



*Terrassement d'une route en terrain accidenté.*

# CONSTRUCTION ET COÛT DES ROUTES FORESTIÈRES EN FORÊT DENSE TROPICALE

par J. ESTEVE et C. LÉPITRE

*Division des Exploitations du Centre Technique Forestier Tropical*

N. D. L. R. — L'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) a demandé au Centre Technique Forestier Tropical d'effectuer, à partir des observations et de la documentation qu'il avait réunies ces dernières années (comptes rendus de visites et analyses d'exploitations), une étude de la construction et du coût des routes forestières en forêt dense tropicale.

Avec sa bienveillante autorisation, nous sommes heureux de présenter à nos lecteurs l'étude réalisée pour le compte de cette organisation internationale.

## SUMMARY

### THE CONSTRUCTION AND COST OF LOGGING ROADS IN DENSE TROPICAL FORESTS

*This survey, conducted by the Forestry Department of the FAO, analyses the resources and costs involved in constructing roads built by logging operations for their own purposes in dense tropical forest zones.*

*After a brief presentation of the framework of the survey, this article defines the principal characteristics of logging roads and their design. The third part deals with the material resources employed in the different stages of their construction.*

*Basic costs are then examined — that is to say unit costs per hour, per day or per kilometre of the equipment or workers employed in the construction of these roads.*

*The fifth part is concerned with field data gathered in the course of surveys of forest operations. These data relate mainly to the density of the road system in relation to a certain area of forest, and to the number of tractor-hours necessary to build one kilometre of road in the light of the general characteristics of the terrain.*

*These data make it possible to calculate, in the final section, a certain number of cost estimates in function of the characteristics of the road required and the broad category of terrain.*

## RESUMEN

### CONSTRUCCION Y COSTE DE CARRETERAS FORESTALES EN BOSQUE DENSO TROPICAL

*Este estudio, efectuado por el Departamento Forestal de la F. A. O., constituye un análisis del precio de coste y de los medios necesarios para la construcción de carreteras abiertas y utilizadas por las compañías forestales para sus necesidades propias en zona de bosque denso tropical.*

*Previo presentación rápida del límite del estudio, se definen las principales características de las carreteras forestales en cuanto a su perfil, su zona propia y su diseño. La tercera parte queda consagrada a los medios materiales puestos en aplicación para las distintas fases de su construcción.*

*Acto seguido, se examinan los costes básicos, es decir los costes unitarios horarios, kilométricos o diarios del personal o de los equipos empleados para la construcción de las carreteras.*

*La quinta parte se refiere al examen de los datos de terreno recogidos durante el transcurso de nuestras encuestas en las explotaciones forestales. Estos datos se refieren principalmente a la densidad de la red de carreteras en relación con cierta superficie de bosque y, asimismo, respecto al número de horas de tractor que se precisan para la construcción de un kilómetro de carretera, en función de las características generales del terreno.*

*Los datos precedentes permiten calcular, en un capítulo final, cierto número de precios de coste estimativos, en función de las características de carretera deseada y de las principales categorías de terrenos.*

## INTRODUCTION

Cette étude effectuée pour le Département des Forêts de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture est une analyse du prix de revient et des moyens nécessaires à la construction des routes ouvertes et utilisées par les exploitants forestiers pour leurs besoins propres, à l'exclusion de toutes les routes dont la construction pourrait être sous-traitée à des entreprises spécialisées dites de « Travaux Publics ».

L'exploitation forestière tropicale est pour beaucoup une affaire de transport : cet article aborde donc un point capital puisque le réseau routier est à la fois une nécessité vitale et un élément important du coût du bois.

Nécessité vitale, car contrairement aux zones tempérées où les coupes sont généralement aménagées préalablement à l'exploitation, les permis ou concessions forestières en forêt dense tropicale sont vierges de toute infrastructure, ou bien celle-ci est insuffisante. L'évacuation des bois vers les lieux d'utilisation ou de distribution impose comme toute première tâche le raccordement du permis, au moyen d'une route d'accès, au réseau routier public, à un cours d'eau flottable ou à une voie

ferrée. Le réseau routier doit ensuite pénétrer le permis pour en desservir toutes les parcelles.

Le réseau routier forestier est un élément important du prix de revient car il doit s'amortir sur le volume extrait de la zone considérée.

Les routes en forêt dense tropicale procéderont donc toujours d'un compromis entre la recherche de la meilleure qualité de chaussée et du coût kilométrique le plus économique. Le succès de l'entreprise d'exploitation dépendra pour une large part de la réussite de ce compromis.

L'étude effectuée ici ne se réfère qu'à l'expérience de forêt dense humide africaine dans les pays du Golfe de Guinée, essentiellement Côte d'Ivoire, Gabon et Cameroun.

Elle ne concerne que des zones situées entre le niveau de la mer et environ 700 m d'altitude.

Ces régions reçoivent annuellement de 1.500 à 3.000, et localement jusqu'à 4.000 mm de pluie, le plus souvent en 2 saisons.

Dans la présente étude, tous les prix sont exprimés en francs CFA (F CFA) ; 100 francs CFA = 2 francs français ; un dollar US correspond à environ 250 francs CFA.

# 1. — CADRE DE L'ÉTUDE

## GÉNÉRALITÉS SUR LES ROUTES FORESTIÈRES PRISES EN CONSIDÉRATION

Les routes forestières dont nous nous proposons d'étudier le coût répondent à certains critères particuliers. Il s'agit essentiellement de routes privées pouvant permettre un trafic réduit (par rapport à ce que supporte une route publique) mais permanent constitué par des véhicules lourds ou très lourds circulant en charge dans un sens privilégié.

### Nature des routes.

Il s'agit de routes privées. Cela ne signifie pas que la circulation extérieure au chantier y soit interdite d'autant plus que ces routes tombent, dès leur construction, dans le Domaine Public. Mais elles ne desservent généralement, en particulier au Gabon, que les permis d'une (ou deux) exploitation et se terminent très souvent en « cul-de-sac » : il n'y a donc pas lieu de les utiliser.

Les caractéristiques des routes forestières sont ainsi imposées par les seuls besoins de l'exploitant, c'est-à-dire, en fait, par le roulage des camions grumiers. Ceux-ci ont souvent un gabarit en largeur, des charges par essieu et un poids total roulant supérieur à ceux admis par les réseaux publics courants, tant il est vrai qu'un transport forestier économique doit être effectué avec du matériel « hors code »... Les exploitations n'exécutant leurs transports que sur routes privées sont donc libres de choisir la taille de leur matériel et d'y adapter leur infrastructure ; on se rapproche de cette situation quand les routes forestières aboutissent à un réseau public conçu spécialement pour les transports lourds de grumes (comme c'est le cas dans certaines régions du Gabon), acceptant certaines dérogations de poids et de gabarit. Mais la réglementation est évidemment beaucoup plus stricte lorsque le transport s'effectue essentiellement sur réseau public normal, ce qui est le cas général en Côte-d'Ivoire.

### Caractéristiques des véhicules et du transport.

Les routes forestières sont conçues pour la circulation d'ensembles articulés à 4 ou 5 essieux d'un poids total roulant (poids mort + charge utile) variant de 30 à 50 t et quelquefois plus. Ceux-ci sont généralement constitués d'un tracteur à 2 ou 3 essieux équipé d'un fardier type semi-remorque à 2 essieux.

Les tracteurs routiers à 2 essieux sont de type 4 × 2 ou 4 × 4 selon les nécessités d'adhérence ; les tracteurs à 3 essieux sont de type 6 × 4 (ou 6 × 6 dans certains cas). Les montes de pneu-

matiques courantes sont le 1.100 × 20 et le 1.200 × 20. Le 1.400 × 20 a connu et connaît encore un certain développement dans des cas particuliers.

Le train routier à 3 essieux (tracteur 4 × 2 ou 4 × 4 et semi-remorque à l'essieu) est de moins en moins utilisé parce qu'il ne permet pas des transports lourds.

Le nombre de passages en un point donné d'une route principale reste toujours limité : 20 à 30 véhicules par jour au total dans les deux sens peuvent être considérés comme un maximum moyen (1) sur une route principale. Le complément du trafic est constitué par les véhicules légers de liaison et par les camions servant au transport du personnel, du matériel ou de la latérite. Malgré ce nombre limité de véhicules, la nécessité d'un approvisionnement régulier des points d'utilisation ou de distribution des bois impose la possibilité de circulation permanente tout au long de l'année sur les axes principaux desservant l'ensemble du permis.

Par ailleurs, les transports s'effectuant en quasi-totalité, dans un sens privilégié allant de la forêt vers les lieux d'utilisation ou de rupture de charge, les caractéristiques du profil en long pourront être quelque peu différentes dans les deux sens. Les véhicules revenant à vide vers la forêt acceptent des déclivités supérieures à celles qu'ils peuvent gravir en charge.

### Principales caractéristiques du réseau routier.

En relation avec les critères précédemment définis, les routes d'exploitation forestière en forêt dense tropicale répondent généralement aux caractéristiques suivantes :

— les chaussées sont réalisées en sol naturel quand cela est possible ou comportent une couche d'amélioration réalisée avec des matériaux d'apport, le plus souvent de type latéritique (2) sur une faible épaisseur. Elles ne sont pas construites avec des normes de sécurité, quant à leur résistance, comparables à celles des routes publiques : en effet, l'exploitant qui les utilise est toujours maître du matériel nécessaire à leur entretien et des

(1) Une production de pointe de 300 tonnes/jour (correspondant à 50.000 t/an) entraîne un trafic de 10 véhicules de 30 tonnes utiles dans chaque sens.

