

Jérôme CHABBERT

27, rue de l'Aiglon
34090 Montpellier
France

Hari PRIYADI

CIFOR
PO BOX 6596
JKPWB 10065
Jakarta
Indonésie

Exploitation à faible impact dans une forêt à Bornéo

Cette étude a été menée dans le cadre du **Bulungan Research Forest Project**, conduit par le CIFOR, dans la province de Kalimantan Est (Indonésie).

L'un des principaux objectifs était de comparer l'impact sur la structure forestière des techniques d'exploitation conventionnelles avec celui des techniques d'exploitation à faible impact (EFI), récemment introduites en forêt tropicale et considérées aujourd'hui comme l'un des outils majeurs pour la gestion durable des forêts tropicales (FAO, 1999 ; SIST, 2000).

Introduction

L'expérimentation a eu lieu dans une concession d'environ 50 000 ha, gérée par la compagnie d'État Inhutani II (figure 1). L'exploitation dans cette concession a débuté en 1994 et s'étendra sur une période de 20 ans. La concession est divisée en coupes quinquennales, elles-mêmes composées de cinq coupes annuelles. Une coupe annuelle comprend 7 à 10 compartiments ou blocs d'une centaine d'hectares chacun (figure 1).

Les données relevées lors des inventaires forestiers réalisés par le concessionnaire avant exploitation ont permis de sélectionner, au sein de la coupe annuelle 1998-1999, trois compartiments d'environ 100 ha chacun (27, 28 et 29 ; figure 1). Ces compartiments ont été choisis en raison de leur similitude topographique et de la présence dans la zone d'étude d'une espèce commerciale, *Agathis borneensis* (Araucariaceae), assez remarquable car généralement peu fréquente au sein des forêts mixtes à diptérocarpacées.



Forêt mixte à diptérocarpacées dans une concession d'une compagnie d'État. Est de Kalimantan (Indonésie).
Mixed Dipterocarpaceae forest in a State company concession. East of Kalimantan (Indonesia).

Matériel et méthodes

Afin de prendre en compte l'effet de l'intensité d'exploitation dans les dégâts occasionnés par les techniques d'exploitation, les sept traitements suivants, chacun répété trois fois, ont été définis :

- CNV 1 : exploitation conventionnelle de faible intensité (jusqu'à 5 tiges/ha, 3 parcelles) ;
- CNV 2 : exploitation conventionnelle d'intensité moyenne (6-9 tiges/ha, 3 parcelles) ;
- CNV 3 : exploitation conventionnelle de forte intensité (10 tiges ou plus par hectare, 3 parcelles) ;
- EFI 1 : exploitation à faible impact de faible intensité (jusqu'à 5 tiges/ha, 3 parcelles) ;
- EFI 2 : exploitation à faible impact d'intensité moyenne (6-9 tiges/ha, 3 parcelles) ;
- EFI 3 : exploitation conventionnelle de forte intensité (10 tiges ou plus par hectare, 3 parcelles) ;
- contrôle : témoins (6 parcelles).

Vingt-quatre parcelles d'un hectare chacune (100 x 100 m) ont été délimitées.

Les dégâts d'exploitation ont été estimés dans chaque parcelle et à l'échelle du bloc entier. Dans les parcelles exploitées, tous les arbres blessés ou détruits (diamètre égal ou supérieur à 20 cm) ainsi que les types de blessures et les causes de mortalité ont été recensés sept mois après l'exploitation.

