



HAL
open science

Les Routes forestières de montagne. Bilan et proposition techniques. L'exemple des Pyrénées centrales.

Jean-Marc Auban, Michel Bartoli

► **To cite this version:**

Jean-Marc Auban, Michel Bartoli. Les Routes forestières de montagne. Bilan et proposition techniques. L'exemple des Pyrénées centrales.. Revue forestière française, 1997, 49 (3), pp.235-246. <10.4267/2042/5617>. <hal-03444106>

HAL Id: hal-03444106

<https://hal.science/hal-03444106v1>

Submitted on 23 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

technique et forêt

LES ROUTES FORESTIÈRES DE MONTAGNE. BILAN ET PROPOSITIONS TECHNIQUES. L'EXEMPLE DES PYRÉNÉES CENTRALES

J.-M. AUBAN - M. BARTOLI

UNE ÉTUDE SUR LES ROUTES FORESTIÈRES DANS LES PYRÉNÉES : PRÉSENTATION

En trente ans, avec les aides particulièrement incitatives de l'État français et de l'Union européenne, **le réseau des routes forestières des montagnes de France est passé de quelques centaines à quelques milliers de kilomètres.**

Les sommes engagées annuellement sont importantes, les routes forestières en montagne plus qu'ailleurs sont soumises à l'agressivité du milieu et demandent l'adoption de méthodes de création et d'entretien performantes.

Depuis quelques années, les préoccupations environnementales ne cessent d'augmenter et l'intégration des nouvelles réalisations se révèle obligatoire. Parallèlement, la fréquentation liée à la villégiature ou à l'explosion des activités sportives de loisir oblige à repenser complètement l'usage des chemins forestiers.

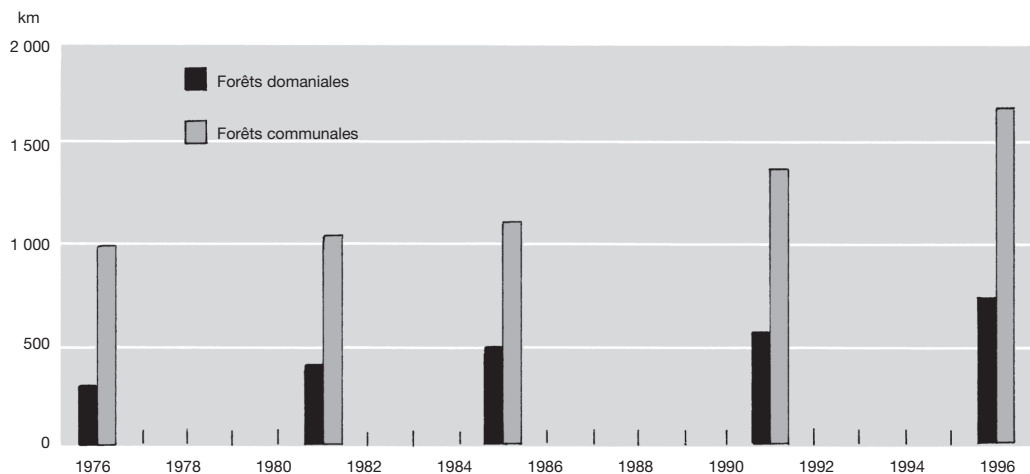
Aussi apparaît-il normal de dresser un bilan de ces réalisations ; ce bilan devant permettre de mieux penser l'entretien des réseaux existants, d'améliorer la qualité des futures dessertes et de faciliter l'analyse technique des routes existantes ou à créer. C'est ce qui a été réalisé dans les Pyrénées centrales (Région Midi-Pyrénées).

Le réseau étudié

Les routes étudiées sont celles des forêts relevant du régime forestier situées dans la zone de montagne des trois départements suivants : Ariège, Haute-Garonne, Hautes-Pyrénées.

