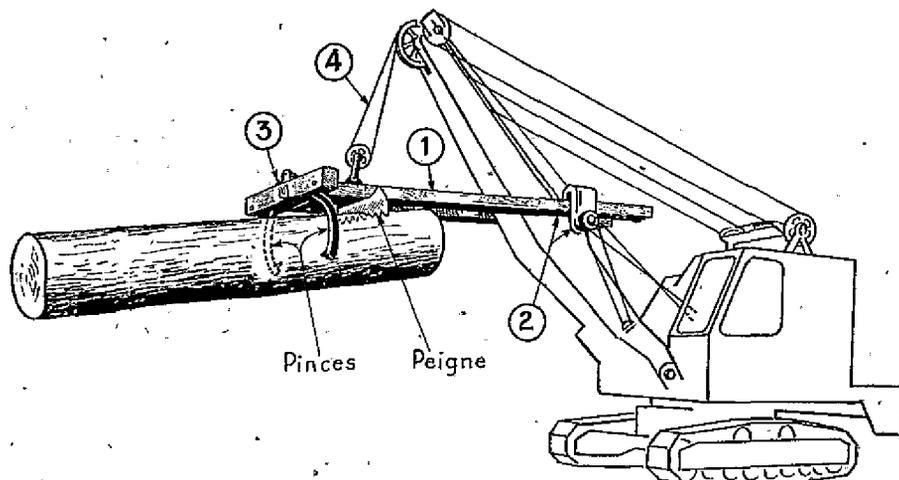


FIG. 8. — Pincés à serrage commandé sur bras d'excavateur. 1, 2, crémaillère d'avancement du bras. 3, verins de commande des pincés. 4, levage du bras. Le talonnage de la grume se fait sur le peigne placé derrière les pincés.



(1) Voir à ce sujet le n° 75 de janvier-février 1961 de B.F.T. et consulter les schémas qui accompagnent le texte p. 43.

(2) On appelle alors le parc « cold deck » (ou « parc froid ») pour exprimer qu'il y a stockage, par opposition au « hot deck » (ou « parc chaud ») sur lequel l'évacuation a lieu au fur et à mesure de l'arrivée des bois débardés.

Pour en finir avec les grues, nous mentionnerons maintenant quelques dispositifs particuliers intéressants à connaître :

— la plupart des grues, outre les commandes de levage de la charge et l'inclinaison de la flèche, pos-

sèdent un tambour supplémentaire actionnant un filin qui sort au pied de la flèche, à l'avant de la cabine. Ce filin sert au *halage* sur courte distance des grumes trop éloignées pour que la grue puisse les attraper.

### BRAS D'EXCAVATEUR AVEC PINCE A SERRAGE RECOMMANDÉ (cf. photo p. 40 et figure 8)

Un montage de flèche forestière, totalement différent de celui qui vient d'être décrit, se répand depuis peu. La grue est équipée en excavatrice avec les commandes classiques qui y correspondent : la flèche supporte vers son milieu un bras de godet pouvant avancer et reculer grâce à une commande à crémaillère ou à câble.

Le godet est remplacé par un dispositif spécialisé de manutention des grumes comprenant deux pinces actionnées par air comprimé ou par pression hydraulique. Ces pinces sont fixées directement sur le bras et jouent un rôle analogue à celui des pinces à grumes classiques. Toutefois leur serrage est beaucoup mieux contrôlé. Le talonnage de la grume en position levée se fait sur une sorte de peigne fixé en arrière des pinces et sur le même bras qu'elles.

Ce procédé a plusieurs avantages :

— comme avec le grappin, un seul opérateur sur la grue suffit pour toutes les opérations,

— les grumes sont solidement maintenues par les pinces à serrage commandé,

— les pinces s'adaptent bien à des billes de diamètres très différents : grosses comme petites,

— le bras qui supporte les pinces peut avancer ou reculer grâce à sa crémaillère et permet d'avancer ou reculer la charge ce qui est impossible avec la « heel boom » classique.

Ce degré de liberté supplémentaire supprime pour une part importante les mouvements de va-et-vient demandés au camion en cours de chargement. Le déplacement de la charge est possible dans les 3 directions de l'espace, ce qui est un perfectionnement sensible.

### EMPLOI DES GRUES AU DÉBARDAGE

Revenons aux flèches « heel boom » pour indiquer un autre emploi des grues qui en sont équipées. Ces machines participent en effet au *débardage*.