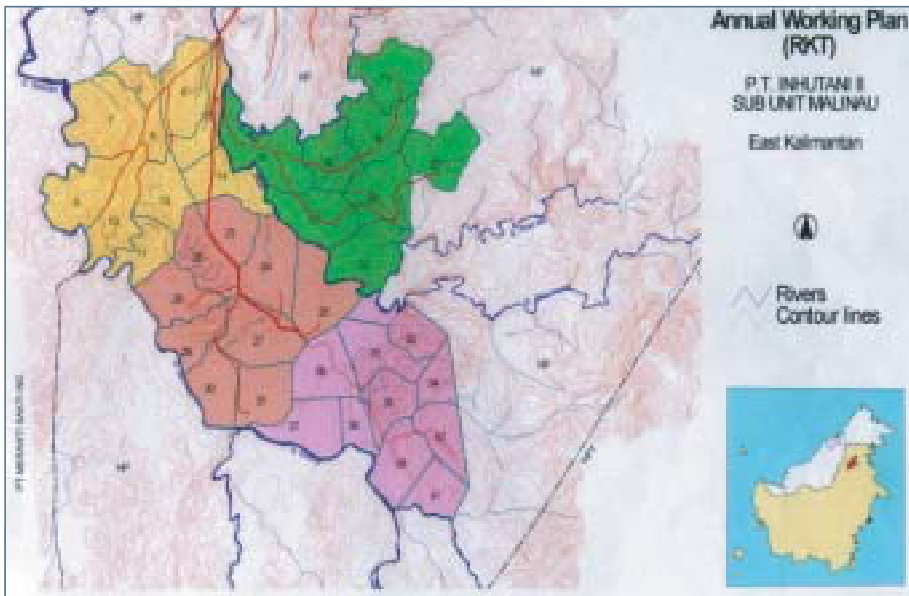


Figure 1. Concession de Malinau. Est de Kalimantan.
Malinau concession. East of Kalimantan.

Les perturbations au niveau de la canopée ont également été estimées par la projection au sol des ouvertures créées par l'exploitation. Trois classes d'ouverture ont été définies : canopée non perturbée fermée ; canopée interrompue ; canopée ouverte. Enfin, dans chaque parcelle, l'ouverture de la canopée a été mesurée au densimètre, selon une grille de 36 points espacés tous les 20 m.

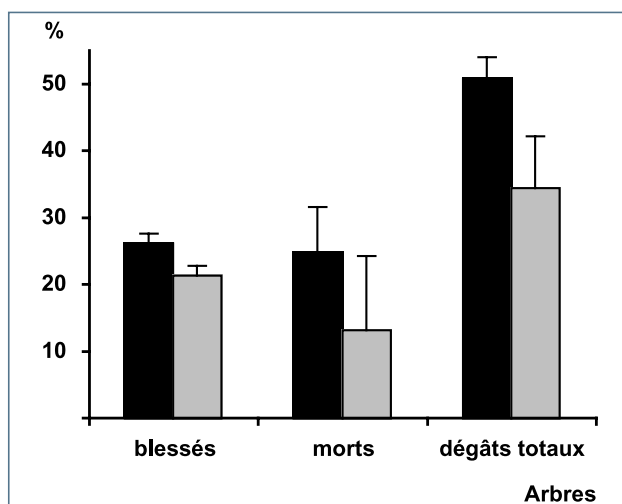


Figure 2. Proportion d'arbres blessés ou détruits (pourcentage de la densité avant l'exploitation) dans les parcelles exploitées de façon conventionnelle (en noir) ou par les techniques d'exploitation à faible impact (en gris).
Proportion of trees damaged or destroyed (percentage of total population prior to logging) in plots logged using conventional techniques (in black) and by low-impact logging methods (in gray).

À l'échelle des compartiments (100 ha), les pistes ont été cartographiées et leur distance totale mesurée. Les largeurs d'emprise et totale et la profondeur des pistes principales et secondaires ont été mesurées tous les 50 m dans les trois blocs. Les mesures de profondeur ont permis de définir trois types d'impact sur le sol selon un degré croissant : A, B et C. Le type A correspond à une piste dont l'horizon superficiel est resté intact ou très peu endommagé. Les pistes de type B n'ont pas été creusées mais l'horizon superficiel du sol a disparu. Enfin, le type C rassemble les pistes qui ont été creusées plus ou moins profondément par le passage du débardeur.

Résultats et discussion

Structure de la forêt primaire avant l'exploitation

Avant l'exploitation, les parcelles des blocs en exploitation conventionnelle et à faible impact présentaient une densité et une surface moyenne statistiquement similaires. En forêt primaire, la densité moyenne de tiges d'un diamètre supérieur ou égal à 20 cm atteint 249 tiges/ha et une surface terrière de 31 m²/ha. La densité moyenne des arbres en fonction des classes de diamètre dans les parcelles en exploitation à faible impact (EFI) et les parcelles en exploitation conventionnelle (CNV) sont statistiquement identiques. Les principaux paramètres de la structure forestière des parcelles EFI et CNV avant exploitation sont donc comparables.