(2) Il s'agit toujours d'un « tout venant » extrait de carrières choisies. Il est mis en œuvre tel qu'il est extrait. Les chantiers ne sont pas équipés pour effectuer des mélanges de matériaux.

moyens d'intervenir rapidement là où la résistance de la chaussée est insuffisante.

— Si les routes d'accès aux chantiers et les routes principales sont bâties pour durer, il n'en est pas de même des routes secondaires conçues pour un temps d'utilisation limité : elles ne servent que tant qu'il y a des produits à évacuer ; après elles sont abandonnées. Ultérieurement elles peuvent être remises en état pour une nouvelle exploitation. Leurs normes de construction correspondent, en fait, au besoin de la première période d'utilisation. Il résulte d'ailleurs de cet état de fait que l'amortissement des routes s'effectue uniquement sur le volume extrait de la zone qu'elles desservent lors du premier passage de l'exploitation car les coupes ultérieures ne sont pas prévues à l'avance.

— Les matériaux dont les routes sont constituées obligent très souvent à respecter le système des « barrières de pluie » : cela ne proscrit pas le roulage en saison humide, mais seulement pendant les heures (ou les jours) où il pleut ou qui suivent la pluie. Beaucoup d'averses tombent en fin de

journée, la nuit ou en début de matinée. Dans le courant de la journée l'insolation directe, ou à travers les nuages, est généralement forte. La chaussée sèche assez vite, permettant le roulage au moins à temps partiel. Les interruptions de trafic ne dépassent pas quelques jours pendant la plus mauvaise saison. Au Gabon, dans une région difficile, recevant plus de 3 m de pluie, on a relevé que le trafic du mois le plus arrosé atteignait 6,2 % du trafic annuel, soit environ 75 % du mois moyen.

— Le souci permanent d'économie relative qui préside à leur construction implique que les routes « suivent le terrain » c'est-à-dire aient un tracé en plan assez voisin de celui des courbes de niveau. Les terrassements consistent surtout en des transports de terre transversaux ; les transports longitudinaux étant limités et effectués sur courtes distances (par exemple : digues, accès à des ponts).

— Le profil en long dans le sens du transport en charge pourra être notablement différent de celui du transport à vide. Les déclivités maximales admises sont respectivement de 8 et 12 % ; 6 et 8 % quand le terrain est facile.

## NATURE DES INFORMATIONS UTILISÉES

Les sources d'information auxquelles se référera ce rapport sont contenues principalement dans des analyses monographiques de chantiers, effectuées sur des périodes de quelques mois à 1 an ou plus et recueillies au cours de visites d'entreprises. Elles sont basées sur les documents mensuels établis par les exploitations, dépouillés analytiquement pour effectuer la ventilation des moyens de production à l'intérieur des diverses tâches.

On connaît donc ainsi, d'une part, le réseau routier construit pendant la période d'étude et, d'autre part, les moyens consacrés à l'établissement de ce réseau.

Les analyses effectuées ont attaché une impor-

tance particulière à l'étude de l'emploi des bulldozers qui constituent de loin le poste de dépenses le plus élevé.

Le terrain sur lequel les routes sont construites est connu au niveau de l'ensemble de la zone où l'activité du chantier s'est exercée pendant la période d'étude. Il s'agit donc de moyennes à l'échelle de telles périodes et la classification, très simplifiée, des terrains n'est faite qu'à ce niveau.

Le rapport ne comprendra donc pas d'études détaillées effectuées sur de courts tronçons de routes, définissant le terrain de façon précise et analysant en détail les terrassements et l'emploi des matériels.

## DÉFINITION DU COUT DES ROUTES ÉTUDIÉ

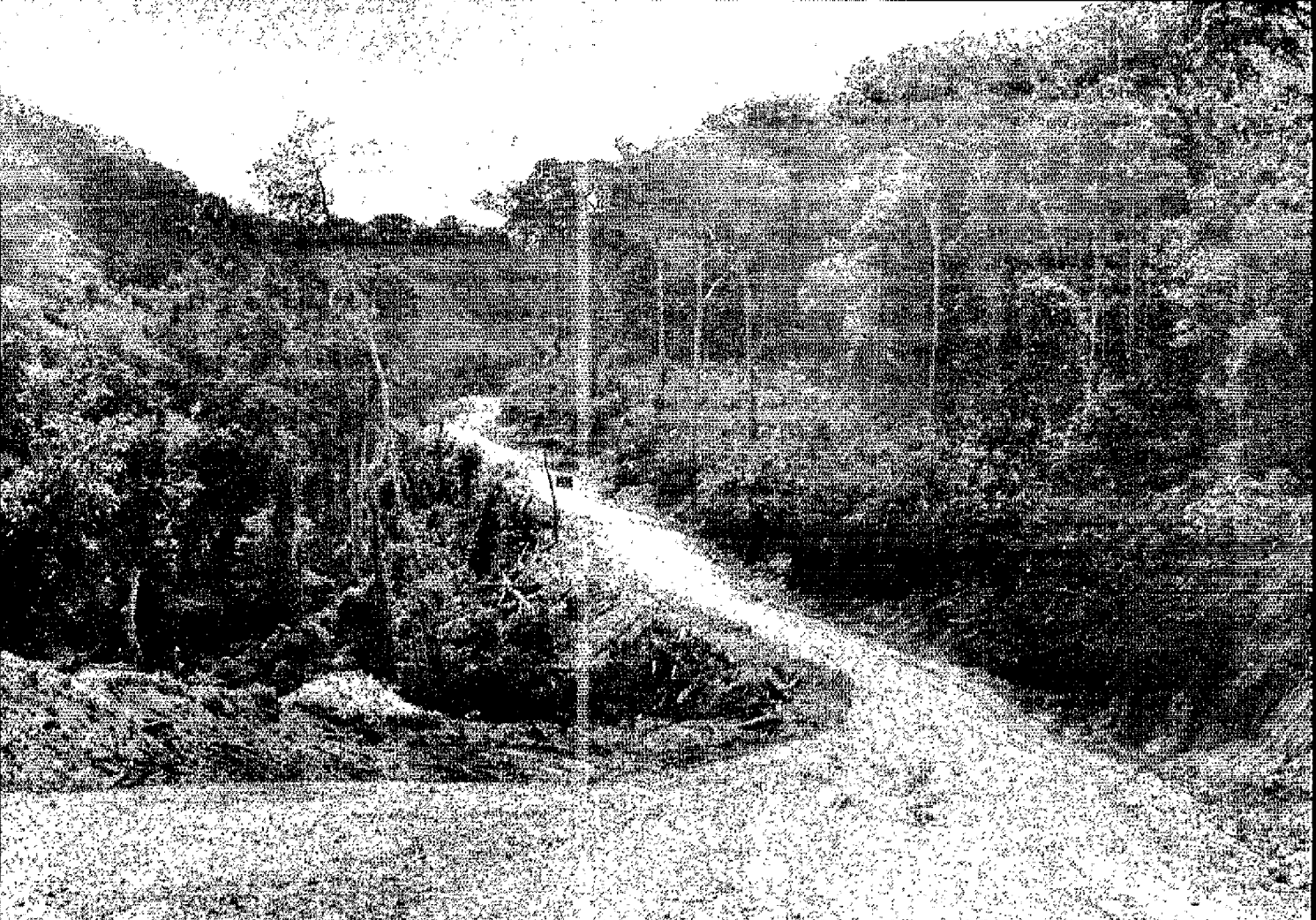
L'étude portant sur le prix de revient des routes forestières construites par les exploitants pour leurs propres besoins, les seuls coûts pris en considération seront donc les coûts directs de personnel ou de matériel intervenant dans la construction d'un tronçon donné.

Ces coûts ne comporteront ni frais généraux de

chantier ou d'entreprise, ni dépenses d'encadrement des équipes, ni bien entendu de bénéfices d'exploitation.

Ne sont donc pas compris :

— Le prix de revient des cadres (chef d'exploitation, chef de chantier ou agent route spécialisé) qui dirigent les travaux routiers.



*Route principale à flanc de coteau en terrain accidenté.*

— Les moyens en véhicules utilisés pour le transport du personnel.

— Les charges générales de logement du personnel et, plus généralement, d'installation des campements.

Les catégories de dépenses ci-dessus constituent, en effet, des charges de structure, comptabilisées

dans l'exploitation forestière au niveau des frais généraux.

On verra par contre que les coûts retenus ici incluent les charges sociales sur les salaires et, pour le matériel, les dépenses d'atelier, fonctionnement et main-d'œuvre (qu'il s'agisse de mécaniciens, cadres ou ouvriers).

\* \* \*

On pourrait s'étonner que les coûts décrits dans la présente étude s'écartent très sensiblement de ceux consentis pour les routes construites par des entreprises de Travaux Publics spécialisées, en particulier pour les routes publiques. Ces différences s'expliquent très bien, mais il faut les récapituler ici.

a) Une entreprise de travaux publics répercute dans ses prix tous ses frais généraux et son bénéfice.

b) Une route publique suppose des frais d'étude

et de contrôle des travaux qui sont sans commune mesure avec ceux réalisés pour une route forestière. D'autre part, pour celle-ci, on a vu que l'intervention des cadres (et des équipes de prospection) est comptabilisée ailleurs.

c) Une route forestière « suit le terrain ». Elle est donc construite au moyen du seul bulldozer, alors qu'une route publique est construite au bulldozer et au scraper. Les mouvements de terre sont beaucoup plus importants dans le second cas

en raison de contraintes de tracé beaucoup plus strictes correspondant à un roulage plus rapide et plus intense.

d) On a vu que les routes publiques sont cons-

truites avec des marges de sécurité, quant à leur résistance, beaucoup plus élevées que les routes forestières. Les techniques de mise en œuvre de matériaux y sont beaucoup plus élaborées.

## PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU RAPPORT

Au cours de ce rapport, nous nous appliquerons tout d'abord à définir, dans le deuxième chapitre, les principales caractéristiques des routes forestières quant à leur emprise, leur profil et leur conception, puis nous passerons en revue les moyens matériels mis en œuvre pour les différentes phases de leur construction en s'attachant à définir des équivalences entre engins selon leur âge et leur puissance afin d'homogénéiser au maximum leur productivité.

Le quatrième chapitre traitera de l'étude des coûts de base, c'est-à-dire des coûts unitaires horaires, kilométriques ou journaliers des personnels ou matériels employés à la construction des routes.

Le chapitre suivant sera consacré à l'exposé

général des données de terrain recueillies au cours de nos enquêtes sur les chantiers forestiers. Ces données de terrain portent essentiellement sur la densité du réseau routier par rapport à une certaine surface de forêt et sur le nombre d'heures de tracteurs nécessaires pour construire un kilomètre de route en fonction des caractéristiques générales du terrain.

Les données précédentes nous permettront de calculer, dans le sixième chapitre, un certain nombre de prix de revient estimatifs, fonction des caractéristiques de la route désirée et des grandes catégories de terrain.

Nous tirerons enfin les conclusions générales de cette étude.

## 2. — CARACTÉRISTIQUES DES ROUTES FORESTIÈRES

Il est pratique de comparer le réseau routier d'exploitation à un réseau hydrographique. En effet, la position en un point particulier du réseau détermine le débit, donc les profils, la largeur, le

volume de terrassements nécessaires à un tronçon routier; caractéristiques bien différentes selon qu'il sera voisin de la zone de débardage ou au contraire du point de déchargement des bois.

### COMPOSITION DU RÉSEAU ROUTIER

Chaque route ou tronçon de route forestière n'est pas soumis au même trafic. Les caractéristiques de chaque élément de route dépendent étroitement de son rôle à l'intérieur du réseau desservant le permis forestier en cours d'exploitation.

Cette exploitation a pour objectif d'acheminer les bois depuis la souche jusqu'à un point, généralement unique, de déchargement. L'acheminement des bois de la souche jusqu'à un parc, situé bord de route camion, où ils sont groupés et constitués en chargement, est le domaine du débardage dont nous ne parlerons pas ici.

Chaque parc est contigu à un épi routier ou à une route secondaire qui emmènera les bois vers des routes de plus en plus importantes jusqu'au débouché sur la route publique, la voie d'eau ou la ligne de chemin de fer. Chacun des tronçons

successifs supporte, par conséquent, un trafic qui croît à mesure que l'on s'éloigne des lieux d'abatage pour se rapprocher du point de déchargement. Pour chaque point la durée du roulage peut varier de quelques jours à plusieurs années en fonction de son emplacement relatif.

On perçoit là que la différence de trafic des diverses catégories de routes est souvent plus une question de durée que d'intensité. Un chantier petit ou moyen qui a un seul point d'exploitation imposera pratiquement le même trafic journalier à une route très secondaire qu'à sa route d'accès, mais dans le premier cas, ce trafic durera peu de temps. Sur un gros chantier on a souvent deux (quelquefois plus) points de production: la route principale, si elle dessert ces deux points subit alors un trafic égal à la somme des deux.

Notons toutefois que fréquemment le débardage

se trouve terminé sur une route secondaire alors que des bois y restent à évacuer. Le trafic se partage alors entre la route en cours d'exploitation et celle où des bois débardés attendent encore.

Il découle naturellement des constatations précédentes que si les routes peuvent être exécutées sommairement à leur extrémité, l'exploitant forestier veille particulièrement à leur construction dès qu'elles deviennent semi-permanentes ou même permanentes.

Les routes d'exploitation forestière peuvent se classer en quatre grandes catégories : les routes d'accès, les routes principales, les routes secondaires et les épis routiers (fig. ci-dessous).

#### Les routes de liaison ou d'accès au chantier.

C'est le tronçon de route assurant la liaison entre le chantier (limite du permis ou campement de base, etc...) et le réseau routier public, s'il existe, ou, dans le cas contraire, le point de déchargement des bois au bord d'une voie d'eau ou d'une voie ferrée.

Cette route, lorsqu'elle existe, supporte la tota-

lité du volume exploité pendant toute la durée d'exploitation du permis. Il s'agit donc d'un axe vital, quasi permanent, dont la mise en œuvre précède le commencement des opérations d'exploitation proprement dites.

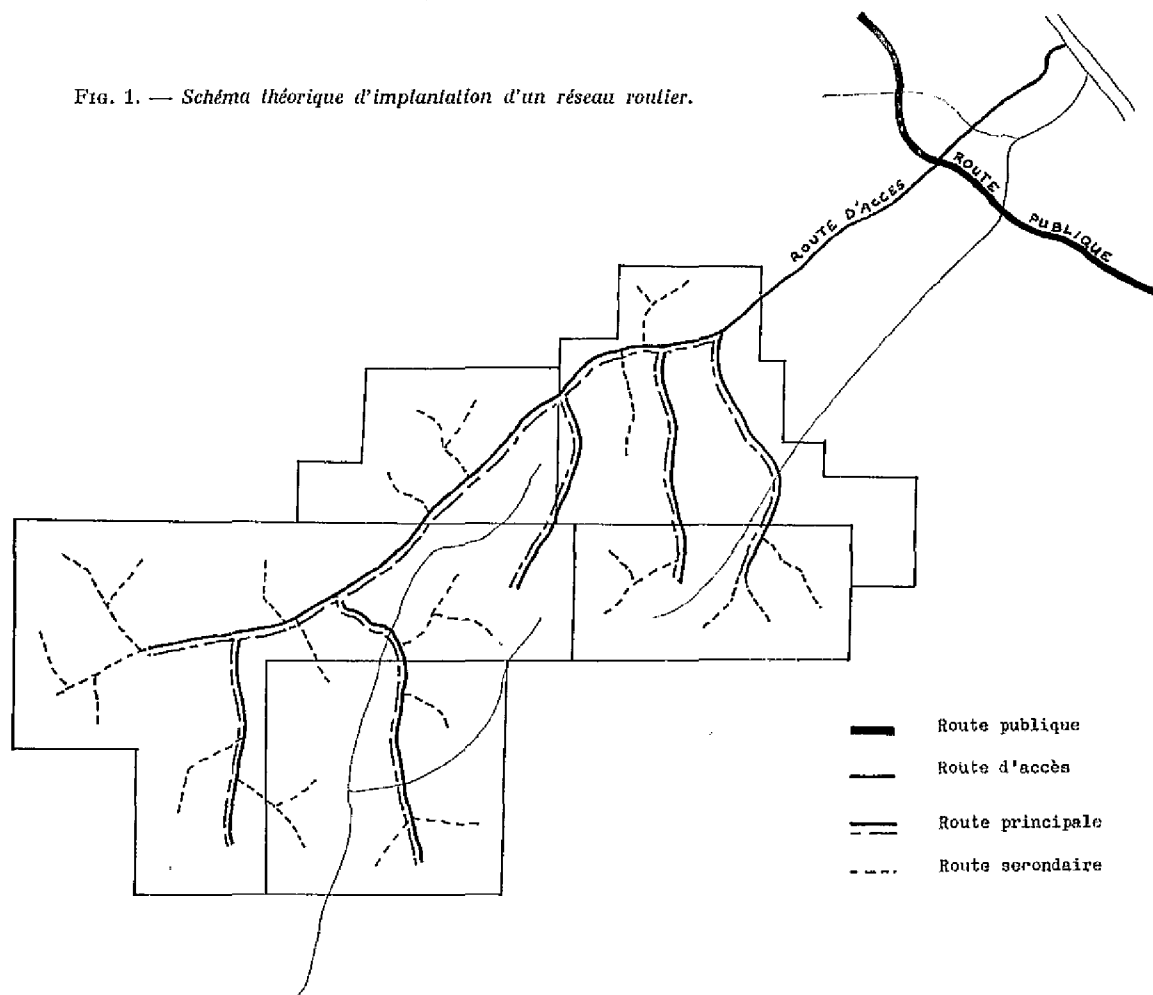
Son tracé, ses profils et sa construction sont particulièrement soignés puisqu'ils conditionnent l'accès des bois au point de déchargement.

#### Les routes principales internes au chantier.

Ce sont les routes qui desservent tout ou partie de la concession et autour desquelles s'organise l'activité de l'exploitation. Leur importance est fonction de leur emplacement relatif à l'intérieur du permis forestier. Chacune d'elles servira au minimum un an et souvent plusieurs années. En général, elles s'articulent autour d'une dorsale qui traverse pratiquement l'ensemble du permis et dont l'utilisation est liée à la durée d'exploitation.

Ces routes doivent être en bon état et rester praticables pendant l'année, saisons des pluies comprises. Leur tracé et leur construction comme celui de la route d'accès seront très soignés.