Nous avons dit que le principe du « high lead yarding » suppose qu'on soit en mesure d'exercer, sur les grumes en cours de tirage, un effort qui décolle leur extrémité du sol en cas de besoin. Ce résultat est obtenu grâce à un « spar-tree ». Mais, sur un versant montagneux, il peut l'être aussi bien à l'aide d'une flèche « heel boom » surplombant le versant. Le porte-à-faux de 10 mètres ainsi obtenu au-dessus de l'aval peut, si la pente est assez forte, maintenir le câble dans une position voisine de celle que permettrait le « spar tree ». Une grue classique est ainsi capable de tirer les bois, mais sur une distance toutefois limitée.

Deux constructeurs (1) ont exploité ce principe en le poussant plus loin : ils ont conçu des « débardeurs-chargeurs » montés sur chenilles, ou mieux, sur roues (avec vérous de calage). L'engin a l'aspect d'une grue à flèche « heel boom », mais le dessus de la cabine est conçu pour recevoir des haubans dont la mise en tension est assurée par des treuils auxiliaires. La fixation du haubanage est centrée sur

l'axe de rotation de la grue et peut tourillonner ; sur la plupart des modèles, la machine est ainsi capable d'une révolution totale. Selon qu'on se trouve sur un versant plus ou moins abrupt, le « heel boom » joue son rôle de « spar tree » en s'inclinant ou en se redressant. Sur les plus grosses machines, l'extrémité de la flèche standard, redressée au maximum, se trouve à 9 m du sol environ. Une telle hauteur ne permet de tirer sur des distances normales que si la pente du terrain est assez forte.

Utilisées au débardage ces machines servent surtout à tirer parti de coupes qu'il ne serait pas économique d'exploiter avec un « spar tree » normal parce que le terrain est trop difficile ou que le volume à sortir à chaque mise en place est trop réduit. Leur intérêt réside dans leur mobilité, leur grande souplesse d'emploi et leur aptitude à se charger de toutes les opérations de l'exploitation avec une bonne productivité.

Leurs organes moteurs possèdent le nombre de tambours nécessaires pour actionner un câble principal et un câble de retour. L'accrochage des grumes à tirer peut se faire avec une élingue classique ou, si cela est possible, avec une pince à grumes. Notons à ce propos la variété d'emploi de cette pince : si on désire alternativement charger, débarquer ou aller prendre les grumes sur une énorme pile

(1) Skagit Steel and Iron Works, Sedro Woolley, Wash. et Washington Iron Works, 1.500 sixth Av. south, Seattle 4, Wash.

de bois accumulés après un débarquement par câbles aériens (« cold deck »), cet accessoire simple est supérieur aux agrès plus perfectionnés comme le grappin ou les pinces à serrage commandé montées sur bras d'excavateur : ces derniers sont en effet spécialisés dans le chargement proprement dit.

En engins de chargement, les « débardeurs - chargeurs » peuvent travailler avec ou sans haubans, selon le poids des charges à soulever. Leur capacité de levage est d'ailleurs telle que le calage par les vérins suffit le plus souvent.

Notons en passant que l'emploi des haubans n'est pas l'apanage exclusif de ces machines. Plusieurs types de grues peuvent recevoir, si besoin est, un haubanage qui accroît leurs capacités au moment d'opérations inhabituelles.

Les débardeurs-chargeurs sont des engins récents, conçus spécialement en vue de la forêt, par des usines spécialisées dans le matériel d'exploitation (treuils et agrès) ; leur marché est encore réduit : quelques centaines d'unités seulement sont en service. Ce sont des engins complexes et très perfectionnés qui correspondent au dernier cri de la technique. Chaque exemplaire construit est plus ou moins adapté par le fabricant aux besoins de son client. Cette fabrication en petite série existe en Amérique pour un certain nombre de matériels forestiers à haut rendement, mais c'est là une exception puisque la majorité des équipements sont dérivés d'engins de travaux publics.