Richesse spécifique

Les dix familles dominantes sont, dans l'ordre, les diptérocarpacées, les anacardiées, les myristicacées, les sapotacées, les myrtacées, les euphorbiacées, les clusiacées, les fagacées, les araucariacées et les burséracées. Environ la moitié des espèces représentées ont une densité inférieure ou égale à un arbre par hectare. La famille des diptérocarpacées représente 27 % de la densité totale et 40 % de la surface terrière. Une analyse de la richesse spécifique de six parcelles a permis d'établir une moyenne de 97 espèces d'arbres à l'hectare. Les indices de Shannon et d'équitabilité varient entre 5,72 et 6,24 et entre 0,72 et 0,89 respectivement.

Impact de l'exploitation

Les intensités moyennes d'exploitation dans les parcelles CNV et EFI sont statistiquement comparables (7,6 tiges/ha et 6,8 tiges/ha respectivement). Dans les parcelles exploitées de façon conventionnelle, les dégâts d'exploitation touchent en moyenne la moitié du peuplement forestier initial, les arbres blessés et morts se trouvant sensiblement dans les mêmes proportions (26,1 % et 24,7 % respectivement ; figure 3). Dans les parcelles exploitées avec les méthodes à faible impact, les dégâts totaux s'élèvent en moyenne à 34 % du peuplement initial ; cependant, seuls 13 % des arbres ont été détruits et 21 % blessés (figure 2).

Les techniques d'exploitation à faible impact ont donc permis une réduction de 33 % des dégâts totaux par rapport à l'exploitation conventionnelle. De plus, il est important de remarquer que l'exploitation à faible impact a réduit de moitié la proportion d'arbres détruits. Ces résultats confirment ceux obtenus dans la région par d'autres expérimentations : PINARD et PUTZ (1996) au Sabah ; BERTAULT et SIST (1997) à Berau Kalimantan Est. Après une exploitation à faible impact, les dégâts occasionnés au peuplement varient, selon l'intensité d'exploitation, de 19 % pour une faible intensité (3,5 arbres/ha) à 50 % pour une intensité élevée (10 arbres/ha). Au contraire, après une exploitation conventionnelle, les taux de dégâts varient très peu : de 46 % pour une intensité de moins de 5 tiges/ha à 56 % pour une intensité moyenne de 10 tiges/ha (figure 3).

L'abattage engendre principalement des blessures de couronnes n'entraînant pas la mort de l'arbre. À l'opposé, les opérations de débardage occasionnent dans plus de la moitié des cas la mort de l'arbre. Les dégâts d'abattage sont similaires dans les deux techniques d'exploitation (24 % pour l'exploitation à faible impact et 23 % pour l'exploitation conventionnelle). En revanche, les dégâts de débardage après une exploitation à faible impact sont nettement inférieurs à ceux observés après l'exploitation conventionnelle (9 % du peuplement initial contre 25 %, respectivement). L'emploi des techniques d'exploitation à faible impact se traduit donc essentiellement par la réduction des dégâts de débardage et, en conséquence, par une diminution de la mortalité. Ce résultat confirme ainsi les observations de BERTAULT et SIST (1997) à Kalimantan Est. Il est possible que le déliantage tardif, seulement trois mois avant exploitation, en soit responsable. Néanmoins, l'effet du déliantage dans la réduction des dégâts reste encore de controverse et il dépend vraisemblablement de la densité de lianes avant exploitation (APPANAH et PUTZ, 1984 ; CEDERGEN, 1996).

Comme pour le peuplement, le taux de perturbation de la canopée ne varie pas avec l'intensité d'exploitation dans les traitements conventionnels. Au contraire, il existe une corrélation positive et significative entre le pourcentage d'ouverture de la canopée et le nombre d'arbres qui ont été prélevés ($r^2 = 0,71$; $n = 8$). Après une exploitation conventionnelle, quelle que soit l'intensité de prélèvement, la projection au sol des surfaces de canopée perturbée représente environ 5 000 m², soit 50 % de la surface totale de la parcelle. Après une exploitation à faible im-

