

*Parc de débardage et route.*

# CONSTRUCTION ET COÛT DES ROUTES FORESTIÈRES EN FORÊT DENSE TROPICALE<sup>(1)</sup>

par J. ESTEVE et C. LEPITRE

*Division des Exploitations du Centre Technique Forestier Tropical*

## SECONDE PARTIE

### 5. — EXPOSÉ GÉNÉRAL DES DONNÉES DE TERRAIN DISPONIBLES

Nous abordons dans ce chapitre l'exposé des données de terrains que nous avons pu recueillir

au cours de visites ou d'enquêtes faites auprès des exploitants forestiers sur une période s'étendant

(1) La première partie de cette étude a été publiée dans le n° 144, p. 33.

de 1960 à 1971. Ces données concernent essentiellement la densité du réseau routier par rapport à la surface forestière, la largeur des différents types de voies constituant le réseau routier, le nombre d'heures de tracteur nécessaires au déforestation et au terrassement d'un kilomètre de route et le nombre d'heures de nivelage utilisées à la mise en forme d'un kilomètre de route.

Nos sources d'information proviennent principalement d'analyses de monographies de chantiers basées sur les documents mensuels établis par les exploitations. Le dépouillement analytique de ces documents, sur des périodes de l'ordre de 6 mois à 1 an, permet la ventilation des moyens de production à l'intérieur des diverses tâches. On connaît donc ainsi le réseau routier construit pendant la période d'étude et les moyens consacrés à l'établissement de ce réseau.

En raison de ce processus, les chiffres que nous indiquerons ne seront donc que des moyennes pour une période donnée, moyennes réalisées sur un terrain connu au niveau de l'ensemble de la zone où l'activité du chantier s'est exercée pendant cette période.

## DENSITÉS CONSTATÉES DES RÉSEAUX ROUTIERS

La densité d'un réseau routier correspond au kilométrage total de l'ensemble des routes construites sur une certaine surface de forêt. La surface que nous avons retenue comme référence est de 1.000 ha. Le tableau 10 exprime cette densité constatée sur les chantiers de Côte-d'Ivoire et le tableau 11 sur les exploitations gabonaises.

Il est très difficile de formuler une conclusion à l'examen de ce tableau. Nous pouvons simplement remarquer que la densité du réseau routier a, en moyenne, tendance à croître avec la richesse de la forêt ; mais là, intervient aussi la volonté propre de chaque chef d'exploitation qui juge empiriquement, dans chaque cas de la densité du réseau à ouvrir en fonction des conditions de terrain, de la richesse de la forêt, de ses habitudes propres, de ses disponibilités immédiates en matériel, etc...

Tous les relevés du tableau 10, cela est très important à noter, concernent des exploitations où le débardage est effectué directement (en une seule phase) de la souche à bord route, qu'il soit amené par des tracteurs à chenilles ou à pneus. Le réseau routier est conçu en conséquence. Dans les chantiers étudiés, la topographie (et la taille des arbres exploités) justifient cette façon de procéder.

Dans ce tableau, la densité du réseau routier a aussi légèrement tendance à croître avec la richesse

Nous analyserons, d'autre part, séparément les chiffres du Gabon et ceux de la Côte-d'Ivoire. Les différences, sont en effet très grandes, tant du point de vue topographie et nature de terrains que du point de vue climatique et pluviométrique, entre ces deux grands pays forestiers.

En Côte-d'Ivoire, la majorité des chantiers étudiés porte sur des terrains à reliefs faciles, comportant de nombreuses zones latéritiques et nécessitant peu ou pas de terrassements alors que la plupart des chantiers gabonais se situent dans des régions moyennement accidentées, à terrains principalement argileux et à pluviométrie plus élevée (1).

Dans les différents tableaux illustrant ce texte, les heures de tracteurs seront toujours exprimées dans l'unité de référence que nous avons choisie, c'est-à-dire le D7 E PS 160 CV, l'année et la durée de la période d'étude seront indiquées et les différents chantiers seront individualisés par un chiffre ou une lettre.

Ces chiffres et donc les chantiers pourront d'ailleurs varier d'un tableau à l'autre car nous n'avons pas toujours pu recueillir la totalité des données dans une même analyse.

de la forêt mais de plus à décroître avec l'accroissement des difficultés de terrain. On peut faire les mêmes observations que pour la Côte-d'Ivoire en ce qui concerne l'importance des décisions du chef d'Exploitation dans la conception du réseau routier.

Les relevés ci-dessus peuvent en fait être scindés en 2 catégories, en raison de l'apparition au Gabon des tracteurs à pneus articulés modernes en 1966.

Seuls les relevés de 1968 (précédés de la lettre P en marge) tiennent compte de l'emploi de ce matériel qui a modifié l'organisation des chantiers.

Comme nous l'avons vu, les tracteurs à pneus ont permis d'allonger le débardage en le scindant en deux phases :

— débardage premier, à partir de la souche, au tracteur à chenilles,

— débardage second, sur piste aménagée, au tracteur à pneus.

Nous avons dit que le débardage second s'apparente à un « pré-transport » et que les pistes ouvertes à cet effet ont abouti à réduire très sensiblement le réseau de routes secondaires.

(1) On trouvera en Annexe une étude succincte de la pluviométrie.

TABLEAU 10

Densité du réseau routier, Côte-d'Ivoire

(en km par 1.000 ha)

| Topographie du permis | N° du chantier | Année de référence | Volume exploité m <sup>3</sup> /ha (1) | Densité du réseau routier/1.000 ha |
|-----------------------|----------------|--------------------|--|------------------------------------|
| <b>Zone facile</b>    | A              | 1957               | 3                                      | 8,85                               |
|                       | B              | 1963               | 3,3                                    | 8                                  |
|                       | C              | 1969               | 4                                      | 6,8                                |
|                       | D              | 1963               | 4,5                                    | 9,7                                |
|                       | E              | 1956               | 5                                      | 7,3                                |
|                       | F              | 1963               | 5-6                                    | 8,5                                |
|                       | G              | 1962               | 6                                      | 8,5                                |
|                       | H              | 1963               | 6                                      | 6                                  |
|                       | I              | 1960               | 7 à 10                                 | 10,8                               |
|                       | C              | 1969               | riche                                  | 10                                 |
| <b>Zone moyenne</b>   | K              | 1963               | 6,1                                    | 10                                 |
|                       | L              | 1961               | riche                                  | 10-11                              |

(1) Selon déclaration de l'exploitant.

TABLEAU 11

Densité du réseau routier, Gabon

(en km par 1.000 ha)

| Topographie du permis                         | N° du chantier          | Année de référence | Richesse de la forêt tonnes/ha (1) | Densité du réseau routier/1.000 ha |
|---|-------------------------|--------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Zone facile</b><br>(P) 2 <sup>e</sup> zone | 2                       | 1968               | 6,5                                | 4,8 + 4,5 piste tracteurs pneus    |
| <b>Zone moyenne</b>                           | 1 <sup>re</sup> zone    | 1963               | 9                                  | 9                                  |
|   | 1 <sup>re</sup> zone    | 1961               | 10                                 | 15,2                               |
|   | 2 <sup>e</sup> zone     | 1967               | 6,8                                | 10                                 |
|   | 2 <sup>e</sup> zone     | 1966               | 8                                  | 9,7                                |
|   | (P) 2 <sup>e</sup> zone | 7                  | 1968                               | 8                                  |
| (P) 3 <sup>e</sup> zone                       | 2                       | 1968               | 6,5                                | 4,1 + 8,2 piste tracteurs pneus    |
| <b>Zone difficile</b>                         | 1 <sup>re</sup> zone    | 1963               | 5                                  | 7-8                                |
|   | 2 <sup>e</sup> zone     | 1966               | 6                                  | 8,3                                |
|   | 2 <sup>e</sup> zone     | 1966               | 6                                  | 10,8                               |

(1) Selon déclaration de l'exploitant 1 tonne correspond ici à 1,63 m<sup>3</sup> d'Okoumé. En raison d'une production mélangée d'Okoumé et de Bois Divers, l'équivalence varie entre 1,5 et 1,6 m<sup>3</sup> pour une tonne.

Nous devons distinguer :

— Les relevés effectués jusqu'en 1967 inclusivement qui concernent une situation passée où le débardage était direct de la souche à bord route avec tracteurs à chenilles.

— Les relevés effectués en 1968 qui décrivent la situation actuelle.

Qu'il s'agisse de la Côte-d'Ivoire ou du Gabon, rappelons enfin que cette densité se rapporte à l'ensemble des routes construites dans la zone du

permis étudiée, à savoir : routes d'accès, routes principales et routes secondaires (ou pistes tracteurs sur pneus). Si on se réfère à certains chiffres,

l'intervention des routes principales sur la densité du réseau routier, serait de l'ordre de 20 à 30 % selon les cas.

### LARGEUR DES ROUTES FORESTIÈRES

Comme nous l'avons signalé dans le chapitre 2, la largeur des routes forestières est essentiellement fonction de l'importance du trafic qu'elles doivent supporter. La topographie du permis intervient aussi dans une certaine mesure, car plus le relief est accentué, plus le forestier a tendance à diminuer la largeur de la chaussée.

Les largeurs de plate-forme définies comme largeur de la chaussée plus largeur des accotements jusqu'au bord intérieur des fossés que nous avons relevés sur quelques chantiers forestiers ivoiriens et gabonais sont consignées dans les tableaux 12 et 13.

TABLEAU 12

*Largeur des plates-formes, Côte-d'Ivoire (mètres)*

| Topographie du permis | N° du chantier | Routes d'accès | Routes principales | Routes secondaires |
|-----------------------|----------------|----------------|--------------------|--------------------|
| Zone facile           | C              |                | 10                 | 6                  |
|                       | I              |                |                    | 6-7                |
|                       | J              |                | 8-10               |                    |
|                       | L              |                | 8                  | 4-6                |
|                       | N              | 10-12          | 8                  | 5-6                |

TABLEAU 13

*Largeur des plates-formes, Gabon (mètres)*

| Topographie du permis | N° du chantier | Routes d'accès | Routes principales | Routes secondaires |
|-----------------------|----------------|----------------|--------------------|--------------------|
| Zone facile           | 11             |                |                    | 6                  |
| Zone moyenne          | 4              |                |                    | 6-7                |
|                       | 2<br>3         |                | 8-10               | 7<br>6-7           |
| Zone difficile        | 3              |                | 8-10               |                    |

On peut noter que la largeur moyenne des différents types de routes est remarquablement constante d'un chantier à l'autre et même d'un pays à l'autre. Cette largeur moyenne est d'environ 6 m pour les routes secondaires, 9 m pour les routes principales et supérieure à 10 m pour les routes d'accès.

Nous ne possédons pas de chiffres concernant les épis ou les pistes de tracteurs articulés sur pneus, mais dans la plupart des cas, leur largeur correspond à celle d'une pelle de bulldozer soit 4,5 m.