Longtemps considérés comme en retard du point de vue de la desserte, ces départements ont réalisé un effort d'équipement très important notamment depuis une vingtaine d'années (cf. figure 1, ci-dessous). L'amélioration de la mobilisation reste toujours un des objectifs prioritaires des orientations forestières de la Région Midi-Pyrénées (Maffeny et Morel, 1994).

Figure 1 **ACCROISSEMENT DU RÉSEAU FORESTIER EN 20 ANS DANS LES PYRÉNÉES CENTRALES**



Ce réseau concerne actuellement 2 400 km de routes et autant de kilomètres de pistes, soit des densités qui avoisinent désormais les 2 km/100 ha.

Méthodologie - Objectifs

L'objectif n'était pas de parler des outils d'aide à la décision pour la desserte des massifs, sujet assez souvent traité dans cette revue, en particulier sur les Pyrénées (Deblaize, 1987 ; de Meerleer, 1995), mais plutôt de s'accorder le temps de dresser un véritable bilan des routes réalisées, afin de juger de leurs qualités et proposer des éléments d'amélioration concernant leur gestion.

Ce bilan des routes forestières a été scindé, dans sa phase analytique, en quatre parties concernant les aspects techniques, économiques, écologiques et sociaux.

Par contre, dans un deuxième temps, les propositions ont voulu de façon synthétique intégrer ces quatre aspects pour proposer une démarche de création et d'entretien du réseau routier.

S'il existe une spécificité forestière dans les Pyrénées, elle n'est pas dans les routes. Les résultats et les propositions faites nous semblent pouvoir, très largement, être utiles et utilisés dans tous les massifs montagneux.

Les moyens mis en œuvre

- Une enquête a été réalisée sur l'ensemble des 20 groupes techniques de l'ONF de la zone concernée. En recensant les caractéristiques globales des routes créées, cette enquête constitue une "photographie" des routes réalisées. Elle a permis de recenser 185 routes différentes, pour un total de 525 km. Dans la suite du texte, nous l'appellerons par commodité "enquête 185".
- Une analyse plus fine de 20 routes forestières a également été effectuée "pas à pas" (au sens vrai du terme). En effet, les variables de la route se modifient au fil du tracé, et seule une analyse par tronçons homogènes permet de dégager des enseignements techniques.
- Des traitements statistiques de type analyse factorielle des correspondances (AFC) et segmentation ont été mis en œuvre pour permettre l'exploitation des données recensées.
- Un audit basé sur des enquêtes utilisateurs et de nombreuses rencontres a également été effectué. Il s'est adressé aux 22 exploitants acheteurs habituels dans la zone d'étude, et aux autres utilisateurs qui fréquentent les routes (touristes, sportifs, socioprofessionnels, chasseurs...).

BILAN ET PROPOSITIONS TECHNIQUES

Seul et partiellement d'ailleurs, le bilan technique sera présenté ici. C'est, probablement, et de loin, le plus généralisable.

La perception des routes forestières par les gestionnaires et les usagers

Certains résultats des enquêtes ne sont pas sans intérêt et nous avons choisi ici d'en présenter quelques-uns.

- *L'avis des exploitants vis-à-vis du niveau de desserte*

Seulement 14 % jugent les routes encore insuffisantes.

Par contre 45 % considèrent qu'il manque encore des pistes.

Les difficultés techniques des dessertes encore à faire, le fait que celles-ci paraissent, sans doute désormais, comme souvent devoir être associées au câble fondent le sentiment de ces principaux utilisateurs que le réseau routier atteint bientôt son optimum.

- *L'avis des différents usagers vis-à-vis de l'état des routes forestières*

Jugement	Personnels ONF	Exploitants	Autres ⁽¹⁾
Bon état	34 %	22 %	58 %
État moyen	47 %	50 %	-
Mauvais état	19 %	28 %	42 %

(1) Chasseurs, socioprofessionnels et touristes.