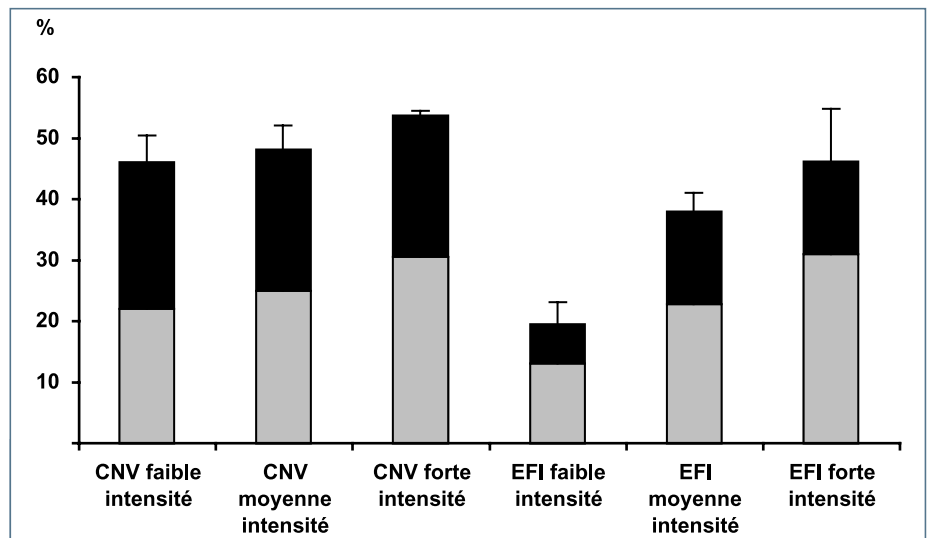


Figure 3. Proportion d'arbres blessés (en gris) ou morts (en noir) à la suite d'une exploitation conventionnelle (CNV) ou à faible impact (EFI), en fonction de l'intensité de prélèvement. Proportion of trees damaged (in gray) or dead (in black) subsequent to conventional (CNV) or low-impact logging (EFI) as a function of sampling intensity.

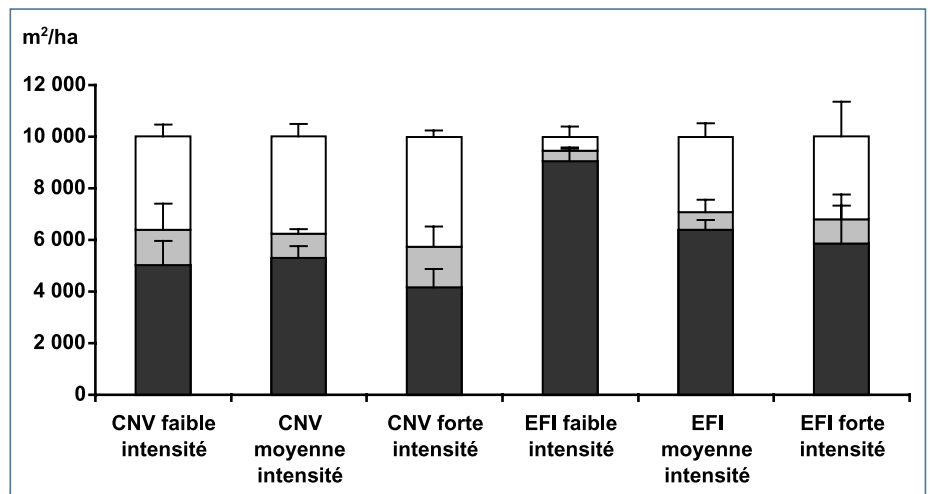


Figure 4. Surface moyenne des différentes classes d'ouverture de la canopée (fermée en noir, interrompue en gris, ouverte en blanc) après une exploitation conventionnelle (CNV) ou à faible impact (EFI), en fonction de l'intensité de prélèvement. Mean surface area for different categories of canopy opening (closed in black, intermediate in gray, open in white) after conventional (CNV) and low-impact logging (EFI), as a function of felling intensity.

pect, cette surface varie entre 1 000 et 4 100 m² pour une intensité de prélèvement de 3,5 à 10 arbres à l'hectare, respectivement (figure 4).