### BESOINS EN HEURES DE TRACTEURS POUR LE DÉFORESTAGE ET LE TERRASSEMENT DES ROUTES.

Déforestation et terrassement constituent les postes clés de la mise en œuvre des routes forestières sur lesquelles les forestiers tropicaux portent beaucoup leur attention. Si une économie peut intervenir dans la construction du réseau routier, c'est surtout à ce niveau qu'elle se situe. Nos sources d'information concernant ces deux opérations sont donc plus abondantes tant en ce qui concerne le Gabon que la Côte-d'Ivoire. Nous possédons aussi quelques données relatives au Cameroun et à la République Centrafricaine.

Nous continuerons à conserver la distinction entre les deux grands pays précédents car, rappelons-le, les conditions de relief, de nature du terrain et de pluviométrie sont souvent très différentes ; différences qui subsistent jusqu'à la dénomination des zones. Une « zone facile » en Côte-d'Ivoire se situe dans une région au relief quasi

inexistant, au sol fréquemment latéritique et sur laquelle la pluviométrie annuelle atteint de 1.500 à 1.800 mm. La mise en œuvre d'une route n'y nécessitera que peu ou pas de terrassement et de matériaux d'apport. Au Gabon, sera considérée comme « zone facile » une région au relief ondulé mais peu marqué, ayant un sol argileux de bonne tenue avec présence de gisements latéritiques relativement rapprochés et présentant une hauteur de précipitations annuelles de l'ordre de 2.500 mm. Quel que soit le type de route envisagé, terrassement et souvent matériaux d'apport seront donc nécessaires. On trouvera en annexe, avec carte en courbes de niveau à l'appui, ce que nous avons appelé zone « facile », « moyenne », etc... (classification des terrains).

Les données recueillies sur les chantiers figurent dans les tableaux 14, 15 et 16. Les heures de trac-

teur nécessaires à la construction d'un kilomètre de route ont toujours été ramenées à l'engin choisi comme unité de référence, c'est-à-dire le D7 E Powershift 160 CV.

Ces données de chantiers sont obtenues de la façon suivante : on récapitule les heures d'engin (selon les horomètres) « consommées » pendant une période donnée ; on les répartit d'après les renseignements contenus dans les rapports de chantier, entre débardage, manutention des grumes et travaux routiers. Ce sont ces derniers chiffres qui sont reportés dans les tableaux ci-après et comparés au kilométrage de route produit.

La moyenne pondérée par zone tient compte du nombre de kilomètres de route effectué dans chaque chantier.

Les besoins en heures incluent donc toutes les opérations routières : nettoyage de l'emprise de la route après abattage pour éclaircissement, exécution des remblais pour passages de zones marécageuses quand il y en a, intervention des engins pour la construction des ponts réalisés à partir de ron-

dins... etc... Il s'agit donc bien de coûts : chaussée + ouvrages courants.

Ne sont pas compris les gros ouvrages (pont de plus de 15 m par exemple) qui nécessitent des travaux spéciaux et qui n'ont pas été inclus dans les relevés utilisés ici.

Nous pouvons constater sur ce tableau, comme d'ailleurs sur les tableaux suivants, que les chiffres en notre possession sont souvent fragmentaires, c'est-à-dire ne portent, pour un même chantier, (à une époque de référence donnée) que sur un type de route et non pas sur l'ensemble du réseau ou au contraire uniquement sur ce dernier sans distinction des types de routes. Cette lacune résulte d'un manque de renseignements au niveau des documents de chantiers qui ne nous a pas permis une analyse plus approfondie. Remarquons cependant une relative homogénéité des résultats d'un chantier à l'autre.

Pour définir ce que nous entendons au Gabon par zones faciles, moyennes et difficiles, nous demandons au lecteur de se reporter à l'Annexe I

TABEAU 14

*Besoins en heures d'engins, Côte-d'Ivoire*

(heures/km)

| Topographie du chantier              | N° du chantier  | Année (et nombre de mois) de référence                        | Routes d'accès | Routes principales | Routes secondaires | Epis pour camions            | Ensemble du réseau routier |
|--------------------------------------|---|---|----------------|--------------------|--------------------|------------------------------|----------------------------|
| Zone facile                          | B   | 1962-63 (17)  |                | 61                 | 19                 | 12                           | 30                         |
|                                      | C   | 1969 (6)<br>1968 (4)  |                |                    | 18<br>20           |                              |                            |
|                                      | D   | 1963 (11)   |                |                    |                    |                              | 49                         |
|                                      | F   | 1963 (12)   |                |                    |                    |                              | 41                         |
|                                      | G   | 1962 (12)   |                |                    |                    |                              | 26                         |
|                                      | I   | 1962 (12)<br>1960-61 (15)                                     |                |                    |                    | 25                           | 39<br>52,5                 |
|                                      | J   | 1969 (6)<br>1968-69 (12)<br>1968 (6)<br>1965 (12)<br>1965 (3) | 112<br>113     |                    | 53,4               | 43<br>39<br>35<br>36<br>29,5 | 43,3<br>52,6               |
|                                      | M   | 1962-63 (24)  |                |                    |                    |                              | 59                         |
|                                      | N   | 1968-69 (9)<br>1969 (6)                                       |                |                    | 32<br>36,3         |                              | 31                         |
|                                      | Etude générale sur les chantiers forestiers ivoiriens |   | 1962/63        |                    | 62,5               |                              | 15-20                      |
| Moyenne pondérée sur les 9 chantiers |   |   | 113            | 50,6               | 31                 | 12                           | 43,3                       |

TABLEAU 15

Besoins en heures d'engins, Gabon (heures/km)

| Topographie du chantier                    | N° du chantier | Année (et nombre de mois) de référence              | Routes accès | Routes principales | Routes secondaires | Epis ou pistes pour tracteurs à pneus | Ensemble du réseau routier |       |
|--|----------------|---|--------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|----------------------------|-------|
| <b>Zone facile</b>                         |                |   |              |                    |                    |                                       |                            |       |
| 1 <sup>re</sup> zone                       | 10             | 1962 (12)   |              |                    |                    |                                       | 65                         |       |
|  |                | 1959 (12)   |              |                    |                    |                                       | 80                         |       |
| 1 <sup>re</sup> zone                       | 11             | 1964 (12)   |              |                    |                    |                                       | 62                         |       |
| 2 <sup>e</sup> zone                        | 2              | 1970 (12)   |              |                    |                    | 14-16                                 | 96                         |       |
|  |                | 1971 (12)   |              | 125                | 70                 | 20                                    | 96                         |       |
|  |                | 1967-68 (23)  |              |                    |                    |                                       |                            |       |
| Moyenne pondérée sur l'ensemble de la zone |                |   |              | 125                | 70                 | 18,5                                  | 85,6                       |       |
| <b>Zone moyenne</b>                        |                |   |              |                    |                    |                                       |                            |       |
| 2 <sup>e</sup> zone                        | 7              | 1968 (4)  |              |                    |                    | 33,8                                  | 115                        |       |
|  |                | 1967-68 (15)  |              |                    |                    | 40,5                                  | 127                        |       |
|  |                | 1967 (11)   |              |                    |                    | 47                                    | 134,7                      |       |
|  |                | 1967 (9)  |              | 134                | 92                 | 42                                    |                            |       |
|  |                | 1967 (6)  | 180          | 155                | 105                | 35                                    |                            |       |
| 2 <sup>e</sup> zone                        | 3              | 1966 (12)   |              |                    |                    |                                       | 137                        |       |
| 2 <sup>e</sup> zone                        | 5              | 1968 (9)  |              | 144                |                    |                                       |                            |       |
|  |                |   |              | 114                |                    |                                       |                            |       |
|  |                |   |              | 169                |                    |                                       |                            |       |
| 2 <sup>e</sup> zone                        | 12             | 1967 (12)   |              |                    |                    |                                       | 166                        |       |
|  |                | 1971 (12)   |              |                    |                    |                                       |                            |       |
|  |                | 1971 (10)   | 270          | 139                |                    |                                       |                            |       |
| 1 <sup>re</sup> zone                       | 4              | 1961 (7)  |              |                    |                    |                                       | 126,5                      |       |
| 2 <sup>e</sup> zone                        | 2              | 1968 (12)   |              |                    |                    |                                       | 115                        |       |
| 3 <sup>e</sup> zone                        | 6              | 1965-66 (12)  |              |                    |                    |                                       | 167                        |       |
| 2 <sup>e</sup> zone                        | 13             | 1970  |              |                    |                    | 40                                    |                            |       |
| 2 <sup>e</sup> zone                        |                | 1969  |              | 150                | 110                | 30                                    |                            |       |
|  |                | Etude Générale d'exploitation liée au Chemin de fer |              |                    |                    |                                       |                            |       |
| Moyenne pondérée sur l'ensemble de la zone |                |   |              | 252                | 140                | 100                                   | 40                         | 134,5 |
| <b>Zone difficile</b>                      |                |   |              |                    |                    |                                       |                            |       |
| 2 <sup>e</sup> zone                        | 8              | 1967 (6)  |              |                    |                    | 36                                    | 235                        |       |
|  |                | 1965 (12)   |              |                    |                    |                                       | 173                        |       |
| 2 <sup>e</sup> zone                        | 3              | 1963 (12)   |              |                    |                    |                                       | 173                        |       |
| 2 <sup>e</sup> zone                        | 5              | 1968 (9)  |              |                    |                    |                                       | 197                        |       |
|  |                | 1966 (12)   |              |                    |                    |                                       | 197                        |       |
| 2 <sup>e</sup> zone                        | 2              | 1968 (12)   |              |                    |                    |                                       | 156-200                    |       |
| 2 <sup>e</sup> zone                        |                | 1969  |              | 220                | 180                | 40                                    |                            |       |
|  |                | Etude Générale d'exploitation liée au Chemin de fer |              |                    |                    |                                       |                            |       |
| Moyenne pondérée sur l'ensemble de la zone |                |   |              |                    |                    |                                       | 185,6                      |       |

TABLEAU 15 A

Comparaison des besoins en heures d'engins pour les zones considérées, Gabon (heures/km)

| Topographie            | Routes d'accès | Routes principales | Routes secondaires | Pistes tracteurs à pneus | Ensemble réseau routier |
|------------------------|----------------|--------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|
| Zones faciles .....    |                | 125                | 70                 | 18,5                     | 85,6                    |
| Zones moyennes .....   | 252            | 140                | 100                | 40                       | 134,5                   |
| Zones difficiles ..... |                |                    |                    |                          | 185,6                   |

qui définit, à l'aide de cartes en courbes de niveau, les types de terrains classés dans ces trois catégories.

Si nous récapitulons les moyennes pondérées obtenues pour chacune des zones, nous obtenons :

Malgré des données toujours fragmentaires, nous avons là aussi une bonne homogénéité des résultats

à l'intérieur de chacune des zones. Les besoins en heures de tracteurs croissent régulièrement avec l'importance du type de route et les difficultés du terrain considérées.