FIG. 1. — Schéma théorique d'implantation d'un réseau routier.



### Les routes secondaires et les épis routiers.

Avant de définir ces catégories de routes, il faut dire quelques mots des méthodes de débardage utilisées et de leur incidence sur le réseau routier. On peut distinguer deux schémas de principe :

- le débardage direct de la souche à la route grâce à des tracteurs à chenilles ou à pneus,
- le débardage avec rupture de charge où le tracteur à chenilles va au pied de l'arbre et débarde jusqu'à une piste. Sur celle-ci est utilisé un tracteur à pneus.

#### DÉBARDAGE DIRECT.

Le premier schéma correspond à une exploitation en zone facile ou assez facile avec un volume suffisant à l'hectare. Il correspond aussi à l'exploitation d'une majorité de très gros bois justiciables du seul tracteur à chenilles.

C'est le cas très fréquent en Côte-d'Ivoire actuellement.

Dans ce schéma, on peut distinguer routes secondaires et épis routiers.

#### a) Les routes secondaires :

Les routes secondaires qui débouchent sur les routes principales ont pour rôle de permettre l'accès de la zone en cours d'exploitation.

Leur durée de vie est donc généralement limitée à quelques semaines ou quelques mois au plus. Ces routes ne demandent souvent que peu de moyens et pas d'entretien.

Les parcs de chargement sur camion où se produit la rupture de charge entre débardage et transport sont dans la majorité des cas répartis le long de ces routes secondaires.

#### b) Les épis routiers :

Sur certains chantiers existent de courts tronçons sommairement terrassés, destinés à faire la liaison entre parcs de chargement et routes secon-

dares. Le développement du débardage par tracteurs articulés sur pneus a rendu la construction de ces épis de moins en moins fréquente. Ils ne sont utilisés qu'en terrain facile et en saison favorable.

#### DÉBARDAGE AVEC RUPTURE DE CHARGE.

Ce schéma est utilisé dans des zones accidentées : c'est pratiquement la règle au Gabon. Il est utilisé aussi pour l'exploitation de zones très pauvres (de l'ordre de 2 m<sup>3</sup> exploitables à l'hectare). Dans l'un et l'autre cas, on cherche à réduire l'extension du réseau routier, trop coûteux, en allongeant le débardage grâce aux tracteurs à pneus. Ceux-ci sont alors utilisés exclusivement au transport de billes marchandes sur des pistes ouvertes au bulldozer et faisant la liaison entre le parc de tronçonnage situé en brousse et le bord de la route principale. On verra que le développement de ces pistes atteint couramment 6 à 8 km pour 1.000 ha de permis.

Le réseau de routes secondaires se trouve alors réduit au minimum, les pistes pour tracteurs à pneus en éliminant une part importante.

Dans la suite de l'exposé, nous distinguerons donc :

- Routes secondaires.
- Pistes pour tracteurs à pneus et Epis routiers.

Ces deux catégories de chemins sont en effet très proches en pratique.

N. B. On s'étonnera peut-être de voir étudié ici le cas des pistes pour tracteurs à pneus, c'est-à-dire une phase de débardage. En fait, le débardage second empêche beaucoup plus sur le transport routier que sur le débardage classique de la souche à la route : cela conduit à considérer le chemin sur lequel on l'effectue comme une voie forestière sommaire.

## PROFILS DU RÉSEAU ROUTIER

Toute route est définie par le tracé de son axe en plan, le profil en long selon l'axe et ses profils en travers.

Dans le cas particulier d'une route forestière, le tracé en plan dépend surtout de la configuration du terrain de la forêt à exploiter, car pour éviter des terrassements importants et coûteux, celui-ci est souvent voisin du tracé des courbes de niveau. Le profil en long est choisi en fonction du trafic des trains routiers lourds.

#### Le tracé en plan.

Comme nous l'avons précédemment signalé dans le chapitre 1, le tracé d'une route d'exploitation

résulte toujours d'un compromis entre le respect de caractéristiques de chaussée que l'on s'est fixées à l'avance et l'économie maximum de terrassements. Cette route suit généralement le terrain c'est-à-dire qu'elle cherchera plus à s'adapter aux conditions topographiques de la zone à desservir qu'à les modifier ou les franchir. La détermination du tracé est placée sous la responsabilité du chef d'exploitation, du chef de chantier ou d'un cadre spécialisé, qui devra fixer son choix en fonction des éléments cartographiques dont il dispose et des reconnaissances sur le terrain qu'il effectue.

En général le choix d'un tracé de route forestière procède en deux phases plus ou moins mêlées :





*Terrassement aux abords d'un futur pont.*

le choix d'un tracé provisoire au bureau puis la rectification de celui-ci et détermination d'un tracé définitif après parcours à pied de la zone sélectionnée.

La connaissance des zones d'une richesse suffisante pour être exploitées et, par conséquent, à desservir, interviendra dans le tracé surtout au niveau du réseau routier secondaire sur des surfaces de quelques centaines d'hectares, car le réseau routier principal débloquent des zones entières du permis de plusieurs milliers d'hectares est moins directement lié à la richesse de la forêt.

Chaque recherche de tracé routier représente un cas particulier mais il est cependant possible de dégager quelques observations générales de l'accumulation d'expériences passées :

— en terrain peu ou moyennement accidenté on établit les routes sur les crêtes ou à leur voisinage immédiat pour économiser du terrassement et faciliter le drainage de la chaussée ;

— dans des zones sans crêtes continues, les routes passent d'un col à l'autre en suivant le flanc des côteaux entre deux points de passages obligés successifs (exemple typique : relief en « peau d'orange ») ;

— en terrain accidenté les routes sont établies dans les vallées en franchissant les nombreux petits cours d'eau le plus loin possible de leur embouchure.

#### Le profil en long.

Le profil en long d'une route est déjà pratiquement déterminé lorsque le tracé du plan définitif de celle-ci a été arrêté. Seules quelques rectifications limitées, en particulier l'élimination de cassis ou de dos d'âne, pourront intervenir lors de la mise en œuvre de la chaussée.

Rappelons simplement qu'un bon profil en long évite un ralentissement exagéré des camions dans les rampes ; il convient aussi à un bon écoulement des eaux.

La stagnation des eaux sur la chaussée est minimum à partir d'une pente de 1 %. Au-dessus de 5 % par contre les dégradations dues au ravinement s'accroissent d'autant plus que la pente est plus forte et la déclivité plus longue.

On admet, en règle générale, les limites maximum de pentes suivantes :

	En charge	A vide
Terrain peu accidenté.....	6 %	8 %
Terrain très accidenté.....	8 %	12 %

### **Le profil en travers.**

La coupe ou le profil en travers d'une route est essentiellement fonction de la topographie de la zone considérée mais, pour des raisons d'économie, on évite chaque fois qu'il est possible les profils tout en déblais ou tout en remblai. A flanc de côteau, la plus grande partie du profil est établie en déblai, les transports de terre étant le plus possible effectués transversalement. En terrain accidenté, des transports longitudinaux effectués avec le seul bulldozer sont inévitables pour diminuer la sinuosité du tracé.

Le profil de la chaussée affecte toujours une forme bombée vers le haut qui favorise l'écoulement des eaux. La pente transversale permettant

la meilleure évacuation des eaux, tout en évitant le ravinement, se situe entre 3 et 5 %.

La chaussée proprement dite est prolongée par des accotements souvent difficiles à distinguer de la précédente car dérasés. Seule, leur pente transversale est parfois légèrement supérieure à celle de la chaussée.

Les fossés affectent une forme triangulaire due à leur creusement à la niveleuse.

En réalité, il est assez difficile de distinguer nettement sur une route à profil normal les divers éléments constitutifs de l'assiette et après une certaine durée d'utilisation, chaussée, accotements et profils des fossés forment souvent un ensemble continu.

## **CONSTITUTION, STABILISATION ET PROTECTION DES CHAUSSÉES**

L'expérience a montré que la réalisation de chaussées capables de supporter la circulation de véhicules lourds n'était pas forcément liée à l'apport de matériaux durs ou d'enrobement. En effet, sous certaines conditions d'humidité le sol naturel stabilisé peut parfaitement convenir à l'utilisation routière : c'est le cas des sols argileux secs ou des sols sableux mouillés. Cette technique permet la construction rapide de routes avec un apport de matériaux réduit à une seule couche d'amélioration. La technique des chaussées en sol compact (béton de sol) est la seule utilisée en exploitation forestière tropicale.

### **Constitution des chaussées.**

Sur une chaussée conçue pour une circulation intense on distingue en général trois couches dont chacune est conçue pour résister à des effets définis. Ce sont de haut en bas : la couche de surface qui supporte les efforts verticaux dus aux charges et les efforts dus au freinage, la couche de base qui doit surtout résister aux efforts verticaux et la couche de fondation.

Pratiquement, sur les routes forestières on ne distingue que deux couches : le sol naturel et la couche d'amélioration.

#### **LE SOL NATUREL.**

Le sol naturel une fois décapé de la terre végétale et réhaussé par les apports transversaux dus au terrassement suffit à constituer la couche de fondation qui continue ainsi le terrain naturel. De très nombreux sols conviennent dès lors qu'ils peuvent être compactés et qu'ils sont peu sensibles à l'eau, c'est-à-dire qu'ils présentent une granulométrie continue et qu'ils contiennent peu d'éléments fins et surtout d'argile.