On perçoit très nettement qu'un problème de qualité de l'entretien se pose. Question de finance parfois sans doute, mais, et c'était l'un des buts de l'étude, question de savoir-faire éventuellement. Tous ceux qui ont parcouru une route forestière de montagne se rendent compte de la difficulté d'un diagnostic sûr et d'un remède... durable. Certains points, liés à cet entretien ou liés à la qualité de la prestation offerte par une route et ses annexes techniques à un exploitant, nous ont paru mériter des questions plus détaillées.

• *L'avis des gestionnaires sur les équipements annexes*

	Nombre suffisant	Nombre insuffisant
Revers d'eau	56 %	48 %
Aqueducs	91 %	9 %
Places de croisement	89 %	11 %
Places de dépôt	83 %	17 %

	Satisfaisant	A améliorer
Lacets	83 %	17 %
Arrivées de pistes	86 %	14 %
Sorties sur le réseau public	70 %	30 %

Un essai de typologie

Dans un premier temps, nous avons tenté de dégager une typologie des routes forestières à partir des résultats de l'enquête 185. Une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée ⁽¹⁾. Toutefois cette AFC n'a pas permis, comme nous nous en doutions un peu, de dégager des types de routes. Chacune est beaucoup trop hétérogène et formée de tronçons contrastés. Ce résultat et surtout ce constat d'hétérogénéité ont permis de dégager des analyses et des synthèses pertinentes.

La création des routes forestières

Le bilan réalisé a permis de mettre au point une méthode simple mais fiable et robuste, pouvant être adoptée pour estimer des avant-projets. Il a servi pour donner quelques règles techniques dont l'oubli est à l'origine de gros problèmes d'entretien.

• *La programmation financière*

Avant toute création, les gestionnaires se trouvent confrontés à une phase de programmation financière. Il est souvent intéressant de pouvoir évaluer, même sommairement, le prix d'une réalisation future à partir de critères facilement estimables.

En montagne, les variables qui conditionnent fortement les prix aux kilomètres sont la pente en travers, la proportion de rocher et le nombre d'ouvrages, aussi est-il possible de proposer un outil simple de programmation qui permet d'approcher ces coûts d'investissement. La norme de programmation financière proposée résulte d'un tableau de croisement de ces variables. Les regroupements en classes ont été choisis pour leur pertinence vis-à-vis des travaux.

L'exemple présenté ici est calculé pour une largeur de plate-forme de 4,5 m ; des développements informatiques simples peuvent permettre de faire varier largeurs et prix unitaires à volonté.

(1) Nous remercions la Section technique interrégionale Sud-Ouest de l'ONF pour son aide lors de cette phase de notre travail.



Desserte d'une hêtraie du Couserans (Ariège)

Photo J.-M. AUBAN

Pente travers (%)	% rocher	Nombre ouvrages	Prix (F 1996) terrain naturel	Prix (F 1996) empierré
0-35	0-20	1 à 3	30 000	118 000
		4 à 6	49 000	137 000
	20-45	1 à 3	40 000	128 000
		4 à 6	59 000	147 000
	50-100	1 à 3	47 000	135 000
		4 à 6	67 000	155 000
40-55	0-20	1 à 3	57 000	145 000
		4 à 6	76 000	164 000
	20-45	1 à 3	83 000	171 000
		4 à 6	103 000	191 000
	50-100	1 à 3	99 000	187 000
		4 à 6	119 000	207 000
60 et +	0-20	1 à 3	175 000	263 000
		4 à 6	195 000	283 000
	20-45	1 à 3	261 000	349 000
		4 à 6	280 000	368 000
	50-100	1 à 3	330 000	418 000
		4 à 6	350 000	438 000

• *Les prescriptions techniques*

En matière de création, il apparaît qu'au niveau de la zone étudiée les contacts entre les différents concepteurs sont rares, ce qui implique des choix techniques en fait très diversifiés. Si cet état de fait peut constituer une richesse du point de vue de l'innovation, il semble toutefois que cela pénalise la cohérence.