Les chiffres retenus pour les zones faciles sont environ le double de ceux obtenus pour les chantiers de Côte-d'Ivoire. Ceci s'explique par les diffé-

TABLEAU 16

*Besoins en heures d'engins, Cameroun et République Centrafricaine (heures/km)*

| Topographie du chantier | Année (et nombre de mois) de référence | Routes principales | Routes secondaires | Epis ou pistes | Ensemble du réseau routier |
|-------------------------|--|--------------------|--------------------|----------------|----------------------------|
| <b>CAMEROUN</b>         |  |                    |                    |                |                            |
| Zone facile .....       | 1969 (12)                              | 56,4               | 32,8               | 10,6           | 46,8                       |
|                         | 1969 (2)                               |                    |                    |                |                            |
| Zone moyenne .....      | 1968 (12)                              | 100                | 65                 |                | 61,8                       |
|                         | 1969 (4)                               |                    |                    |                |                            |
| <b>R. C. A.</b>         |  |                    |                    |                |                            |
| Zone facile .....       | 1970 (12)                              |                    |                    |                | 43                         |

*Piste pour tracteurs à pneus.*



rences de terrain déjà signalées mais peut-être aussi, dans une certaine mesure, par la plus grande ancienneté d'une partie des sources d'information ivoiriennes qui sous-entendent des caractéristiques moins élaborées du réseau routier.

Nous possédons quelques données recueillies au

Cameroun et en R. C. A., elles sont récapitulées dans le tableau 16.

On peut remarquer, malgré le nombre restreint de données réunies que les besoins en matériel, pour des zones correspondantes, sont très comparables à ceux de la Côte-d'Ivoire.

#### BESOINS EN HEURES DE NIVELEUSE POUR LE NIVELLEMENT ET LA MISE EN FORME D'UNE ROUTE FORESTIÈRE.

Les chiffres que nous avons pu recueillir à ce sujet sont relativement peu nombreux car l'estimation précise des éléments de ce poste n'existe que dans un nombre restreint d'exploitations forestières. D'autre part, il s'agit dans tous les cas de données globales, c'est-à-dire, un nombre d'heures de niveleuse consommées dans l'année par rapport au kilométrage total construit pendant cette même période. Ceci explique que nous ayons été dans l'impossibilité de ventiler les besoins en fonction des différents types de route. Remarquons également que la plupart de ces chiffres contiennent

un certain pourcentage de temps, consacré à l'entretien des routes existantes et qu'il est très difficile d'estimer.

Dans la pratique, il faudrait donc certainement retenir des chiffres légèrement inférieurs à ceux qui figurent dans les tableaux 17 et 18.

La seule conclusion que l'on puisse formuler à la lecture de ces tableaux est que les besoins en heures de niveleuse pour mettre en forme un kilomètre de route forestière sont, au Gabon, environ le double de ceux de Côte-d'Ivoire.

TABLEAU 17

*Besoins en heures de niveleuse pour la mise en forme d'une route forestière, Côte-d'Ivoire (heures/km)*

| Topographie du chantier                             | N° du chantier | Année (et nbre de mois) de référence | Ensemble du réseau routier |
|---|----------------|--------------------------------------|----------------------------|
| Zone facile   | A              | 1959 (12)                            | 10                         |
|   | B              | 1963 (12)                            | 9,7                        |
|   | F              | 1962-63 (12)                         | 17,7                       |
|   | H              | 1963 (12)                            | 12,5                       |
|   | J              | 1969 (12)<br>1965 (12)               | 16,9<br>9                  |
|   |                | 1968-69 (12)                         | 20                         |
| Moyenne pondérée sur l'ensemble des chantiers ..... |                |                                      | 13,7                       |

TABLEAU 18

*Besoins en heures de niveleuse pour la mise en forme d'une route forestière, Gabon (heures/km)*

| Topographie du chantier                             | N° du chantier | Année (et nbre de mois) de référence | Ensemble du réseau routier |
|---|----------------|--------------------------------------|----------------------------|
| Zone moyenne  | 6              | 1966 (12)                            | 33                         |
|   | 7              | 1966-68 (23)                         | 24                         |
|   |                | 1967 (5)                             | 34,5                       |
|   |                | 1968 (9)                             | 39,1                       |
| Zone difficile                                      | 14             | 1971 (3)                             | 37,8                       |
|   | 3              | 1966 (12)                            | 38,4                       |
|   | 8              | 1965 (12)                            | 38,2                       |
| Moyenne pondérée sur l'ensemble des chantiers ..... |                |                                      | 30,7                       |

## 6. — SYNTHÈSE DES RÉSULTATS ET PRIX DE REVIENT DES ROUTES

Rappelons que les prix indiqués ici sont exprimés en francs CFA. 1 F français = 50 francs CFA. 1 US \$ = 250 francs CFA.

Dans les chapitres 4 et 5, nous avons examiné les coûts de base du personnel et des matériels

nécessaires à la construction du réseau routier, ainsi que les données de terrain disponibles se rapportant aux besoins en heures d'engins des diverses opérations de mise en œuvre des différents types de route en fonction du terrain. Ces documents



nous permettent d'estimer le coût de chacune des opérations de construction du réseau routier, puis d'en déduire le prix de revient total du kilomètre de route forestière.

Il s'agira, comme précédemment signalé, de prix de revient « secs » estimés à partir de coûts directs ne faisant intervenir ni frais généraux, ni dépenses d'encadrement, ni, bien entendu, bénéfices d'exploitation. Tous les prix sont exprimés en F CFA.

Les principales opérations intervenant dans le coût de construction d'une route forestière sont les suivantes :

- Recherche du tracé.
- Déforestation et terrassement.
- Ensoleillement latéral.
- Nivellement et mise en forme.
- Latéritage de la chaussée.
- Compactages.
- Petits ponts, petits ouvrages, buses, dalots, etc...
- Interventions manuelles pour finitions.

Nous avons déjà dit que les interventions des engins pour la réalisation des ouvrages étaient incluses dans la rubrique « terrassement ».

### COÛT DE LA RECHERCHE DU TRACÉ

Le coût de cette opération, qui concerne essentiellement le travail de l'équipe d'exécution nécessaire à la reconnaissance sur le terrain du tracé provisoire et à la matérialisation du tracé définitif par un layon, a été déterminé de façon globale d'après les renseignements fournis, en fonction de leur expérience, par les exploitants forestiers.

On peut estimer qu'une équipe de 5 manœuvres plus 1 chef d'équipe, consacre la moitié de son temps de travail annuel à la recherche de 50 km de tracés routiers.

Le prix de revient de cette équipe par kilomètre de tracé est de :

Côte-d'Ivoire :

$$\frac{(112.000 \times 5) + 206.000}{2 \times 50} = 7.600 \text{ F CFA/km.}$$

Gabon :

$$\frac{(210.000 \times 5) + 375.000}{2 \times 50} = 14.250 \text{ F CFA/km.}$$

En tenant compte d'une proportion de 30 % de routes principales, dont la recherche du tracé coûte deux fois plus cher que celle des routes

secondaires et de dépenses diverses, en particulier de petit matériel topographique, on aboutit à un prix de revient total du km de tracé par types de routes égal à :

|               |   |                               |
|---------------|---|-------------------------------|
| Côte-d'Ivoire | { | Routes principales : 15.000 F |
|               |   | Routes secondaires : 10.000 F |
| Gabon         | { | Routes principales : 25.000 F |
|               |   | Routes secondaires : 15.000 F |

Une décomposition plus poussée, outre sa difficulté par manque d'éléments de référence, ne nous aurait certainement pas donné une plus grande précision.

Cette dépense, peu élevée, ne tient pas compte, rappelons-le, de l'intervention des équipes de prospection, comptabilisée dans d'autres dépenses du chantier, qui fournissent des indications fondamentales sur les tracés. Elle ne tient pas compte non plus de l'intervention — onéreuse — du chef d'exploitation ou de l'agent routier, qui a la responsabilité de l'étude du tracé. Leur prix de revient est compté dans les dépenses de structure de l'exploitation et il serait difficile — et illusoire — de distinguer le temps passé aux routes.

### COÛT DU DÉFORESTAGE ET DU TERRASSEMENT

Ces deux postes, constituant l'essentiel de la mise en œuvre d'une route forestière, ne consomment que des heures de tracteur à chenilles de type D7 E Powershift, défini comme unité de référence. Le nombre d'heures nécessaire évolue, bien évidemment, en fonction du terrain et du type de route à ouvrir. Les divers prix de revient kilométriques en Côte-d'Ivoire et au Gabon sont résumés dans les tableaux 19 et 20.

Rappelons que le coût horaire du D7 E Powershift a été évalué à 5.255 F CFA en Côte-d'Ivoire et 5.615 F CFA au Gabon.

On pourrait s'étonner que les heures de D7 17 A, D7 47 A, D8 H employés au déforestation et au terrassement sur les différents chantiers, aient été converties en heures de tracteur D7 E Powershift 160 CV, alors que le prix de revient horaire retenu pour le calcul des dépenses de

TABLEAU 19

Coût kilométrique du déforestation et du terrassement, Côte-d'Ivoire, F CFA

| Topographie | Routes d'accès         | Routes principales    | Routes secondaires    | Epis routiers        |
|-------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| Zone facile | 115 h<br>604.325 F CFA | 55 h<br>289.025 F CFA | 35 h<br>183.925 F CFA | 15 h<br>78.825 F CFA |

TABLEAU 20

Coût kilométrique du déforestation et du terrassement, Gabon, F CFA

| Topographie    | Routes d'accès               | Routes principales       | Routes secondaires     | Pistes                |
|----------------|------------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|
| Zone facile    | 200 h (1)<br>1.123.000 F CFA | 125 h<br>701.875 F CFA   | 70 h<br>393.050 F CFA  | 20 h<br>112.300 F CFA |
| Zone moyenne   | 250 h<br>1.403.750 F CFA     | 150 h<br>842.250 F CFA   | 110 h<br>617.650 F CFA | 40 h<br>224.600 F CFA |
| Zone difficile | 300 h (1)<br>1.684.500 F CFA | 220 h<br>1.235.300 F CFA | 150 h<br>842.250 F CFA | 50 h<br>280.750 F CFA |

(1) Estimé.

routes correspond à celui du D7 E Powershift 180 CV.

La productivité de ce dernier tracteur est légèrement supérieure à celle du modèle 160 CV, mais outre que la précision du prix de revient ne s'en trouve pas affectée, nous pouvons estimer que cette légère différence compense une meilleure qualité des routes actuellement construites.

#### COÛT DE L'ENSOLEILLEMENT LATÉRAL

Nous avons estimé, au chapitre 3, le rendement journalier d'une équipe-scie entre 50 et 75 m de route. Nous retiendrons le premier de ces chiffres comme correspondant aux routes du Gabon, le second comme celui des routes d'accès et principales ivoiriennes. Le coût journalier d'une équipe-scie (cf. chapitre 4) étant de 3.760 F en Côte-d'Ivoire et de 4.460 F au Gabon, le prix de revient de l'ensevelissement latéral par kilomètre de route, dans ces deux pays, sera de :

Côte-d'Ivoire :

$$\frac{3.760 \times 1.000}{75} = 50.133 \text{ F CFA}$$

Gabon :

$$\frac{4.460 \times 1.000}{50} = 89.200 \text{ F CFA}$$

#### COÛT DU NIVELLEMENT ET DE LA MISE EN FORME

(Y compris l'épandage des matériaux d'amélioration)

Les prix de revient du nivellement par kilomètre de route, en Côte-d'Ivoire et au Gabon sont donnés dans le tableau 21. Le prix horaire moyen de la niveleuse CAT 120 retenu, pour ces deux pays, est respectivement de 2.560 et 2.870 F CFA.