La présence de matières organiques ou d'humus augmente la sensibilité du sol à l'eau. C'est pour cette raison que la partie superficielle du sol qui contient des éléments végétaux en décomposition sera toujours décapée et écartée de l'assiette de la route avant terrassement.

#### **LA COUCHE D'AMÉLIORATION.**

Au-dessus du sol naturel, on réalise, grâce à un matériau d'apport, une couche d'amélioration correspondant à la couche de base des routes publiques. Dans la zone tropicale, ce matériau d'apport est très souvent constitué par un tout-venant latéritique comprenant des éléments grossiers et une partie fine argileuse. Les éléments grossiers de diamètre supérieur à 1 mm sont constitués par des concrétions ferrugineuses et donnent aux couches compactées une résistance élevée au cisaillement. La partie fine contient des oxydes de fer et d'aluminium qui provoquent le durcissement à l'air et l'insensibilisation à l'eau.

Ces tout-venants latéritiques sont souvent le seul matériau dur accessible dans la région inter-tropicale. Leur prospection et leur extraction sont des tâches importantes.

L'appréciation de leurs qualités ne fait jamais intervenir d'études de laboratoire, à tort ou à raison : seul le savoir-faire du chef d'exploitation ou de chantier, ou de l'agent routier, sont mis à profit. Les erreurs d'appréciation, quand il y en a, sont corrigées par des interventions ultérieures, puisque l'exploitant a toujours en sa possession le matériel indispensable pour réparer un tronçon de route qui se révèle à l'usage défectueux.

L'exploitant forestier ne pratique jamais de mélange de sols pour obtenir un matériau élaboré : cette technique plus évoluée dépasse les moyens dont il dispose (essentiellement la niveleuse).

### Stabilisation et compactage des chaussées.

L'utilisation d'un sol naturel comme couche de chaussée suppose une stabilisation de ce dernier, c'est-à-dire une amélioration de ses qualités routières de façon qu'il puisse supporter la circulation même dans des conditions défavorables. Le compactage est la seule technique de stabilisation utilisée sur les routes forestières. Il est réalisé à l'aide d'engins simples que nous examinerons ultérieurement de façon plus détaillée.

### Protection des chaussées.

Une fois le compactage réalisé, on protège la chaussée en empêchant les introductions ultérieures d'eau : c'est le rôle de l'écoulement et du drainage, et de l'évaporation en surface.

La pénétration des eaux de pluie est limitée par la compacité des couches supérieures compactées et par le bombement de la chaussée.

L'évacuation des eaux est réalisée par les fossés latéraux et leurs exutoires naturels ou provoqués. Leur réalisation met en œuvre les engins dont nous parlerons plus loin ; elle suppose aussi l'intervention d'équipes spécialisées qui creusent ou améliorent certains fossés et réalisent les dalots, buses et autres exutoires.

L'évaporation en surface, qui conditionne un séchage rapide et homogène de la chaussée, dépend de l'ensoleillement et de l'aération de cette dernière. L'ensoleillement et l'aération seront réalisés par abattage des arbres voisins de l'assiette de la route qui forment écran aux rayons de soleil.

Il est difficile de préciser sur quelle largeur minimum la forêt doit être abattue pour éclairer et dégager la route. Cette largeur dépend de nombreux facteurs : la hauteur moyenne du peuplement, l'inclinaison du terrain, l'orientation de la route, le sens des vents dominants, la nature du sol et... les habitudes du chef d'exploitation. Plus le peuplement est haut, plus le dégagement doit être large. Une route Est-Ouest nécessite un abattage moins large qu'une route Nord-Sud. Le côté qui se trouve exposé au soleil le matin sèche plus vite que le côté opposé. Une route orientée dans le sens des vents dominants sèche mieux qu'une autre orientée différemment. Les chaussées sur sol argileux doivent être plus éclairées que celles établies sur sol sableux. Une voie principale doit être toujours plus éclairée qu'une voie secondaire.

En pratique, un certain nombre de chefs d'exploitation admettent que la largeur du débroussé de chaque côté doit être au minimum égal à la largeur de l'assiette de la route.

## 3. — MOYENS MIS EN ŒUVRE POUR LA CONSTRUCTION DES ROUTES FORESTIÈRES

Il est nécessaire d'aborder maintenant l'étude des diverses étapes de mise en œuvre d'une route et des moyens matériels y afférant. Pour ces derniers, le souci d'homogénéiser les rendements entre les divers types de bulldozers les plus couramment utilisés nous conduira à un bref exposé sur l'équivalence entre engins, c'est-à-dire l'indication du nombre d'heures d'un engin donné nécessaire pour effectuer le même travail qu'un autre engin en une heure.

Les principales opérations, successives ou parallèles, intervenant lors de la construction d'un tronçon de route forestière tropicale sont : le déforestage et le terrassement de l'assiette de la route menés souvent en même temps que les travaux d'abattage destinés à assurer l'ensoleillement latéral de la route puis l'extraction et le transport des matériaux d'apport, le nivellement de la chaussée et enfin le compactage de cette dernière.

### DÉFORESTAGE ET TERRASSEMENT

#### Le déforestage.

Le déforestage constitue la toute première phase des travaux, intervenant après le choix du tracé

définitif et la matérialisation de celui-ci sur le terrain par un layon débroussé sur une largeur d'un mètre, environ.

Il consiste à débarrasser l'assiette de la route

de toute la végétation et du sol végétal qui la recouvre. Il s'effectue, dans tous les cas, au moyen de tracteurs à chenilles, matériel classique des chantiers de travaux publics, généralement équipés en angledozer et tiltadozer à réglage manuel ou hydraulique.

La puissance des tracteurs employés aux travaux routiers se situe, pour la plupart des chantiers, entre 160 et 270 CV correspondant aux modèles D7 E et D8 H de la Société CATERPILLAR ou HD 16 et HD 21 série B de la Société ALLIS-CHALMERS. La transmission de ces engins est du type Powershift.

Il y a quelques années, le déforestation, dans certains pays, s'effectuait souvent en deux étapes : un abattage manuel des gros arbres puis déboisement et dessouchage au bulldozer. Devant l'augmentation du coût de la main-d'œuvre et... de la puissance des engins, cette méthode a quasiment disparu et le tracteur effectue seul l'ensemble des travaux de déforestation. Par mesure de sécurité, l'abattage des gros arbres peut être effectué à la scie à chaîne avant leur dessouchage par le tracteur.

#### Le terrassement.

Le terrassement de l'assiette de la route intervient directement après le déforestation. Il est entièrement exécuté par les mêmes tracteurs à chenilles, qui effectuent tous les travaux de déplacement des matériaux et de construction de remblais, de fossés et d'exutoires de fossés.

Les transports de matériaux sont donc limités

à ce qu'un bulldozer effectue économiquement. Le scraper, même sous la forme d'engins tractés, est très rarement utilisé.

Comme nous l'avons précédemment signalé, on se préoccupe par souci d'économie, de limiter au minimum le volume de terrassements et les transports longitudinaux de matériaux. Les terrassements consistent donc en majorité en des transports de terre transversaux.

Les transports longitudinaux interviennent en terrain accidenté, sur courte distance, pour limiter la sinuosité du tracé.

Mais ils interviennent surtout lors de la construction des remblais.

Dans de nombreux cas le remblai fait suite à un déblai, notamment lors d'un franchissement de thalweg ou de la préparation des accès d'un pont.

Les deux opérations de déforestation et de terrassement constituent de loin le poste de dépenses le plus élevé, dans la construction d'une route forestière. Elles font en effet appel, pendant de nombreuses heures, à un matériel lourd et spécialisé, au prix de revient horaire élevé.

Dans des circonstances favorables, dans certains terrains peu accidentés et au sol naturellement latéritique, on peut même considérer que la route est presque terminée à l'issue des travaux de terrassement.

*Note importante :* Le terrassement des routes forestières est, pratiquement, toujours effectué dans des terrains de nature argileuse ou granuleuse. Les travaux de déroctage ne le concernent pas sauf cas très particuliers et très limités.

### L'ENSOLEILLEMENT LATÉRAL

En général, parallèlement aux tâches de déforestation, intervient l'abattage d'ensevelissement de la route, que nous avons déjà évoqué. Cet abattage est effectué par une équipe composée d'un abatteur et d'un ou deux aides, et munie d'une scie à chaîne de modèle classique.

On admet qu'une équipe-scie, sur un débroussaillé de 10 à 30 m de large qui est fonction de la taille des arbres et de l'orientation de la route, peut, en

moyenne, dégager les abords de 1.000 à 1.500 m de route par mois soit environ de 50 à 75 m par jour.

L'abattage n'est jamais dirigé. Des arbres tombent donc sur la route et doivent être dégagés au bulldozer. Pour éviter un passage supplémentaire du tracteur, certains chantiers effectuent l'abattage des zones d'ensevelissement avant le déforestation.

### EXTRACTION ET TRANSPORT DES MATÉRIAUX D'APPORT

Les emplacements susceptibles de correspondre à un gisement de matériaux d'origine latéritique ont été repérés lors des opérations de prospection.

L'extraction des matériaux latéritiques fait

intervenir le bulldozer au moins pour la découverte des gisements : ultérieurement elle est effectuée soit au bulldozer, soit avec des chargeurs frontaux sur chenilles ou sur pneus. Au cours des dernières



années, le bulldozer a progressivement laissé la place au chargeur sur chenilles puis lui-même au chargeur sur pneus.