Nous nous sommes quelques peu étendus sur les engins de chargement apparentés aux grues ; nous voudrions que cet exposé montre au lecteur combien la technique qu'ils représentent est évo-

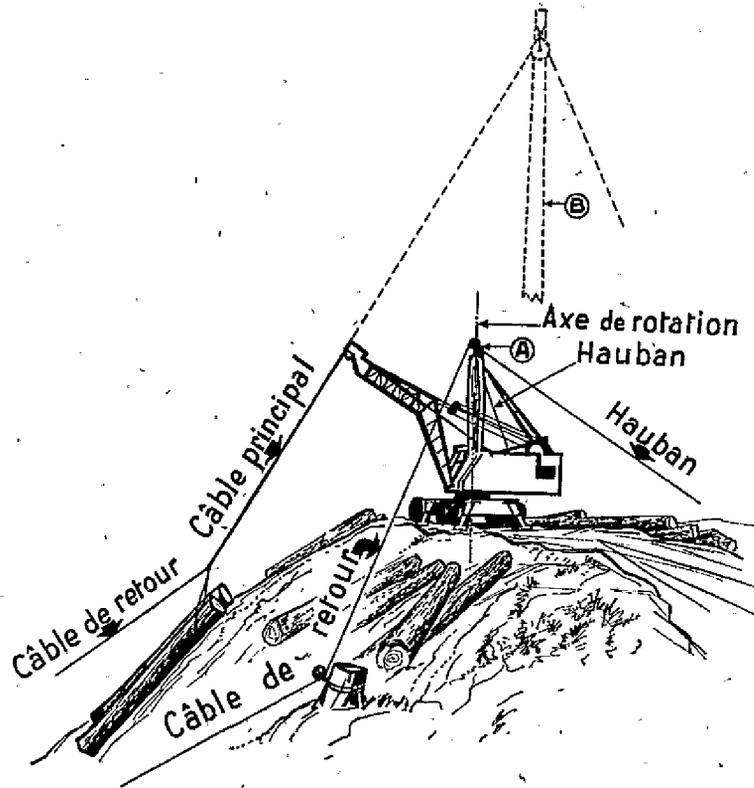


FIG. 9. — Grue utilisée au débarquement. Le schéma représente en réalité un engin débardeur-chargeur Skagit. La cabine est surmontée d'un indt terminé en A par une pièce tourbillonnante où s'attachent 2 haubans et d'où part le câble de retour. On a représenté en B le « Spar tree » qu'il faudrait utiliser pour supporter le câble principal dans une position identique à celle qu'il occupe sur la figure.

luée. A feuilleter le catalogue de l'un des quelques fabricants d'accessoires pour grues ou pour câbles aériens (1), on constate la véritable débauche de dispositifs différents offerts à la clientèle : chacun d'eux a été étudié avec soin pour répondre à un besoin particulier, aucun détail n'est laissé au hasard. Ainsi que nous le disions au début de ce chapitre, l'opération de chargement est traitée, sur les chantiers américains, avec le même luxe de technique que les autres phases de l'exploitation.

\* \* \*

Voici quelques indications sur les ordres de grandeur des valeurs aux U. S. A. des grues Bucyrus Erié (prises comme exemple).

Une grue 22 B (type 25 tonnes ou 3/4 cu. yd) vaut :

- sur chenilles larges, 28 000 à 30 000 \$ selon l'équipement,
- sur camions (y compris le camion spécialement conçu comme porteur) environ 40 000 \$,
- une flèche heel boom vaut environ 3 000 \$ en supplément.

Une 22 B sur camion, avec calage, peut charger, à l'aide d'une « heel boom », des billes atteignant 10 tonnes ; c'est-à-dire qu'elle suffirait à la plupart des chantiers africains. Toutefois les billes les plus lourdes ne doivent pas être trop longues.

Une grue 30 B vaut 37 000 \$ ou 67 000 \$ selon qu'elle est sur chenilles ou sur pneus.

Enfin une 54 B de 2 1/2 cu. yd ou 50 tonnes qui

(1) Citons parmi ces fabricants : Esco, Hyster, Carco, Young, Skookum, Skagit, Washington, Berger.

ne se fait que sur chenilles vaut 80 000 \$ sur chenilles larges. Elle lève 18 tonnes à 9 mètres (1).

Ces prix élevés méritent toutefois un commentaire. Un exploitant forestier africain sera tenté de les comparer au coût à l'achat de ses tracteurs à

(1) Ces machines, 22 B, 30 B et 54 B, sont également construites en Angleterre où leur prix est sensiblement plus bas.

chenilles, éléments de base de son équipement. Il voudra peut-être en déduire une estimation de prix de revient horaire. En réalité la longévité d'une grue est 2 à 3 fois celle d'un chenillard et les frais d'entretien en sont très inférieurs. Ces machines, si elles constituent un lourd investissement, sont donc d'un emploi beaucoup plus économique qu'il ne paraît au premier abord.

(A suivre)

*Grément d'un « Spar Tree ». Le câble « de service » du treuil de débardage sert d'ascenseur.*

Photo Brunet. C. T. B.