TABLEAU 21

Coût kilométrique du nivellement et de la mise en forme, F CFA

| Pays                             | Routes d'accès<br>Routes principales | Routes secondaires   |
|----------------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Côte-d'Ivoire<br>(2.560 F CFA/h) | 20 h<br>51.200 F CFA                 | 10 h<br>25.600 F CFA |
| Gabon<br>(2.870 F CFA/h)         | 40 h<br>114.800 F CFA                | 25 h<br>71.750 F CFA |

## CÔÛT DU LATÉRITAGE DE LA CHAUSSÉE

Le prix de revient du latérillage d'une route forestière dépend, d'une part, du coût du m<sup>3</sup> de latérite extrait et transporté et, d'autre part, du nombre de m<sup>3</sup> de latérite épandu par kilomètre de route en fonction de la nature du sol.

Le coût de la découverte de la carrière et de l'extraction du matériau sera estimé globalement à 30 F CFA/m<sup>3</sup>. Le chargement sur chargeur sur pneus type CAT 966 C sera effectué avec un rendement moyen de 50 m<sup>3</sup> à l'heure. En reprenant le coût horaire moyen défini au chapitre 4, le prix de revient de l'extraction d'un m<sup>3</sup> de matériau foisonné sera de :

Côte-d'Ivoire :

$$\frac{4.420}{50} = 88,4 \text{ F CFA/m}^3$$

Gabon :

$$\frac{4.635}{50} = 92,7 \text{ F CFA/m}^3$$

D'autre part, nous relierons respectivement, pour ces deux pays, une distance moyenne de transport de 5 à 10 km sur camions-bennes type 19 T PTC, chargés à 6 m<sup>3</sup>. Le prix du transport par m<sup>3</sup> de matériau foisonné s'établit donc à :

Côte-d'Ivoire :

$$\frac{5 \times 2 \times 129}{6} = 215 \text{ F CFA/m}^3$$

Gabon :

$$\frac{10 \times 2 \times 134}{6} = 446,6 \text{ F CFA/m}^3$$

Il résulte des éléments ci-dessus un coût total du m<sup>3</sup> de matériau foisonné, indiqué dans le tableau 22.

TABLEAU 22

*Prix de revient du m<sup>3</sup> de matériau foisonné, F CFA*

| Opérations  | Côte-d'Ivoire | Gabon     |
|---|---------------|-----------|
| Découverte de la carrière et extraction .....                     | 30            | 30        |
| Chargement au CAT 966 C 50 m <sup>3</sup> /h .....                | 88,4          | 92,7      |
| Transport : 6 m <sup>3</sup> pour un véhicule-benne type 19 t PTC |               |           |
| — 5 km .....  | 215,0         |           |
| — 10 km .....   |               | 446,6     |
| TOTAL .....   | 333,4         | 569,3     |
| Arrondi à .....   | 333 F CFA     | 569 F CFA |

Comme nous l'avons dit dans le chapitre 3, le volume de matériau d'apport indispensable à la stabilisation d'une route forestière évolue entre 400 et 1.000 m<sup>3</sup> au kilomètre de chaussée. Dans ce calcul de prix de revient, nous admettrons, pour le Gabon, un volume moyen de latérite par kilomètre de 800 m<sup>3</sup> pour les routes d'accès, 600 m<sup>3</sup> pour les routes principales et 400 m<sup>3</sup> pour les routes secondaires lorsqu'elles sont latéritées. Les terrains naturellement latéritiques étant beaucoup plus fréquents en Côte-d'Ivoire, nous considérerons que des volumes inférieurs de moitié à ceux du Gabon peuvent être retenus.

Le coût du latérillage proprement dit est donné par le tableau 23.

TABLEAU 23

*Coût du latérillage par kilomètre de chaussée, F CFA*

| Pays                | Route d'accès                       | Route principale                    | Route secondaire latéritée          |
|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Gabon .....         | 800 m <sup>3</sup><br>455.200 F CFA | 600 m <sup>3</sup><br>341.400 F CFA | 400 m <sup>3</sup><br>227.600 F CFA |
| Côte-d'Ivoire ..... | 400 m <sup>3</sup><br>133.200 F CFA | 300 m <sup>3</sup><br>99.900 F CFA  | 200 m <sup>3</sup><br>66.600 F CFA  |

## CÔÛT DES TRAVAUX DIVERS

Dans cette rubrique sont compris le personnel et le petit matériel effectuant les travaux annexes tels que construction des petits ouvrages (buses,

ponceaux, dalots, améliorations de fossés), ainsi que les travaux de compactage. Soulignons que les dépenses d'intervention des engins lors de la



TABLEAU 24

Coût estimatif des travaux divers par km de route F CFA

| Topographie          | Routes d'accès |         | Routes principales |        | Routes secondaires |        |
|----------------------|----------------|---------|--------------------|--------|--------------------|--------|
|                      | Gabon          | C. I.   | Gabon              | C. I.  | Gabon              | C. I.  |
| Zone facile .....    | 150.000        | 100.000 | 100.000            | 70.000 | 70.000             | 50.000 |
| Zone moyenne ...     | 170.000        |         | 120.000            |        | 80.000             |        |
| Zone difficile. .... | 200.000        |         | 150.000            |        | 90.000             |        |

TABLEAU 25

Prix de revient total du km de route forestière, Côte d'Ivoire, F CFA

| Opérations                         | Routes d'accès | Routes principales | Routes secondaires latéritées | Routes secondaires non latéritées | Epis   |
|------------------------------------|----------------|--------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Recherche du tracé.....            | 15.000         | 15.000             | 10.000                        | 10.000                            | P. M.  |
| Déforestation et terrassement..... | 604.300        | 289.000            | 183.900                       | 183.900                           | 78.800 |
| Ensoleillement latéral.....        | 50.100         | 50.100             | —                             | —                                 | —      |
| Nivellement et mise en forme.....  | 51.200         | 51.200             | 25.600                        | 25.600                            | —      |
| Latéritage de la chaussée.....     | 133.200        | 99.900             | 66.600                        | —                                 | —      |
| Travaux divers.....                | 100.000        | 70.000             | 50.000                        | 50.000                            | —      |
| Coût kilométrique total.....       | 953.800        | 575.200            | 336.100                       | 269.500                           | 78.800 |
| Arrondi à.....                     | 950.000        | 580.000            | 340.000                       | 270.000                           | 80.000 |

TABLEAU 26

Prix de revient total du km de route forestière, Gabon, F CFA

| Opérations                        | Routes d'accès | Routes principales | Routes secondaires latéritées | Routes secondaires non latéritées | Pistes tracteurs pneus |
|-----------------------------------|----------------|--------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| Recherche du tracé.....           | 25.000         | 25.000             | 15.000                        | 15.000                            | P. M.                  |
| Déforestation et terrassement :   |                |                    |                               |                                   |                        |
| ● zone facile.....                | 1.123.000      | 701.875            | 393.050                       | 393.050                           | 112.300                |
| ● zone moyenne.....               | 1.403.750      | 842.250            | 617.650                       | 617.650                           | 224.600                |
| ● zone difficile.....             | 1.684.500      | 1.235.300          | 842.250                       | 842.250                           | 280.750                |
| Ensoleillement latéral.....       | 89.200         | 89.200             | 89.200                        | 89.200                            | —                      |
| Nivellement et mise en forme..... | 114.800        | 114.800            | 71.750                        | 71.750                            | —                      |
| Latéritage de la chaussée.....    | 455.200        | 341.400            | 227.600                       | —                                 | —                      |
| Travaux divers :                  |                |                    |                               |                                   |                        |
| ● zone facile.....                | 150.000        | 100.000            | 70.000                        | 70.000                            | —                      |
| ● zone moyenne.....               | 170.000        | 120.000            | 80.000                        | 80.000                            | —                      |
| ● zone difficile.....             | 200.000        | 150.000            | 90.000                        | 90.000                            | —                      |
| Coût kilométrique total :         |                |                    |                               |                                   |                        |
| ● zone facile.....                | 1.957.200      | 1.372.275          | 866.600                       | 639.000                           | 112.300                |
| ● zone moyenne.....               | 2.257.950      | 1.532.650          | 1.101.200                     | 873.600                           | 224.600                |
| ● zone difficile.....             | 2.568.700      | 1.955.700          | 1.335.800                     | 1.108.200                         | 280.750                |
| Arrondi à :                       |                |                    |                               |                                   |                        |
| ● zone facile.....                | 1.960.000      | 1.370.000          | 870.000                       | 640.000                           | 110.000                |
| ● zone moyenne.....               | 2.260.000      | 1.530.000          | 1.100.000                     | 870.000                           | 220.000                |
| ● zone difficile.....             | 2.570.000      | 1.960.000          | 1.340.000                     | 1.110.000                         | 280.000                |

construction des ponts ont été comprises dans le paragraphe coût du déforestation et du terrassement. En l'absence de données disponibles chez les exploitants forestiers, nous ne pouvons donner

qu'une estimation globale du coût de ces travaux divers par kilomètre de route, en fonction du relief et de la nature du terrain. Cette estimation est fournie par le tableau 24.

### PRIX DE REVIENT RÉCAPITULATIF DU RÉSEAU ROUTIER

Compte-tenu des éléments des paragraphes précédents, nous pouvons désormais estimer le coût total par kilomètre des quatre principaux types de route constituant un réseau routier d'exploitation forestière en forêt dense tropicale. Ce prix de revient total est donné dans le tableau 25 pour la Côte-d'Ivoire, et le tableau 26 pour le Gabon.

Le prix de revient d'un kilomètre de route forestière varie donc de façon importante (de 270.000 à 950.000 F CFA en Côte-d'Ivoire et de 640.000 à 2.570.000 F CFA au Gabon), suivant les caractéristiques de la route et du terrain sur lequel elle est construite. N'oublions pas cependant qu'il s'agit toujours de chiffres moyens pouvant eux-mêmes fortement évoluer en fonction de l'organi-

sation interne des sociétés et des zones d'exploitation considérées.

Le tableau 27 résume les prix de revient kilométriques des routes forestières ivoiriennes et gabonaises.

Entre zones faciles ivoiriennes et gabonaises, le prix de revient du km de route passe de 1 à plus de 2. Ceci s'explique par les différences de relief que recouvre une même appellation de zone et qu'on peut constater sur les cartes de l'Annexe I mais aussi par de moins bonnes qualités de terrain et un régime pluviométrique plus élevé. Sauf en quelques endroits bien limités, la « zone facile » telle qu'elle existe en Côte-d'Ivoire n'est pas représentée au Gabon.