La longueur totale des pistes dans le bloc CNV est de 17,3 km contre 9,1 km dans le bloc EFI. En tenant compte de l'intensité de prélèvement, la surface affectée par mètre cube de bois extrait est de 18,6 m² dans le bloc CNV contre 8,6 m² seulement dans le bloc EFI. Les pistes principales du compartiment CNV appartiennent essentiellement au type C, alors que dans le compartiment EFI elles sont majoritairement représentées par le type B (figure 5). Les pistes de type C et B présentent des profondeurs moyennes statistiquement différentes (55 cm pour les pistes de type C contre 14 cm pour les pistes de type B). Les pistes secondaires ont subi une perte de sol nettement moins importante. Dans les deux cas, c'est le type A qui

Conclusion

est le mieux représenté. Il est intéressant de noter que les pistes secondaires du bloc EFI ne présentent quasiment aucune piste de type C (figure 5). Les différences relevées au sein du réseau des pistes de débarquement en fonction du type d'exploitation confirment les résultats obtenus par VAN DER HOUT (1999) au Guyana et PINARD *et al.* (2000) au Sabah.

Du fait de l'utilisation de débardeurs plus petits, la largeur moyenne des pistes principales en EFI est significativement plus faible. L'utilisation d'un débardeur à chenilles de plus petite taille qu'un bulldozer a certainement joué un rôle non négligeable dans les différences observées dans les profils des pistes. De plus, l'utilisation fréquente et quasi systématique de la lame du bulldozer pour l'ouverture des pistes est sans aucun doute responsable des creusements profonds observés sur les pistes du traitement exploitation conventionnelle. Le compactage du sol ainsi que l'élimination des premiers horizons de sols inhibent considérablement la régénération naturelle sur les pistes de débarquement (PINARD *et al.*, 2000).

Les principales différences relevées entre l'exploitation à faible impact et l'exploitation conventionnelle sont résumées dans le tableau I.

Cette étude montre que les techniques d'exploitation à faible impact ont permis de diminuer de moitié la proportion d'arbres détruits, ainsi que la surface de forêt affectée. Si ces techniques constituent donc un outil prometteur dans le cadre de la gestion durable des forêts tropicales, les exploitants se montrent encore peu enclins à les utiliser à l'échelle de la concession. Les études de coûts sont aujourd'hui les seules analyses susceptibles de convaincre les exploitants quant aux bénéfices économiques qu'ils peuvent tirer des techniques d'exploitation à faible impact. Elles restent malheureusement peu nombreuses mais se sont multipliées depuis quelques années (BARRETO, 1997 ; HOLMES, 1999). Même si les études de coûts déjà réalisées montrent que l'exploitation à faible impact peut réduire de manière significative les dépenses liées à l'exploitation, ces études, excluant le coût de la construction des routes d'accès et le transport du bois, ne portent que sur 15 % des dépenses totales engagées. Néanmoins, à l'heure actuelle, les études de coûts concernant la mise en place des techniques à faible impact s'avèrent être un argument primordial pour les accréditer auprès des exploitants.

Tableau I
Impacts comparés de l'exploitation conventionnelle (CNV)
et de l'exploitation à faible impact (EFI)

	EFI	CNV	Réduction (%)
Dégâts totaux (% de la densité initiale)	34	51	- 33
Mortalité (% de la densité initiale)	13	25	- 48
Blessures (% de la densité initiale)	21	26	- 19
Surface affectée (m ² /m ³ de bois extrait)	8,6	18,6	- 53
Largeur totale des pistes principales (m)	6,3	8,3	- 25
Largeur totale des pistes secondaires (m)	5,4	7	- 23
Longueur totale des pistes de débarquement	9 090	17 301	- 47
Ouverture de la canopée au niveau des pistes principales (%)	35,3	49,2	- 28
Ouverture de la canopée au niveau des pistes secondaires (%)	26,8	40,3	- 33