Les chargeurs sur chenilles les plus utilisés, du type 977 CATERPILLAR par exemple, étaient des engins de 150 CV à transmission powershift, équipés d'un godet de 2 m<sup>3</sup> de capacité. Les chargeurs sur pneus sont généralement des engins d'une puissance de 150 à 170 CV de type CATERPILLAR 966, série C, équipés de godets de 2 à 3 m<sup>3</sup> de capacité. Ils sont à châssis articulés et transmission powershift.

Le passage de l'utilisation d'engins sur chenilles à des chargeurs sur pneus résulte de l'évolution de l'exploitation forestière elle-même. En effet, ces chargeurs frontaux ne sont pas spécifiques à l'extraction des matériaux, car il ne serait pas nécessaire d'utiliser des machines aussi puissantes. Ces engins sont équipés de fourches à grumes et consacrent la majeure partie de leur activité au chargement des bois sur les grumiers. Il y a donc eu évolution de matériels peu mobiles vers des matériels facilement maniables et déplaçables.

Notons que quelques chantiers disposent d'engins de manutention de terre spécialisés : les machines sont alors plus légères, puisqu'elles ne sont pas conditionnées par le levage des grumes.

La latérite foisonnée est ensuite chargée sur camions-bennes classiques pour être transportée

sur les lieux d'épandage. Ces camions ont 1 ou 2 ponts moteurs suivant les régions : le 2 ponts moteurs étant la règle dans les régions accidentées. La capacité des bennes évolue entre 4 à 8 m<sup>3</sup> selon les chantiers et les besoins.

Deux à quatre godets sont donc nécessaires au chargeur frontal pour charger un camion. Le rendement des chargeurs frontaux à l'extraction et au chargement du matériau latéritique varient entre 40 et 60 m<sup>3</sup> à l'heure en fonction de la richesse du gisement et de sa facilité d'accès.

L'exploitant forestier cherche à limiter au maximum la distance de transport mais celle-ci est bien entendu liée à la richesse de la région en gisements latéritiques. En règle générale, cette distance ne dépasse pas 10 km et reste très souvent inférieure à 5 km.

On admet, en moyenne, qu'une épaisseur de 10 cm de latérite sur une largeur de 6 à 7 m est nécessaire sur une route principale soit de 600 à 700 m<sup>3</sup> au kilomètre. En réalité, ce chiffre varie entre 400 et 1.000 m<sup>3</sup> selon les terrains. Il faut parfois même le doubler dans les régions particulièrement marécageuses. Les chiffres précédents représentent donc le déversement d'un camion tous les 5 à 10 m suivant le volume de la benne.

Les routes secondaires sont latéritées dans la mesure où le sol naturel l'impose et dans la mesure où le roulage doit avoir lieu en saison des pluies.

## LE NIVELLEMENT

Tous les travaux de nivellement et de mise en forme de la plate-forme, de répartition des matériaux d'amélioration sur la chaussée sont exécutés au moyen de niveleuses automotrices. La gamme de niveleuses utilisée par les forestiers ainsi que le nombre de marques représentées sont plus vastes que pour les chenillardes ou les chargeurs frontaux. Les puissances s'étagent entre 60 et 125 CV et en général les chantiers importants disposent d'une petite niveleuse pour les travaux d'entretien et d'une plus puissante pour les travaux de mise en forme. Les machines de 100 à 125 CV sont les plus répandues. A l'issue des travaux de terrassement

au tracteur à chenilles, la surface de la plate-forme routière en sol naturel est généralement plane. Le travail de la niveleuse consiste donc à donner à la route son bombé régulier et définitif au cours de plusieurs passes successives. Le bombé est obtenu par rectification du sol naturel terrassé. Les matériaux d'amélioration sont répartis par dessus. Le temps nécessaire au nivellement et à la mise en forme d'une route forestière est difficile à exprimer car il dépend du type et de la largeur de la route, de la topographie et du volume de matériaux d'amélioration. On peut cependant l'évaluer entre 10 et 35 h au kilomètre.

## COMPACTAGE

Si la plupart des chantiers importants possèdent un rouleau compacteur à pneus, nombreux sont ceux, petits ou moyens, qui laissent leur route se compacter sous l'action des pluies ou de la circulation.

Le matériel spécialisé utilisé est constitué par des compacteurs légers de 10 à 13 t, tractés par des engins de 60 à 85 CV, inefficaces au-delà de 10 à 15 cm de profondeur. Ils sont utiles pour damer la surface de la chaussée et faciliter l'écoulement

de l'eau : on les utilise généralement après la mise en forme de la fondation en sol naturel, puis pour damer les matériaux d'amélioration apportés plus ou moins longtemps après.

Les engins de compactage plus élaborés (rouleaux à pieds de moutons, rouleaux vibrants, rouleaux à pneus lourds) sont inconnus en forêt, parce que trop onéreux à mettre en œuvre.

Dans tous les cas, le compactage en profondeur est obtenu par le temps et par les intempéries : c'est pourquoi les routes doivent être ouvertes à l'avance. Le roulage a aussi une action importante, c'est la raison pour laquelle une route mise en service en saison sèche doit d'abord être utilisée sur sa longueur totale, de façon à rouler en saison des pluies sur des parties déjà compactées.

### RÉCAPITULATION DU MATÉRIEL UTILISÉ POUR CONSTRUIRE LES ROUTES

Il se résume dans le tableau ci-dessous :

— Etude de tracé : boussole et clisimètre ; emploi des cartes.

— Déforestation et Terrassement : bulldozer à chenilles type D7 (160 à 180 CV) ou D8 (240 à 270 CV).

— Nivellement : niveleuse automotrice de 60 à 125 CV.

— Ensoleillement latéral : scie à chaîne et bulldozer.

— Extraction de matériaux : bulldozer ; chargeur frontal.

— Transports de matériaux : camions bennes de 6 à 12 t de charge utile.

— Compactage : rouleau à pneus tracté de 10 à 13 t.

— Ponts : jusqu'à une portée de 15 m on utilise des longrines faites de troncs. Le platelage est réalisé en madriers (ou par un revêtement en terre si la portée est courte). Les culées sont réalisées en maçonnerie ou en béton, ou à l'aide de billes.

— Buses et Dalots, selon les besoins, on utilise les matériaux suivants :

— troncs creux,

— buses métalliques (Armco),

— Avivés sciés,

— fûts de 200 l soudés bout à bout,

— buses en ciment, etc...

### DÉVELOPPEMENT DES RÉSEAUX ROUTIERS CONSTRUITS PAR LES EXPLOITATIONS

Les exploitations, dès qu'elles ont une certaine importance, construisent chaque année des kilomètres de routes considérables. A titre indicatif, nous citerons ci-dessous, deux exemples, l'un d'une entreprise produisant 60.000 m<sup>3</sup> de bois en grumes par an en terrain assez facile et une autre 100.000 m<sup>3</sup> de grumes par an en zone assez difficile.

On verra plus loin que les densités des réseaux réalisés sont conformes aux ordres de grandeur suivants :

— exploitation par tracteur à chenilles seuls  
8 à 10 km de routes toutes catégories pour 1.000 ha,

— exploitation par tracteur à chenilles et tracteur à pneus en 2 phases (cas du Gabon, en région accidentée),

5 km de routes pour 1.000 ha + 6 à 8 km de pistes pour tracteurs à pneus.

Les kilométrages construits par an sont les suivants :

1<sup>er</sup> exemple : Production de 60.000 m<sup>3</sup> de bois en grumes par an dans une forêt d'où l'on extrait 8 m<sup>3</sup>/ha, l'exploitation parcourt 7.500 ha/an.

A raison de 10 km de routes pour 1.000 ha, il faut construire 75 km par an.

2<sup>e</sup> exemple : Production de 100.000 m<sup>3</sup> de bois en grumes (ou 60.000 t d'Okoumé) par an dans une forêt d'où l'on extrait 10 m<sup>3</sup>/ha (ou 6 t), l'exploitation parcourt 10.000 ha/an.

A raison de 5 km de routes pour 1.000 ha et 6 à 8 km de pistes, il faut construire 50 km par an et 60 à 80 km de pistes pour tracteurs à pneus.