TABLEAU 27

Récapitulation du prix de revient du km de route forestière en Côte d'Ivoire et au Gabon, F CFA

| Pays et topographie   | Routes d'accès | Routes principales | Routes secondaires latéritées | Routes secondaires non latéritées | Epis ou pistes tracteurs |
|-----------------------|----------------|--------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| <i>Côte d'Ivoire</i>  |                |                    |                               |                                   |                          |
| ● zone facile.....    | 950.000        | 580.000            | 340.000                       | 270.000                           | 80.000                   |
| <i>Gabon</i>          |                |                    |                               |                                   |                          |
| ● zone facile.....    | 1.960.000      | 1.370.000          | 870.000                       | 640.000                           | 110.000                  |
| ● zone moyenne.....   | 2.260.000      | 1.530.000          | 1.100.000                     | 870.000                           | 220.000                  |
| ● zone difficile..... | 2.570.000      | 1.960.000          | 1.340.000                     | 1.110.000                         | 280.000                  |

## 7. — CONCLUSIONS

Tout au long de cette étude, nous nous sommes efforcés de définir et d'analyser les opérations de construction des différents types de routes forestières, ainsi que les moyens qu'elles réclament et les prix de revient qui en découlent.

En conséquence, il nous paraît utile, au terme de ce rapport, de rappeler ou de souligner les principales lignes ou idées ayant présidé à l'élaboration de ce texte.

La création du réseau routier est un élément capital de l'exploitation forestière en forêt dense tropicale, tant en ce qui concerne le prix de revient des bois (dont il représente jusqu'à 30 % du coût départ chantier) qu'en raison de sa nécessité vitale pour l'évacuation des bois jusqu'aux lieux d'utilisation ou de rupture de charge. Il n'est d'ailleurs pas rare d'entendre dire que l'exploitation forestière est avant tout un chantier de travaux publics.

Travaux publics certes, mais ayant leurs caractères bien définis et bien spécifiques, car le trafic forestier est toujours réduit, semi-permanent ou permanent, et s'adressant à des véhicules lourds circulant en charge dans un sens privilégié.

Le souci de répondre aux besoins précédents et les conditions d'amortissement sur un volume de bois limité font, qu'à la différence des réseaux routiers publics, le réseau routier d'exploitation forestière résultera d'un compromis entre les meilleures caractéristiques des chaussées et le prix de revient le plus économique. Il sera donc toujours construit dans un souci d'économie relative qui impose deux impératifs :

— Utilisation maximale du sol naturel et son amélioration par une seule couche de matériaux d'apport.

— Choix d'un tracé en plan « suivant le terrain », c'est-à-dire voisin de celui des courbes de niveau.

Les routes forestières s'amortissent sur un volume de bois limité car l'exploitant qui les construit doit les amortir sur la seule coupe qu'il effectue à l'avancement dans un permis. Ensuite, il abandonne ses routes. Quand une exploitation ultérieure a lieu, souvent effectuée par une autre entreprise, le réseau routier est repris, remis en état et complété. Les dépenses effectuées alors n'entrent pas dans le cadre de la présente étude.

Après avoir examiné ces traits marquants du réseau routier forestier, nous avons pu essayer de classer les principaux types de routes qui les composent, en fonction du volume de transport que chacune d'elles doit supporter et d'en définir les caractéristiques.

Nous nous sommes limités à 4 types : les routes d'accès ou de liaison, les routes principales internes au chantier, les routes secondaires et les épis forestiers ou les pistes pour tracteurs sur pneus.

Puis, nous avons abordé le déroulement des diverses opérations de mise en œuvre sous l'angle des matériels auxquels elles font appel. Ceux-ci sont tous d'origine « Travaux Publics » et le bulldozer sur chenilles est largement le plus utilisé. En effet, l'opération de déforestation et de terrassement, qui consiste à éliminer la forêt de l'assiette de la route et à effectuer des transports de terre, et pour laquelle le tracteur à chenilles est seul employé, représente selon les cas de 50 à 70 % du prix de revient de la construction de la route. La seconde opération de mise en œuvre d'importance se rapporte à l'extraction, le transport et l'épandage de matériaux d'amélioration de la chaussée. Cet apport de matériau représente un volume non négligeable de 400 à 1.000 m<sup>3</sup> par kilomètre de chaussée, et intervient de façon sensible, 10 à 25 %

selon les cas, dans le prix de revient de la route, et est indispensable à la durée de vie de la route si le terrain est de qualité insuffisante.

Le quatrième chapitre a été consacré à l'estimation des coûts horaires ou journaliers du personnel et du matériel intervenant dans la construction du réseau. Tous ces coûts sont valables en mai 1972 et ont été établis à partir des prix effectivement payés par les forestiers au commerce local. De même, les coûts du personnel d'exécution ont été déterminés suivant les salaires effectivement versés par les sociétés d'exploitation et non pas en fonction des salaires minima fixés par les conventions collectives.

Nous avons ensuite procédé à l'exposé des données de terrain nous permettant de déterminer la densité des réseaux routiers, la largeur des différentes voies et le nombre d'heures d'engins nécessaires aux opérations de mise en œuvre. Toutes nos informations proviennent de l'analyse de monographies de chantiers basées sur les documents mensuels établis par les exploitants. Les chiffres que nous indiquons ne sont donc que des moyennes pour une période donnée, moyennes réalisées sur un terrain connu au niveau de la zone où l'activité du chantier s'est exercée pendant cette période.

Nous avons d'autre part classé ces données en 4 catégories, selon les conditions d'exploitation et de relief rencontrées. Mais les conditions de chacune de ces zones représentent elles-mêmes des moyennes, et en particulier, lorsque nous parlons de région difficile, ce n'est pas la plus difficile. Les difficultés rencontrées dans des zones telles que les Monts de Cristal au Gabon sont supérieures à celles décrites dans notre exposé.

Enfin, la connaissance des coûts de base du personnel et du matériel d'une part, et celle des besoins en heures d'engins des différentes opérations de mise en œuvre d'autre part, nous ont permis d'estimer, pour chacun des types de routes, le prix de revient au kilomètre des opérations de mise en œuvre tout d'abord, puis le prix de revient récapitulatif du kilomètre de route ouvert. Ces prix de revient ne concernent que des routes construites « en régie » par l'exploitant pour ses propres besoins et ne comportent que des coûts directs ne faisant intervenir ni frais généraux, ni dépenses d'encadrement, ni bénéfices d'exploitation.

Rappelons à nouveau que tous les chiffres cités dans ce rapport ne correspondent qu'à des moyennes pouvant largement évoluer en fonction de l'organisation du chantier, de la zone à exploiter et de la nature du terrain. Il faut donc en vérifier la valeur dans chaque cas particulier et il serait dangereux de tirer des conclusions hâtives ou définitives.



*Pont et route à flanc de coteau.*

## ANNEXE I

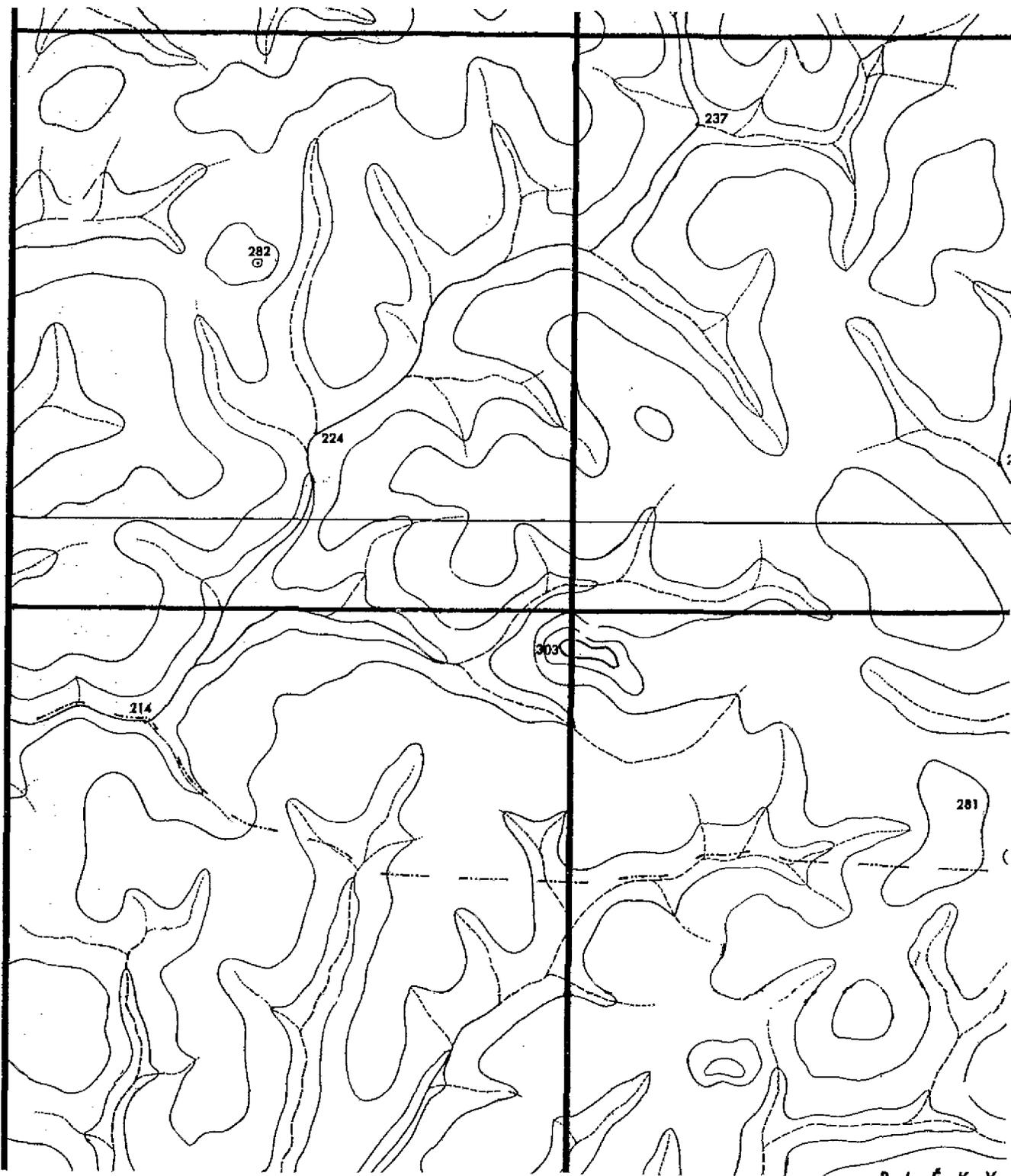
### TOPOGRAPHIE DES ZONES FORESTIÈRES

Cette annexe comporte 4 cartes, à l'échelle de 1/50.000, correspondant aux 4 zones topographiques retenues dans cette étude et permettant de les visualiser. L'équidistance des courbes est de 20 m.