Aussi, en ce qui concerne la conception des ouvrages, nous proposons une fiche de synthèse, qui reprend les choix les plus importants en matière de construction routière dans les Pyrénées. Sans vouloir constituer une véritable norme à laquelle on ne peut déroger, elle a pour vocation de définir un cadre objectif destiné à harmoniser les réalisations futures et à éviter certaines erreurs très souvent rencontrées et sources de problèmes parfois assez sérieux.

Rappelons qu'il est essentiel de réfléchir et, éventuellement, de mettre en œuvre des techniques différenciées par tronçon. **C'est l'un des défauts majeurs des routes actuelles que d'utiliser des techniques identiques tout au long de leur tracé.**

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES : EXTRAITS DE PROPOSITIONS *

• **Pente en long**

Minimum : 4 % ; maximum : 8 %

• **Au passage de zones mouilleuses la pente sera augmentée (8 %)**

• Dans les lacets et courbes à faible rayon (< 30 m), la pente n'excédera pas 5 %

• **Les tronçons plats (≤ 3 %) sont interdits**

• Les pentes ≥ 9 % sont à n'utiliser qu'exceptionnellement et dans tous les cas pour des distances < 100 m.

• **Aqueducs et revers d'eau**

Sur le réseau secondaire, au passage des ruisseaux de type torrentiel, **les radiers seront préférés aux aqueducs**. Pour les ruisseaux de type torrentiel, le **dimensionnement des aqueducs sera calculé et non empiriquement estimé** (formules : on pourra, entre autres, se rapprocher des services RTM). Ils seront mis en place avec une pente de 10 %.

Toutes les routes seront équipées de revers d'eau. Une pente de 10 % est obligatoire. Les revers d'eau conseillés sont métalliques (épaisseur du fer : 5 mm, passage d'eau : 12 x 10 cm). Ils sont scellés en 3 points prévus, à l'aide de béton.

Pente en long	Équidistance
4 %	120 à 150 m
5 %	100 à 120 m
6 %	70 à 90 m
7 %	60 à 70 m
8 %	40 à 60 m

* Les propositions concernant les largeurs (de chaussée, de plate-forme...), les lacets... ne sont pas reprises ici. Un mémento complet est en préparation.

• Dévers et fossé

Zone	Pente en travers (%)	% rocher	Type de la voie	Dévers
Humides	> 65			amont + fossé
	< 65			aval + fossé*
Sèches	> 65			amont + fossé
	< 65	< 50	principale	amont + fossé
			secondaire	aval*
		> 50		aval*

* en fait, le dévers aval ne sera pas adopté : les grumiers avec essieu de remorque arrière pivotant risquent de riper.

• Talus

Les talus sont presque toujours trop raides : ils s'écroulent, bouchant les fossés... Ne pas hésiter, si possible, à les reprendre complètement pour leur donner la pente suggérée ci-dessous.

Pente en travers	Nature du terrain %	Type de talus amont
> 65	< 50 - Terre	1/1 + mur
	> 50 - Rocher	3/2 ou 4/1 selon terrain + mur
< 65	< 50 - Terre	1/1
	> 50 - Rocher	3/2 ou 4/1 selon terrain

Engazonnement systématique des talus de grande hauteur et non seulement en zone de forte sensibilité paysagère. Attention à la **provenance des mélanges de graines** : éviter les pollutions des populations herbacées locales (voir Conservatoire botanique local).

Des passages pour les ongulés seront aménagés dans les talus rocheux de forte pente.

• Les déblais

Transport systématique (ou, mieux, concassage sur place) des déblais pour pentes en travers :

- > 55 % (rocher)
- > 65 % (tous terrains)

• Les annexes

Une place de dépôt d'une capacité de 150 m³ minimum sera aménagée à l'arrivée de toutes les pistes. Ces places de dépôt, d'une centaine de m², seront conçues de façon à pouvoir être utilisées également pour le croisement des véhicules. Elles seront notamment implantées au même niveau que celui de la plate-forme.