### ÉQUIVALENCE ENTRE LES TYPES DE BULLDOZER LES PLUS FRÉQUEMMENT UTILISÉS

Nous avons pu constater au cours de ce chapitre que le tracteur à chenilles était l'engin de base de

toute construction de route forestière. Mais les enquêtes et les relevés que nous avons effectués sur



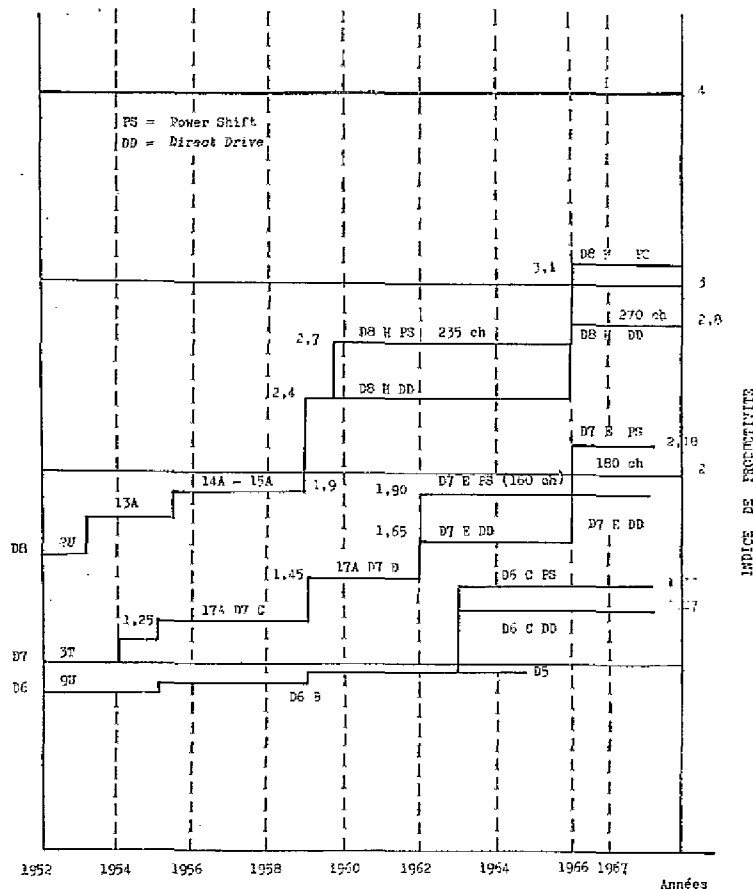


Fig. 2.

les chantiers d'exploitation ont montré l'emploi, pour un même type de route, d'engins d'âge, de puissance et donc de productivité différents, de sorte qu'il était difficile de procéder à des comparaisons. Pour ce faire, ou tout au moins s'en approcher au maximum, il nous a semblé judicieux de choisir un modèle de tracteur comme unité de référence et de déterminer la productivité des autres modèles par rapport à lui grâce à un tableau

ci-contre publié par la firme CATERPILLAR, dans lequel les différents tracteurs de la marque sont classés par « indice de productivité ». Cet indice « correspond à des moyennes pondérées calculées sur la base d'utilisations diverses ». Bien qu'il puisse varier en fonction des travaux exécutés, nous pensons qu'il permet de se faire une idée de la productivité des matériels.

La figure 2 reproduit un diagramme portant sur les divers modèles de D6, D7 et D8 en prenant le D7 3 T comme représentatif de l'indice 1. On notera que l'étagement correspond à peu près aux rapports des puissances des engins à transmission mécanique (Direct Drive) ; les engins à servo-transmission (Power Shift) ayant une productivité sensiblement supérieure.

Le tracteur choisi comme unité de référence est le type D7 E Powershift 160 CV car cet engin est actuellement le plus répandu en ce qui concerne les travaux routiers.

La figure 2 permet alors de calculer les coefficients d'équivalence ci-dessous (valables pour les engins en bon état de marche) :

D7 E Power Shift 160 CV .	1
D8 H Power Shift 235 CV .	1,42
D7 E Direct Drive 160 CV .	0,87
D7 D 17 A 140 CV . . . . .	0,76
D7 C 17 A 128 CV . . . . .	0,66
— etc...	

Les coefficients ci-dessus veulent dire qu'une heure de D8 H Power Shift correspond aux mêmes moyens mis à la disposition du chantier que 1,42 h de D7 E Power Shift.

#### 4. — LES COÛTS DE BASE

Pour tout calcul de prix de revient, il est essentiel d'estimer les coûts unitaires du personnel et des matériels intervenant au cours des diverses opérations de construction d'une route forestière de forêt dense. C'est ce que nous nous proposons de réaliser dans ce chapitre pour les deux grands pays forestiers qui nous serviront continuellement

de référence dans la suite de cette étude : le Gabon et la Côte-d'Ivoire.

Tous les coûts retenus sont valables *début 1972* et tiennent compte des prix effectivement payés au commerce local par les exploitations forestières.

Tous les prix Gabon sont des prix « 2<sup>e</sup> zone forestière ».



Piste pour tracteur à pneus en terrain peu accidenté.

## COÛT DU PERSONNEL D'EXÉCUTION EN CÔTE-D'IVOIRE ET AU GABON

Les tableaux 1 et 2 ont été établis à partir des salaires minimum journaliers réglementaires auxquels s'ajoutent les heures supplémentaires et les primes de rendement. On aboutit ainsi à un salaire annuel, par catégories d'emplois, qui correspond à environ 275 jours de travail.

Nous avons ensuite calculé le coût annuel de chaque travailleur en tenant compte des charges supportées par l'employeur, c'est-à-dire :

- Congés payés.
- Assurance Accidents du travail.
- Prestations familiales.
- Caisse de retraite.
- Impôts sur salaires.
- Frais médicaux et pharmaceutiques.
- Divers (Avantages en nature, indemnités de licenciement, etc...).

Le total des charges sociales avoisine 21 % en Côte-d'Ivoire et 26 % au Gabon.



TABLEAU 1. — Coût annuel du personnel d'exécution en Côte-d'Ivoire (en francs CFA)

Catégorie	Salaire minimum journalier (avril 72)	Salaire annuel effectif versé	Coût annuel arrondi (sal. versé + charges 21 % de l'emploi)	Emplois correspondants Ouvriers
<i>Manœuvres :</i>				
1 .....	225	92.000	112.000	Manœuvre ordinaire
1 .....	225	92.000	112.000	Manœuvre grader
1 .....	225	110.000	133.000	Elingueur
1 .....	225	98.000	119.000	Aide-Scieur
<i>Manœuvres spécialisés :</i>				
2 .....	290	164.000	198.000	Boy-Chauffeur de camion
2 .....	290	144.000	174.000	Aide-mécanicien
<i>Ouvriers :</i>				
3 .....	356	160.000	194.000	Boussolier
3 .....	356	170.000	206.000	Abatteur - scie (éclairage route) Affûteur
<i>Ouvriers spécialisés :</i>				
4 °B.....	447	203.000	246.000	Mécanicien
	447	259.000	313.000	Conducteur grader
<i>Ouvriers professionnels :</i>				
5 .....	531	264.000	319.000	Mécanicien
<i>Chauffeurs :</i>				
Catégorie A .....	487	276.000	334.000	Conducteur de voitures légères
Catégorie B .....	511	264.000	319.000	Conducteur de bennes
Catégorie C .....	557	372.000 (1)	450.000	Conducteur de tracteur de terrassement, d'engins de chargement

(1) Ce chiffre s'applique aux conducteurs de tracteurs de terrassement et non pas aux conducteurs de tracteurs de débardage qui sont généralement plus payés.

TABLEAU 2. — Coût annuel du personnel d'exécution au Gabon (en francs CFA)

Catégorie	Salaire minimum journalier (avril 72)	Salaire annuel effectif versé	Coût annuel arrondi (sal. versé + charges 26 % de l'emploi)	Emplois correspondants Ouvriers
<i>Manceuvre ordinaire :</i>				
1 .....	427,24	167.000	210.000	Manceuvre ordinaire
<i>Manceuvres spécialisés :</i>				
2 .....	433,83	170.000	215.000	Manceuvre spécialisé
2 .....	433,83	190.000	240.000	Boy-Chauffeur de camion
2 .....	433,83	218.000	275.000	Aide-Scieur Elingueur
<i>Ouvriers :</i>				
3 A .....	443,93	218.000	275.000	Abatteur scie (éclairage route)
3 B .....	462,33	234.000	295.000	Affûteur, aide-mécanicien
3 B .....	462,33	298.000	375.000	Chef d'équipe
<i>Ouvriers spécialisés :</i>				
4 .....	547,21	313.000	395.000	Mécanicien, boussolier
<i>Ouvriers qualifiés :</i>				
5 .....	745,96	305.000	385.000	Chauffeur poids lourds
5 .....	745,96	377.000	475.000	Mécanicien, conducteur tracteur de terrassement, conducteur niveleuse
5 .....	745,96	492.000	620.000	Conducteur engin de chargement
5 .....	745,96	433.000	546.000	Conducteur tracteur débardage
<i>Ouvrier haulement qualifié :</i>				
6 .....	925,68	532.000	670.000	Contremaître

Type de convoi grumier que l'on rencontre sur les routes forestières.



## CÔTÉ DES MATÉRIELS

On trouvera ci-après les prix de revient exprimés à l'heure ou au kilomètre parcouru des principaux matériels utilisés pour la construction de routes forestières.

Les prix de revient tiennent compte d'hypothèses, quant aux cadences d'utilisation de ces matériels, conformes à ce qu'on rencontrera habituellement dans l'exploitation forestière de bois d'œuvre.

Pour les véhicules, le principe de calcul retenu en matière d'assurances est celui d'une couverture « tous risques » pendant la première année et au tiers pendant les années suivantes, conforme à ce que pratique un certain nombre de chantiers.

Les charges de personnel d'entretien correspondent à l'intervention des ateliers (cadres, mécaniciens et fonctionnement à l'exclusion de l'amortissement du bâtiment).

Les charges financières sont évaluées à 8 % de la moitié de la valeur à amortir augmentée de la valeur résiduelle, le tout rapporté au nombre d'heures d'utilisation.