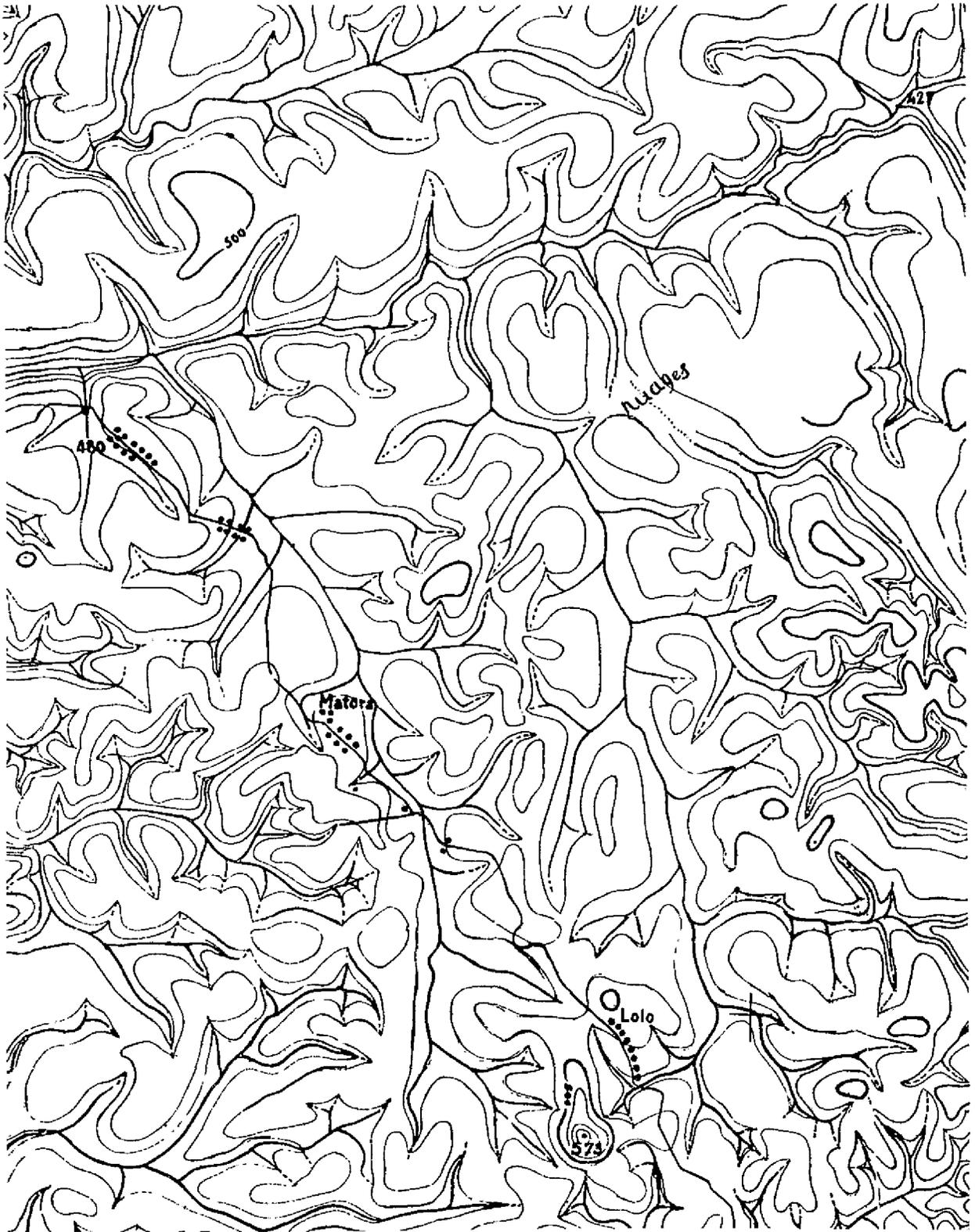
— La zone facile de Côte-d'Ivoire est représentée par une carte de permis forestier situé au Nord-Ouest de Daloa.

— Les zones faciles, moyennes et difficiles du Gabon sont figurées par des cartes de la seconde zone forestière situées dans la région de Mitzié.

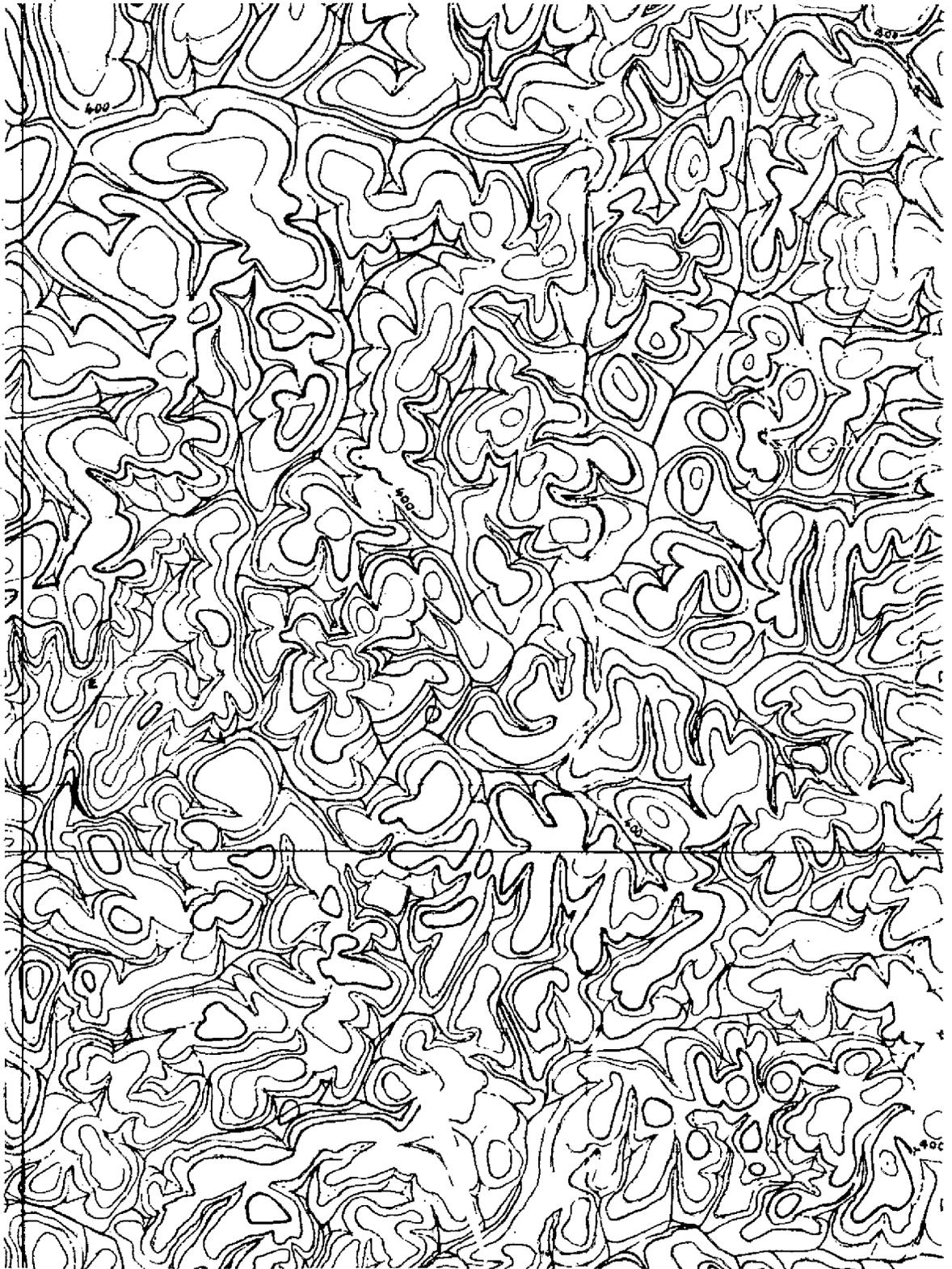
Le type de zone difficile retenu ne correspond pas aux conditions existantes d'exploitation les plus difficiles qui se situent dans la région des Monts de Cristal et dont nous joignons également une carte à titre d'exemple.



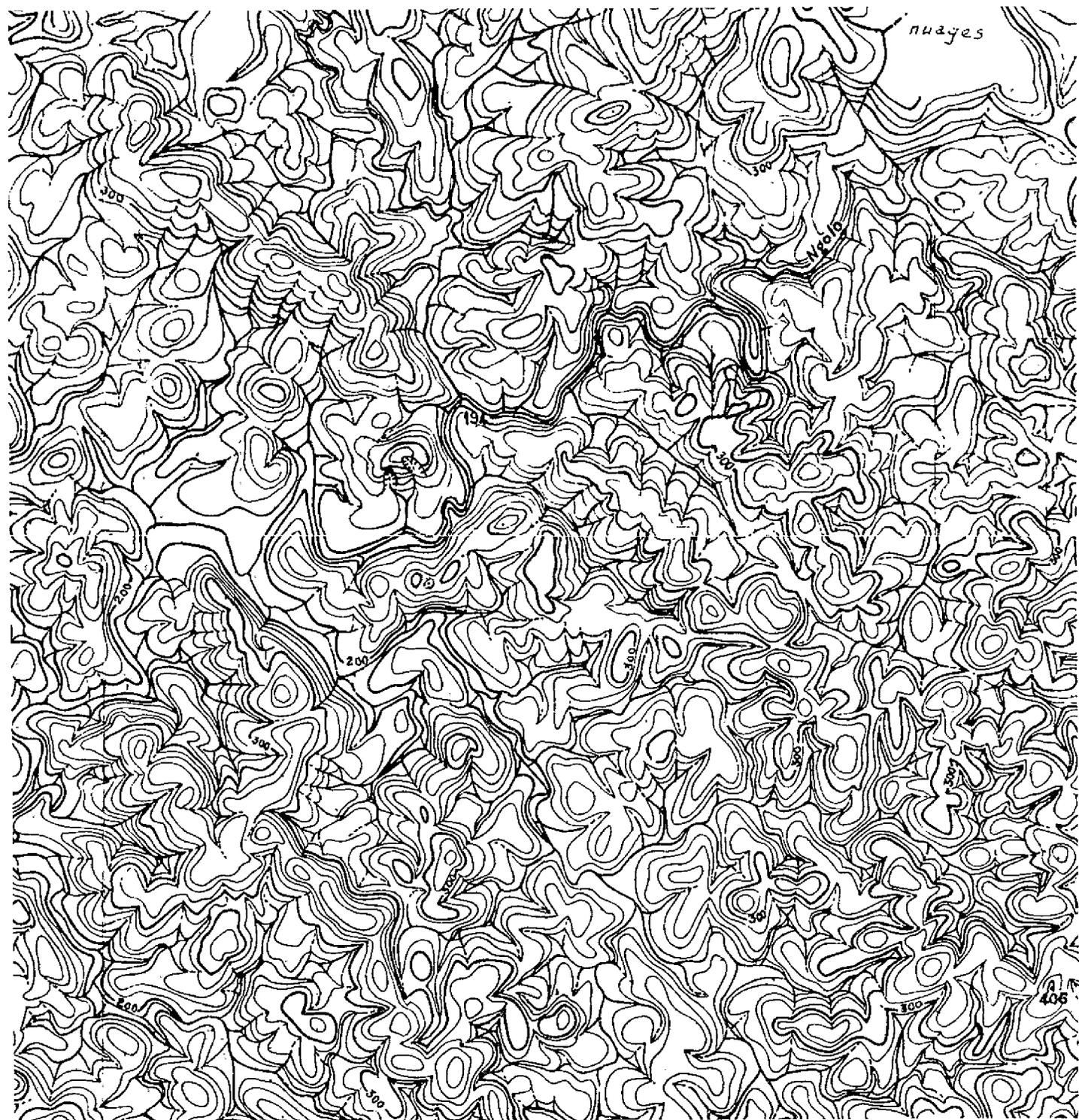
Annexe. I. — Topographie de zone facile. Côte d'Ivoire. Région de Daloa.