Une place de retournement sera créée au minimum tous les 5 km, afin d'éviter aux grumiers d'aller systématiquement jusqu'au bout de la route.

• La signalisation

Toutes les routes ouvertes à la circulation seront équipées de panneaux de signalisation sécuritaires (virages dangereux, zone d'éboulement...) et de panneaux indiquant le nom de la voie. **Partout, un minimum de signalisation géographique** (lieu-dit de la carte IGN) : la route ne figure pas toujours sur les cartes !

L'entretien des routes forestières

Alors que le rythme des créations est appelé à s'infléchir, l'entretien de réseaux toujours plus étendus constitue déjà la problématique prépondérante.

Aujourd'hui l'enjeu est de maintenir l'immense réseau déjà existant à un niveau de service satisfaisant et ce sans aucun danger pour la stabilité des versants (Hurand, 1994). Pour la gestion de cet outil, les exploitants ont un rôle important à jouer que certains ont bien compris (Les Forestières La Rochette, 1994).

- *Les variables qui conditionnent l'entretien*

Si le dénominateur commun à toutes les zones à problèmes est souvent le "facteur eau" (eaux de ruissellement, eaux d'infiltration, humidité atmosphérique), il est toutefois difficile d'avancer une hiérarchisation des nombreuses variables qui conditionnent cet entretien.

Afin de tenter d'atteindre ce résultat, nous avons procédé à une analyse de 200 tronçons (pour 41 km) de routes forestières.

Sur chaque tronçon homogène ont été relevées 12 variables :

- des variables du milieu : altitude, exposition, confinement, géologie, pente en travers, proportion de rocher, nombre de ruisseaux ou mouillères ;
- des variables liées à l'ouvrage : dévers, pente en long, pente des talus, revêtement, nombre de revers d'eau.

Sur chaque tronçon a été attribué :

- un niveau d'entretien correspondant au volume de travaux d'entretien réalisé : trois classes ont ainsi été définies : 0 = faible entretien, + = entretien moyen, ++ = entretien élevé ;
- un niveau d'état : - = mauvais état, 0 = état moyen, + = très bon état.

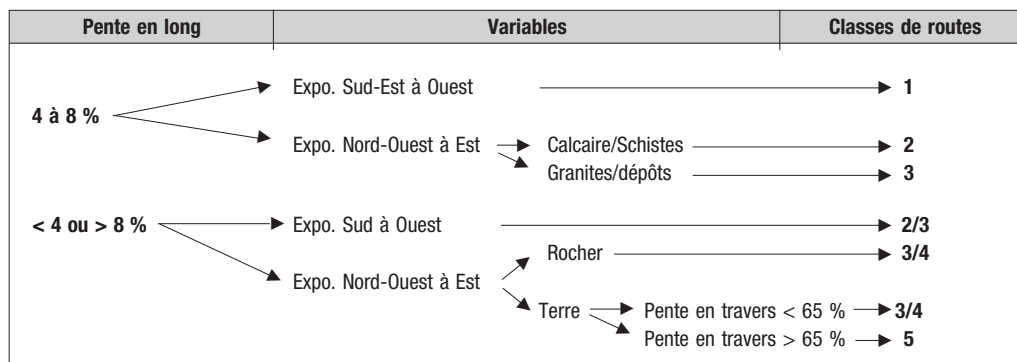
Ces deux critères ont été croisés afin de parvenir à une échelle progressive visant à reproduire des classes de routes pertinentes vis-à-vis de l'entretien (13^e variable).

Entretien	État		
	+	0	-
0	1	2	3
+	2	3	4
++	3	4	5

Cinq classes de routes ont ainsi été définies. Une analyse statistique de type segmentation a été effectuée sur les 200 tronçons étudiés : elle consiste à individualiser une variable parmi les 13 choisies (en l'occurrence les classes de routes) et tenter d'expliquer au mieux cette variable à partir des 12 autres.