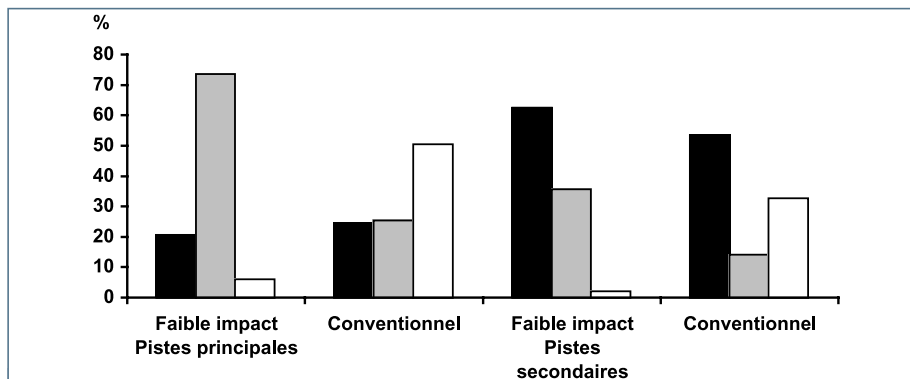


Figure 5. Répartition des pistes de débarquement par type de dégradation : horizon superficiel intact ou très peu endommagé (en noir), horizon superficiel emporté, piste non creusée (en gris), piste creusée (en blanc).

Distribution of transport routes by type of degradation: intact superficial horizon or suffering little damage (in black), superficial horizon removed, non-excavated route (in gray), excavated route (in white).

Remerciements

Je remercie le CIRAD-Forêt et le CIFOR de m'avoir fourni la structure et les fonds nécessaires à la réalisation de ce stage. Je suis reconnaissant à Plinio Sist pour ses précieux conseils lors de cette étude et pour sa relecture du présent article. Merci au CIFOR et à son directeur, Jeffrey Sayer, pour tous les moyens mis à ma disposition lors de mon séjour en Indonésie. Je tiens également à remercier Kuswata Kartawinata, coordinateur du Bulungan Research Forest Project, pour son appui sur le terrain. Enfin, la plupart des données sur les parcelles ont été collectées par des ingénieurs, techniciens et étudiants participant au projet. Je remercie donc Bambang, Anton, Ali, Adi et Arman pour leur bonne humeur et leur aide précieuse.



Débardeur à chenilles utilisé pour l'extraction dans une exploitation à faible impact.

Caterpillar transporter used for extraction at a low-impact logging site.

Références bibliographiques

APPANAH S., PUTZ F. E., 1984. Climber abundance in virgin Dipterocarp forest and the effect of pre-felling climber cutting on logging damage. *The Malaysian Forester*, 4 : 335-340.

BARRETO P., 1997. Cost and benefits of forest management for timber production in Eastern Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 108 : 9-26.

BERTAULT J. G., SIST P., 1997. An experimental comparison of different harvesting intensities with reduced-impact and conventional logging in East Kalimantan, Indonesia. *Forest Ecology and Management*, 94 : 209-218.

CEDERGEN J., 1996. A silvicultural evaluation of stand characteristics, pre-felling climber cutting and directional felling in a primary dipterocarp forest in Sabah, Malaysia. Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Umea.

FAO, 1999. State of the world's forest 1999. Rome, Italie, FAO, 138 p.

HOLMES T. P., 1999. Financial costs and benefits of reduced-impact logging relative to conventional logging in eastern Amazon. Forestry private enterprise initiative working paper, Tropical Forest Foundation, USDA Forest Service, Southeastern Center for Forest Economics Research Triangle Park, Caroline du Nord, États-Unis.

PINARD M. A., PUTZ F. E., 1996. Retaining forest biomass by reducing logging damage. *Biotropica*, 28 : 278-295.

PINARD M. A., BARKER, TAY J., 2000. Soil disturbance and post-logging forest recovery on bulldozer paths in Sabah, Malaysia. *Forest Ecology and Management*, 130 : 213-225.

SIST P., 2000. Les techniques d'exploitation à faible impact. *Bois et Forêts des Tropiques*, 265 : 31-43.

SIST P., DYKSTRA D. P., FIMBEL R., 1998. Reduced impact logging guidelines for lowland and hill dipterocarp forest in Indonesia. Jakarta, Indonésie, CIFOR, occasional paper n° 15, 19 p.

VAN DER HOUT P., 1999. Reduced impact logging in the tropical rain forest of Guyana. Ecological, economic and silvicultural consequences. Wageningen, Pays-Bas, Tropenbos, Guyana series 6, 335 p.

Travail de mesure sur une piste de débardage.
Measurements on a conveyance road.



Agathis borneensis (Araucariaceae) : tronc et couronne.
Agathis borneensis (Araucariaceae) : trunk and crown.



Piste principale de débardage après une exploitation à faible impact.
Principal conveyance road after low-impact logging.



Piste principale de débardage après une exploitation conventionnelle.
Principal conveyance road after conventional logging.