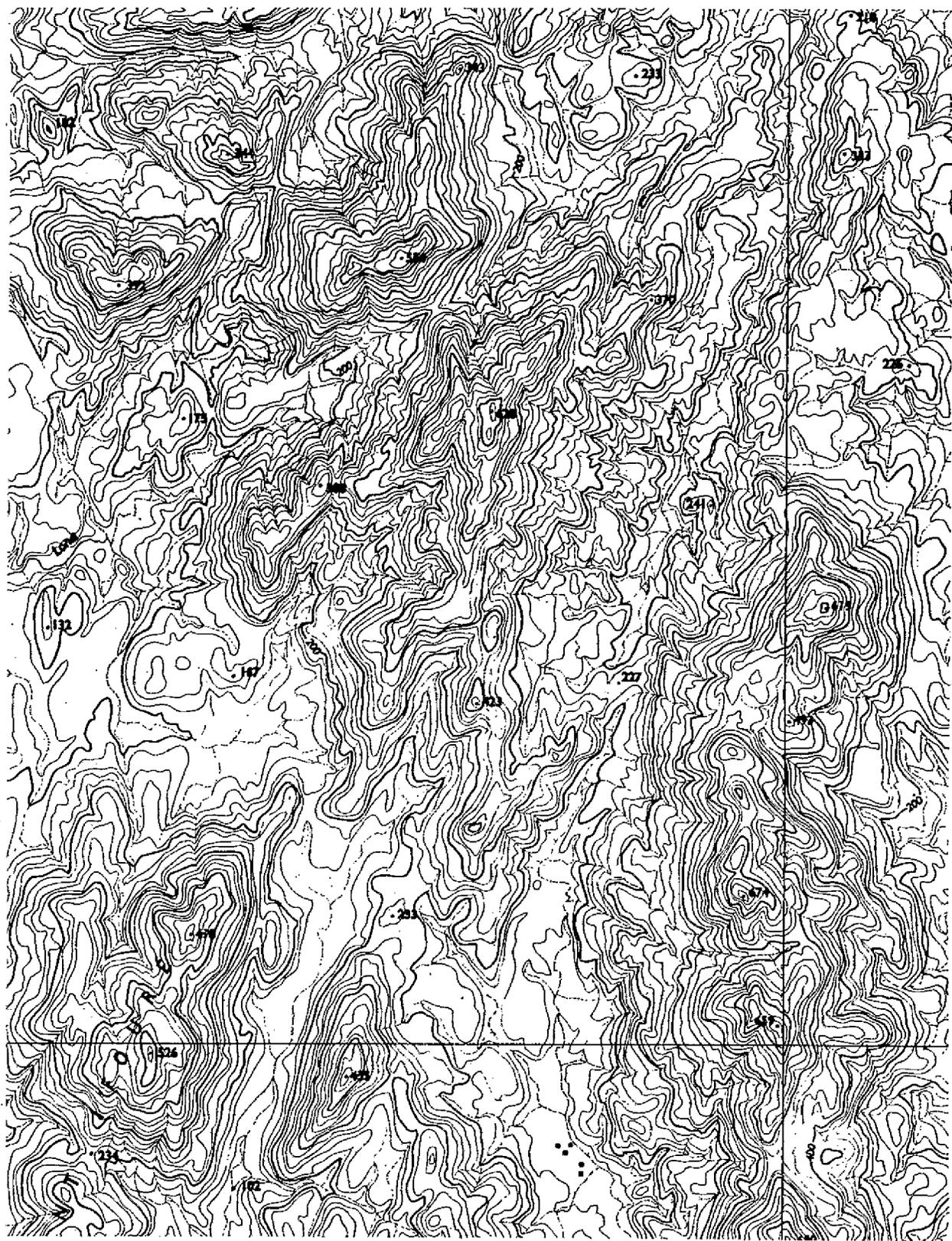
Annexe I. — Topographie de zone facile. Gabon 2<sup>e</sup> zone. Région de Mitzié.



Annexe I. — Topographie de zone moyenne. Gabon 2<sup>e</sup> zone. Région de Mitzic.



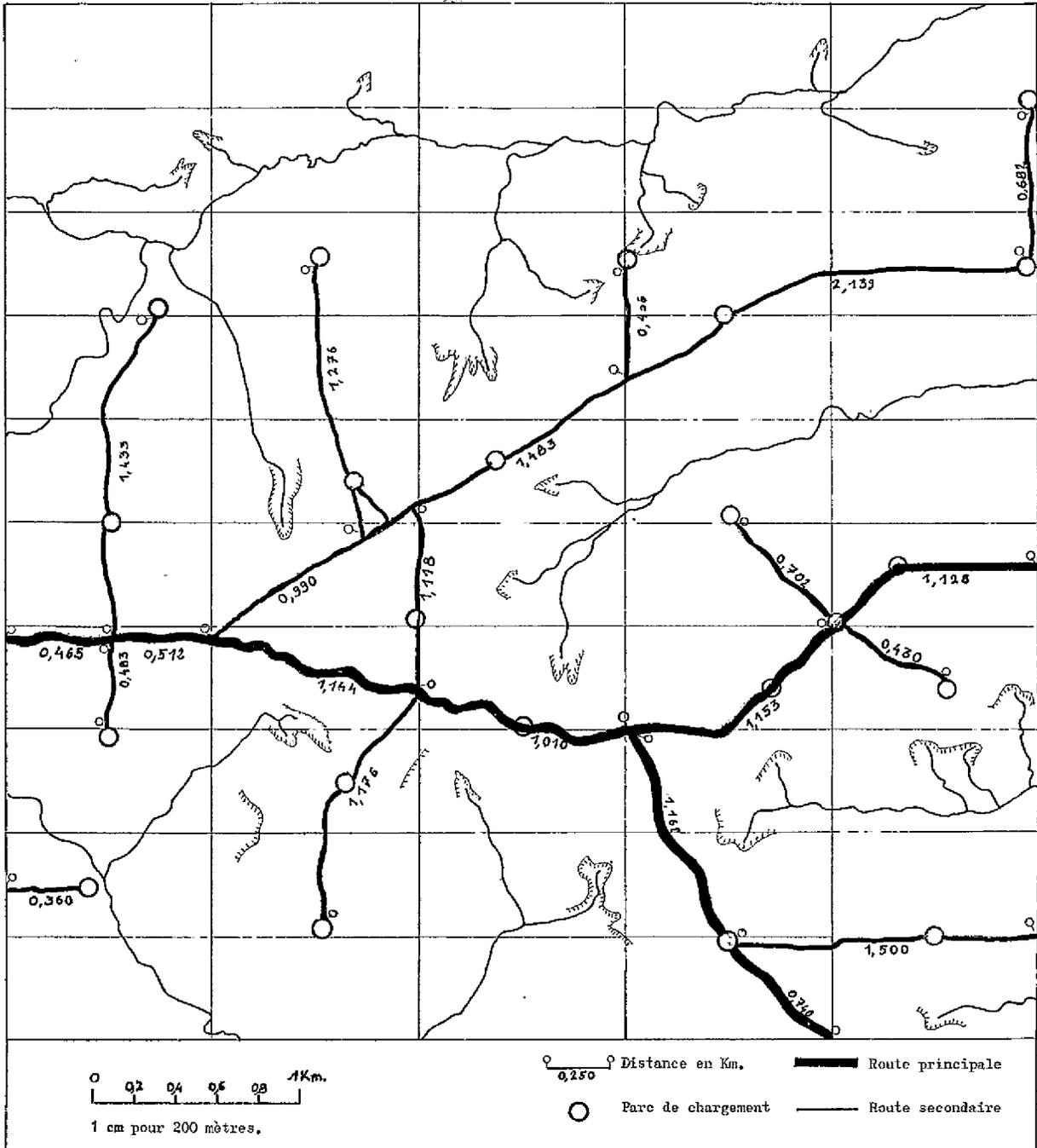
Annexe. I. — Topographie de zone difficile. Gabon 2<sup>e</sup> zone. Région de Mitzic.



Annexe I. — Topographie de zone très difficile. Gabon. Région des Monts de Cristal.

## ANNEXE II

### IMPLANTATION DU RÉSEAU ROUTIER A L'INTÉRIEUR D'UN PERMIS DE 2.500 ha (Côte-d'Ivoire)



## ANNEXE III

EXEMPLE D'ANALYSE DE MONOGRAPHIE DE CHANTIER. 2<sup>e</sup> ZONE FORESTIÈRE, GABON

| Mois                        | Ouverture de route en kilomètres |                    |                    | Utilisation des engins en heures-compteur |       |           |
|-----------------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|---|-------|-----------|
|                             | Route principale 1               | Route principale 2 | Route principale 3 | D8 H                                      | D7 E  | D7 D 17 A |
| Janvier 1968.....           | 2,940                            |                    |                    | 186                                       | 218   |           |
| Février 1968.....           | 1,780                            | 1,480              |                    | 191                                       | 219   |           |
| Mars 1968.....              | 0,470                            | 2,080              |                    |   | 207   |           |
|                             |                                  |                    |                    |   | 183   |           |
|                             |                                  |                    | 0,830              | 217                                       | 87    |           |
|                             |                                  | 1,560              |                    |   | 202   |           |
| Avril 1968.....             |                                  |                    | 2,300              | 177                                       | 191   |           |
|                             |                                  | 1,200              |                    | 184                                       |       |           |
| Mai 1968.....               |                                  | 1,500              |                    |   | 190   |           |
|                             |                                  |                    | 4,600              | 198                                       | 212   |           |
| Juin 1968.....              |                                  | 1,250              |                    | 212                                       |       |           |
|                             |                                  |                    | 2,900              | 211                                       | 195   |           |
| Juillet 1968.....           |                                  | 1,050              |                    | 45  | 208   |           |
|                             |                                  |                    | 4,700              | 48  | 202   |           |
| Août 1968.....              |                                  | 3,000              |                    | 284                                       | 193   |           |
|                             |                                  |                    | 4,600              |   | 228   | 64        |
| Septembre 1968.....         |                                  | 2,000              |                    | 228                                       | 180   |           |
|                             |                                  |                    | 2,000              |   |       | 120       |
| Total route principale 1... | 5,190                            |                    |                    | 377                                       | 512   |           |
| Total route principale 2... |                                  | 15,120             |                    | 953                                       | 1.375 |           |
| Total route principale 3... |                                  |                    | 21,930             | 851                                       | 1.028 | 184       |
| TOTAL GÉNÉRAL.....          |                                  |                    |                    | 2.131                                     | 2.915 | 184       |