Le schéma p. 243 représente l'arborescence proposée par la segmentation en fonction des variables les plus discriminantes.

La variable la plus discriminante est la pente en long. Viennent ensuite l'exposition, la proportion de rocher et la géologie, enfin la pente en travers.



Les routes qui nécessitent le moins d'entretien (classe 1) sont celles dont la pente est comprise entre 4 et 8 % et situées aux expositions les plus chaudes (Sud à Ouest).

Les routes qui au contraire demandent un fort entretien (classe 5) sont celles :

- dont la pente est nulle ou très forte ($\geq 9\%$),
- situées à des expositions fraîches (Nord à Est),
- dont le pourcentage de rocher est faible,
- dont les pentes en travers sont supérieures à 65 %.

Il semble pertinent que la pente en long soit prise en compte au premier niveau de la segmentation. En effet, c'est elle qui influence fortement les dégradations de la chaussée (nids de poule sur terrain plat, ravinement dans les zones de forte pente), dégradations de chaussée qui consomment les plus grosses parts des crédits d'entretien (curage revers d'eau, réparations nids de poules, reprofilage, rechargement ponctuel).

Au deuxième niveau avec les expositions, corrélées au nombre de ruisseaux et de mouillères, le "facteur eau" s'exprime très clairement, c'est lui qui conditionne toutes les réparations de chaussée, mais aussi les curages de fossés et les reprises de talus.

Cette variable exposition va nous permettre de définir deux types de route qui seront repris dans la suite de l'étude :



La proportion de rocher et la géologie (les routes en contexte granitique ou dépôts morainiques) résument bien les contraintes géotechniques.

Quant à la pente en travers, lorsqu'elle est supérieure à 65 %, on observe logiquement des problèmes de talus, de chutes de pierres, d'avalanches et enfin de stabilité de plate-forme.

• *Les propositions pour améliorer la gestion de l'entretien*

Afin de parvenir à un entretien efficace et homogène du réseau forestier, il nous semble indispensable :

- que les **routes soient suivies par tronçons** comme on suit les parcelles par sous-parcelles. Dans un premier temps, on se contentera de distinguer les tronçons en fonction de la pente en long (plats, pente moyenne, forte pente). Nous sommes certains que cette segmentation très simple constituera un progrès considérable en matière d'entretien des routes que la globalité ne permet ni de comprendre ni de programmer ;
- la mise en place d'une **visite annuelle du réseau** en tenant bien une fiche séparant les tronçons ;

J.-M. AUBAN - M. BARTOLI

Norme d'entretien

2	Routes plates
S	èches

Tâches élémentaires	Description	Coût/km	Périodicité	Coût/km/an
Curage revers d'eau/fossés/aqueducs	Entretien chaussée indifférencié manuel, qui en un seul passage permet le débouchage des revers d'eau ou saignées, le nettoyage des aqueducs, et de petits tronçons de fossés.	150 F	1 an	150 F
Bouchage nids de poules	Bouchage nids de poule après décapage à bords francs puis compactage impératif.	600 F	2 ans	300 F
Curage fossés	Réouverture mécanique de fossés à l'aide d'un godet de forme trapézoïdale monté sur un bras de pelle.	4 000 F	3 ans	1 330 F
Fauchage accotements/talus	Fauchage à l'aide d'un broyeur à axe vertical monté sur un bras (type épaveuse).	1 200 F	3 ans	400 F
Reprofilage/compactage	Nivellement et reprise du dévers à l'aide d'une niveleuse puis compactage au rouleau.	2 700 F	6 ans	450 F
Divers imprévus	Ce sont par exemple des travaux du type : nettoyage éboulement, ou aqueduc, apport ponctuel de matériaux d'empierrement, ou encore enlèvement chablis. Forfaitairement estimé à 10 %.			260 F
			Total	2 890 F