TABLEAU 3

*Prix de revient horaire du tracteur caterpillar  
D8 H P. S. 235 CV (en francs CFA)*

	Gabon 2 <sup>e</sup> zone	Côte-d'Ivoire
Prix d'achat avec bull et treuil .....	28.300.000	26.500.000
Valeur résiduelle .....	3.500.000	3.000.000
Valeur à amortir .....	24.800.000	23.500.000

Utilisation annuelle	10.000 h en 5 ans (2.000 h)	10.000 h en 5 ans (2.000 h)
Amortissement .....	2.480	2.350
Conducteur terrassement 475.000/an .....	238	
450.000/an .....		225
Aide à 210.000/an .....	105	
133.000/an .....		67
Carburant : 40 l/h à 30 F/l ..	1.200	
à 35 F/l ..		1.400
Lubrifiants à 140 F/l (1).....	224	224
Intervention de l'atelier : Pièces de rechange et main- d'œuvre .....	2.600	2.500
Prix de revient horaire total ..	6.847	6.766
Charges financières à 8 % .....	636	590
TOTAL .....	7.483	7.356
TOTAL ARRONDI A .....	7.490	7.360

(1) Pour tous les matériels, la consommation de lubrifiants, toutes catégories, a été estimée en pourcentage (en volume) de la consommation de carburant (3 à 4,5 % en général).

Nous distinguerons les tableaux suivants :

3. — Prix de revient horaire du tracteur à chenilles Caterpillar D8 H.

4. — Prix de revient horaire du tracteur à chenilles Caterpillar D7 E.

5. — Prix de revient horaire du chargeur frontal sur pneus Caterpillar 966 C.

6. — Prix de revient horaire de la niveleuse Caterpillar 120.

7. — Prix de revient kilométrique des camions bennes de 8 m<sup>3</sup>.

8. — Prix de revient kilométrique des camions bennes de 4 m<sup>3</sup>.

9. — Prix de revient journalier d'une équipe de scie à chaîne.

Les durées d'amortissement et d'utilisation annuelle des engins retenues dans ces tableaux correspondent aux moyennes constatées sur l'ensemble des chantiers mais il est évident qu'elles peuvent varier de manière sensible d'un chantier à l'autre.

TABLEAU 4

*Prix de revient horaire du tracteur caterpillar  
D7 E P. S. 180 CV (en francs CFA)*

	Gabon 2 <sup>e</sup> zone	Côte d'Ivoire
Prix d'achat avec bull et treuil .....	20.600.000	19.400.000
Valeur résiduelle .....	2.500.000	2.400.000
Valeur à amortir .....	18.100.000	17.000.000

Utilisation annuelle	10.000 h en 5 ans (2.000 h)	10.000 h en 5 ans (2.000 h)
Amortissement .....	1.810	1.700
Conducteur terrassement 475.000 F/an .....	238	
450.000 F/an .....		225
Aide à 210.000 F/an .....	105	
133.000 F/an .....		67
Carburant : 25 l à 30 F/l .....	750	
25 l à 35 F/l .....		875
Lubrifiants à 140 F/l .....	150	150
Intervention de l'atelier : pièces de rechange et main- d'œuvre .....	2.100	1.800
Prix de revient horaire total ..	5.153	4.817
Charges financières à 8 % .....	462	436
TOTAL .....	5.615	5.253
TOTAL ARRONDI A .....	5.615	5.255

TABLEAU 5

Prix de revient d'un chargeur sur pneus caterpillar 966 C  
(en francs CFA)

	Gabon 2 <sup>e</sup> zone	Côte-d'Ivoire
Prix d'achat avec fourches et godet.....	16.650.000	15.730.000
4 pneus à 235.000 pièce à déduire (1) .....	940.000	940.000
Valeur résiduelle .....	1.600.000	1.500.000
Valeur à amortir.....	14.110.000	13.290.000

Utilisation annuelle	8.000 h en 5 ans (1.600 h)	8.000 h en 5 ans (1.600 h)
Amortissement .....	1.761	1.661
Carburant 17 l à 30 F/l .....	510	
à 35 F/l .....		595
Lubrifiants à 140 F/l .....	96	96
Pneus : un train à 940.000 pour 3.000 h .....	314	314
Conducteur 620.000/an .....	388	
450.000/an .....		281
Pièces et main-d'œuvre entretien .....	1.130	1.065
Prix de revient horaire.....	4.202	4.012
Charges financières à 8 %.....	433	407
TOTAL .....	4.635	4.419
TOTAL ARRONDI A.....	4.635	4.420

(1) Pris en compte dans les frais d'utilisation.

TABLEAU 6

Prix de revient horaire d'une niveleuse caterpillar 120  
(en francs CFA)

	Gabon 2 <sup>e</sup> zone	Côte-d'Ivoire
Prix d'achat.....	10.950.000	9.405.000
6 pneus à 75.000 pièce, à déduire .....	450.000	450.000
Valeur résiduelle .....	1.300.000	1.100.000
Valeur à amortir.....	9.200.000	7.855.000

Utilisation annuelle	8.000 h en 5 ans (1.600 h)	8.000 h en 5 ans (1.600 h)
Amortissement .....	1.150	981
Conducteur à 475.000/an .....	297	
à 313.000/an .....		196
Carburant : 14 l à 30 F/l .....	420	490
à 35 F/l .....		
Lubrifiants à 140 F/l .....	45	45
Pneus : 1 train à 450.000 pour 3.000 h .....	150	150
Pièces et main-d'œuvre entretien .....	515	450
Prix de revient horaire total..	2.577	2.312
Charges financières à 8 %.....	295	251
TOTAL .....	2.872	2.563
TOTAL ARRONDI A.....	2.870	2.560

TABLEAU 8

Prix de revient kilométrique des camions bennes de 4 m<sup>3</sup>  
(en francs CFA)

	Gabon 2 <sup>e</sup> zone	Côte-d'Ivoire
	Benne 4 x 4 (4 m <sup>3</sup> )	Benne 4 x 2 (4 m <sup>3</sup> )
Prix d'achat .....	4.400.000	4.290.000
6 pneus à 40.000 pièce à déduire .....	240.000	240.000
Valeur résiduelle .....	615.000	605.000
Valeur à amortir .....	3.545.000	3.445.000

Utilisation annuelle	120.000 km en 4 ans (30.000/an)	120.000 km en 4 ans (30.000/an)
Amortissement .....	29,51	28,71
Carburant : 0,4 l à 30 F/l .....	12,00	
à 35 F/l .....		14,00
Lubrifiants 4 % à 140 F/l ..	2,21	2,24
Conducteur : 385.000 F/an ..	12,83	
319.000 F/an ..		10,63
Pneus : 1 train tous les 30.000 km .....	8,00	8,00
Pièces détachées et entretien	19,20	18,66
Assurances : 1 <sup>er</sup> année : tous risques an. suivantes : au tiers		
— tous risques : 750.000 ..	9,50	9,50
— tiers : 130.000 ..		
Prix de revient horaire total	93,31	91,74
Charges financières à 8 % ..	6,36	6,34
TOTAL .....	99,67	98,08
TOTAL ARRONDI A .....	100	98

TABLEAU 9

Prix de revient journalier d'une équipe de scie à chaîne (1)  
(en francs CFA)

	Gabon 2 <sup>e</sup> zone	Côte-d'Ivoire
Prix d'achat Stihl type 070	110.000	115.000
Amortissement sur 250 jours	440	460
Carburant : 5,5 litres de mélange à 5,5 % à 68 F/l .....	374	374
Lubrifiant : 2,2 l à 140 F le litre .....	308	308
Chaînes et guide .....	500	500
Pièces de rechange .....	650	650
Affûtage :		
1 affûteur à 1.061 F/jour pour 6 scies .....	177	
741 F/jour pour 6 scies .....		124
Entretien :		
1 mécanicien à 1.709 F/jour pour 6 scies .....	285	
1.032 F/jour pour 6 scies .....		172
	2.694	2.588
1 abatteur d'ensoillement ..	989	741
1 aide .....	773	428
	4.456	3.757
ARRONDI A.....	4.460	3.760

(1) Ce prix de revient est valable pour les seuls travaux d'ensoillement des routes. Le coût journalier des équipes d'abattage de bois d'œuvre est plus élevé.

TABLEAU 7

Prix de revient kilométrique des camions bennes de 7 à 8 m<sup>3</sup>  
(en francs CFA)

	Gabon 2 <sup>e</sup> zone	Côte d'Ivoire
	Benne 4 × 4 — 19 t PTC (8 m <sub>3</sub> )	Benne 4 × 2 — 19 t PTC (7 m <sub>3</sub> )
Prix d'achat.....	7.090.000	6.500.000
6 pneus à 55.000 pièce à déduire.....	330.000	330.000
Valeur résiduelle.....	890.000	810.000
Valeur à amortir.....	5.870.000	5.440.000

Utilisation annuelle	150.000 km en 5 ans (30.000/an)	150.000 km en 5 ans (30.000/an)
Amortissement.....	39,13	36,26
Carburant : 0,6 l à 30 F/l.. 0,6 l à 35 F/l..	18,00	21,00
Lubrifiants : 4 % à 140 F/l	3,50	3,50
Conducteur : 385.000 F/an.. 319.000 F/an..	12,83	10,63
Pneus : 1 train tous les 30.000 km.....	11,00	11,00
Pièces détachées et entre- tien.....	26,00	24,00
Assurances 1 <sup>re</sup> année tous risques, années suivantes : tiers		
— tous risques/1.240.000.. tiers/200.000.....	13,60	
-- tous risques/1.200.000.. tiers/180.000.....		12,80
Prix de revient horaire total	124,06	119,19
Charges financières à 8 %..	10,20	9,41
TOTAL.....	134,26	128,60
TOTAL ARRONDI A.....	134	129

(A suivre)