EXEMPLE D'ANALYSE DE MONOGRAPHIE  
DE CHANTIER — CÔTE-D'IVOIRE — ZONE FACILE

| Mois                        | Ouverture de route en km |                    | Utilisation des engins en heures-compteur |      |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------|---|------|
|                             | Routes principales       | Routes secondaires | D8 H                                      | D7 E |
| Juillet 1968.....           |                          | 15,500             | 123                                       | 259  |
| Août 1968.....              |                          | 12,700             | 353                                       |      |
| Septembre 1968.....         |                          | 16,800             | 299                                       |      |
| Octobre 1968.....           | 6,000                    |                    | 185                                       |      |
|                             |                          | 9,800              | 275                                       |      |
| Novembre 1968...            | 1,000                    |                    | 211                                       |      |
|                             |                          | 9,000              | 354                                       |      |
| Décembre 1968....           | 1,000                    |                    | 235                                       |      |
|                             |                          | 3,900              | 68  | 37   |
| Total Routes principales... | 8,000                    |                    | 631                                       |      |
| Total Routes secondaires..  |                          | 67,700             | 1.529                                     | 296  |
| TOTAL GÉNÉRAL               |                          |                    | 2.160                                     | 296  |

## ANNEXE IV

### PLUVIOMÉTRIE

Toutes les informations ci-dessous, relatives à la pluie, nous ont été aimablement communiquées par l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre Mer.

#### 1. Pluviométrie annuelle et mensuelle.

On trouvera, dans le tableau ci-dessous, des relevés de pluviométrie moyenne au Gabon et en Côte-d'Ivoire.

*Pluviométrie*

|   | Nombre d'années de référence | J    | F     | M     | A     | M     | J     | J     | A     | S     | O     | N     | D     | Total   |
|---|------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| <i>Gabon</i>  |                              |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |         |
| N'Koulounga .....   | 14                           | 183  | 177   | 345   | 373   | 293   | 29    | 3     | 5     | 109   | 447   | 519   | 268   | 2.751   |
| N'Djole .....   | 15                           | 103  | 116   | 184   | 174   | 122   | 33    | 2     | 4     | 56    | 285   | 292   | 142   | 1.513   |
| Booue .....   | 20                           | 102  | 122   | 176   | 195   | 165   | 36    | 8     | 8     | 75    | 277   | 325   | 148   | 1.637   |
| Mitzic .....  | 25                           | 98   | 105   | 220   | 197   | 203   | 47    | 6     | 15    | 129   | 311   | 233   | 119   | 1.683   |
| Moulla .....  | 26                           | 225  | 219   | 258   | 248   | 173   | 15    | 4     | 6     | 46    | 382   | 292   | 258   | 2.226   |
| <i>Côte-d'Ivoire</i>  |                              |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |         |
| Abidjan Ville .....   | 40                           | 30,4 | 56,5  | 102,7 | 129,4 | 319,3 | 582,8 | 239,2 | 40,5  | 70,5  | 183,6 | 170,4 | 80,2  | 2.005,8 |
| Aboisso .....   | 47                           | 34,2 | 70,6  | 110,0 | 158,3 | 233,0 | 389,3 | 205,8 | 86,8  | 139,6 | 221,4 | 163,3 | 73,2  | 1.894,4 |
| Abengourou .....  | 50                           | 10,3 | 43,2  | 119,4 | 140,7 | 204,6 | 225,5 | 131,5 | 65,5  | 133,8 | 187,1 | 74,7  | 16,1  | 1.361,5 |
| Agboville .....   | 43                           | 23,5 | 44,6  | 116,9 | 144,0 | 195,8 | 265,3 | 131,1 | 59,3  | 118,9 | 172,2 | 129,5 | 44,1  | 1.445,3 |
| Daloa .....   | 50                           | 17,7 | 61,2  | 109,9 | 155,0 | 146,8 | 179,7 | 112,7 | 119,3 | 256,6 | 178,5 | 56,6  | 14,2  | 1.408,4 |
| Grabo .....   | 23                           | 97,8 | 104,0 | 175,9 | 203,8 | 284,2 | 364,6 | 97,5  | 92,3  | 273,4 | 327,2 | 221,0 | 152,7 | 2.394,3 |
| Toulepleu .....   | 45                           | 15,2 | 55,5  | 131,9 | 151,8 | 204,4 | 238,7 | 163,6 | 177,4 | 345,7 | 218,6 | 79,7  | 35,2  | 1.817,6 |
| <p><i>Nombre d'années de référence</i> : nombre d'années sur lesquelles portent les moyennes.<br/> <i>Gabon</i> : N'Koulounga est une station de « première zone », située à 45 km à vol d'oiseau au Nord-Est de Libreville, directement influencée par la proximité de la mer.</p> |                              |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |         |

#### 2. Pluviométrie « instantanée ».

##### CÔTE-D'IVOIRE.

Les données sont les suivantes en zone forestière :

— Précipitations journalières ponctuelles exceptionnelles :

- probabilité de 1 fois par an : 75 à 90 mm,
- probabilité de 1 fois par 50 ans : 130 à 170 mm.

— Nombre de jours par an où la hauteur de pluie ponctuelle dépasse :

- 60 mm : 3 à 4,
- 40 mm : 8 à 12.

— Hauteurs d'eau ponctuelles pouvant être atteintes en une demi-heure et une heure pour diverses hauteurs de pluie journalières (région entre Abidjan et Agboville).

| Hauteur journalière | Hauteur en 1/2 heure | Hauteur en 1 heure |
|---------------------|----------------------|--------------------|
| 40 mm               | 21 mm                | 28 mm              |
| 60 mm               | 26 mm                | 38 mm              |
| 80 mm               | 31 mm                | 46 mm              |
| 100 mm              | 36 mm                | 52 mm              |

Hauteur de pluie « ponctuelle » veut dire hauteur en un point donné, matérialisé par un pluviomètre. La probabilité de recevoir une fois par an, ponctuellement, 75 ou 90 mm de pluie en une

journee, signifie une probabilité beaucoup plus grande de recevoir une telle hauteur d'eau quelque part sur un permis d'exploitation de plusieurs dizaines de milliers d'hectares, donc quelque part sur un réseau routier. C'est pour cette raison que nous avons indiqué aussi la hauteur de pluie exceptionnelle ponctuelle ayant une probabilité de une fois par 50 ans.

##### GABON.

Nous ne disposons pas de données analogues à celles fournies ci-avant pour la Côte-d'Ivoire.

Sur une station proche de la N'Koulounga (N'Toum) recevant 2.079 mm en 1970-71, on a relevé sur 12 mois :

- 1 chute journalière de 120 mm,
- 1 chute journalière entre 80 et 90 mm,
- 2 chutes journalières entre 60 et 70 mm,
- 3 chutes journalières entre 50 et 60 mm,
- 7 chutes journalières entre 40 et 50 mm.

Le mois le plus arrosé a vu tomber 419 mm.

On peut penser qu'au Gabon les hauteurs de pluie maximales en une demi-heure ou une heure sont un peu plus fortes qu'en Côte-d'Ivoire ; cela résulte de ce que les maxima mensuels y sont plus forts ; cela résulte aussi des hauteurs journalières élevées mentionnées ci-dessus.

Bien entendu, c'est à l'Ouest des reliefs que les précipitations instantanées sont les plus fortes.

## ANNEXE V

### RELATION ENTRE DENSITÉ DES RÉSEAUX ROUTIERS ET DISTANCES DE DÉBARDAGE MOYENNES

Nous ne disposons pas pour chaque chantier mentionné dans les tableaux 10 et 11 d'informations sur les distances de débarquement moyennes : si nous en avons, elles résulteraient de déclarations non basées sur des mesures précises.

Par contre, nous connaissons avec certitude les distances de débarquement moyennes constatées lors d'études d'engins, basées sur des chronométrages. Ces études sont assez ponctuelles (c'est-à-dire une certaine de rotations dans une zone donnée). Elles ne se rapportent pas obligatoirement aux zones retenues dans l'étude des routes : on ne peut donc pas les corréler avec les densités de réseaux routiers notées dans les tableaux 10 et 11.

Toutefois, au niveau des ordres de grandeur, on peut donner les informations suivantes :

*Côte-d'Ivoire* : une densité de 9 à 10 km/1.000 ha correspond à une distance de débarquement moyenne (débarquement direct de la souche à la route) de 300 à 350 m.

*Gabon* : en terrain « moyen » les données que nous possédons permettent d'annoncer :

- pour un réseau de 10 à 12 km de routes + pistes pour tracteurs à pneus,
- une distance moyenne de débarquement au tracteur à chenilles de 300 à 350 m,
- une distance moyenne de débarquement ((sur pistes) au tracteur à pneus de 1.100 à 1.300 m.

## ANNEXE VI

### DÉPENSES DE MAIN-D'ŒUVRE INCLUSES DANS LES ESTIMATIONS DE PRIX DE REVIENT DES ROUTES

Nous avons calculé les dépenses de main-d'œuvre correspondant aux montants totaux du tableau 27.

Elles incluent :

— la main-d'œuvre employée à la conduite des engins et à l'exécution de tous les travaux divers mensuels,

— la main-d'œuvre d'entretien qui ne concerne que les mécaniciens chargés de la maintenance des engins et véhicules.

Rappelons que le prix de revient de la main-d'œuvre, n'inclut pas les dépenses de logement et de transport du personnel sur les lieux de travail : cela est comptabilisé dans les frais généraux de l'exploitation.

La main-d'œuvre d'entretien comprend une part de personnel d'encadrement étranger (mécaniciens spécialistes).

Le tableau ci-dessous (correspondant au tableau 28) résume la part, en pourcentage, du total de la main-d'œuvre dans les prix de revient.

*Dépenses de main-d'œuvre, en pourcentage des dépenses figurant au tableau 27, comprises dans les prix de revient*

|                        | Route d'accès | Route principale | Route secondaire latéritée | Route secondaire non latéritée | Epis ou pistes tracteurs |
|------------------------|---------------|------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| <i>Côte d'Ivoire</i> : |               |                  |                            |                                |                          |
| — zone facile .....    | 28,3          | 30               | 30                         | 33,9                           | 20,7                     |
| <i>Gabon</i> :         |               |                  |                            |                                |                          |
| — zone facile .....    | 28,0          | 28,6             | 29,8                       | 34,0                           | 23,4                     |
| — zone moyenne .....   | 27,8          | 28,7             | 29,0                       | 31,8                           | 23,4                     |
| — zone difficile ..... | 27,9          | 28,3             | 28,2                       | 30,3                           | 23                       |