Norme d'entretien

2	Routes plates
H	umides

Tâches élémentaires	Description	F/km	Périodicité	F/km/an
Curage revers d'eau/fossés/aqueducs	Entretien chaussée indifférencié manuel, qui en un seul passage permet le débouchage des revers d'eau ou saignées, le nettoyage des aqueducs, et de petits tronçons de fossés.	150 F	1 an	150 F
Bouchage nids de poules	Bouchage nids de poule après décapage à bords francs puis compactage impératif.	600 F	1 an	600 F
Curage fossés	Réouverture mécanique de fossés à l'aide d'un godet de forme trapézoïdale monté sur un bras de pelle.	4 000 F	2 ans	2 000 F
Fauchage accotements/talus	Fauchage à l'aide d'un broyeur à axe vertical monté sur un bras (type épaveuse).	1 200 F	2 ans	600 F
Reprofilage/compactage	Nivellement et reprise du dévers à l'aide d'une niveleuse puis compactage au rouleau.	2 700 F	5 ans	540 F
Divers imprévus	Ce sont par exemple des travaux du type : nettoyage éboulement, ou aqueduc, apport ponctuel de matériaux d'empierrement, ou encore enlèvement chablis. Forfaitairement estimé à 10 %.			390 F
			Total	4 280 F

Technique et forêt

— la mise en œuvre de **normes simplifiées d'entretien**, destinées à fixer les périodicités des travaux et les coûts d'entretien, en fonction de types de routes. Méry (1994) montre qu'une "auscultation visuelle suffisamment codifiée" est suffisante ;

— un suivi des dépenses concernant les routes au niveau des tronçons définis et non au niveau de la route dans son ensemble.

• Les exemples de normes proposées

La hiérarchisation des variables, résultat de la segmentation, a été utilisée pour l'élaboration de **normes d'entretien des routes forestières dont la vocation est expérimentale**. Elles ressemblent aux premières normes de travaux sylvicoles en vigueur à l'ONF, à la fois normes de programmation un peu grossière et, surtout, éléments de discussion pour en améliorer la précision et la logique.

En ne retenant que les deux premiers niveaux (pente en long et exposition) de l'arborescence afin de ne pas trop compliquer, 6 normes ont été élaborées :

1-S : routes pente moyenne sèches	1-H : routes pente moyenne humides
2-S : routes plates sèches	2-H : routes plates humides
3-S : routes forte pente sèches	3-H : routes forte pente humides

Nous présentons ici deux exemples de ces normes (tableaux ci-contre, p. 244) qui correspondent au cas de figure le plus complet, celui des routes empierrées équipées d'un fossé.

Des périodicités ont été fixées, elles correspondent à des moyennes, en sachant bien qu'elles restent soumises à un **impondérable très important : le facteur météo**. Ainsi le curage des ouvrages est évidemment nécessaire après chaque orage.

Les prix, quant à eux, ont été fixés à partir des comptes rendus de travaux en forêt domaniale. Ils sont à réévaluer régulièrement.

Des normes de ce type pourront facilement être intégrées dans des projets d'aménagement, pour fortement améliorer leurs estimations financières. Séparer les routes en tronçons, comme on le fait pour les sous-parcelles, les placer dans une "série" particulière pour les gérer (presque) comme le reste, permettra de leur accorder la part qui leur revient.

CONCLUSIONS

Dans notre démarche, nous ne cherchions pas de techniques nouvelles. Nous avons, parfois, retrouvé des éléments déjà prônés par E. Guinier en ... 1880. Mais notre constat montre que l'énorme effort routier réalisé depuis 15-20 ans a, parfois, conduit à ne plus assez réfléchir à certains détails techniques. Imperfections que le budget d'entretien va vite mettre en évidence. Et si la route, ou plutôt l'ensemble de ses tronçons, est sans reproche, nous espérons avoir apporté des outils d'aide à la réflexion et à la décision. Le bilan de quinze ans d'intensifs travaux routiers permet ainsi de se tourner vers l'avenir.

J.-M. AUBAN
Division d'Isère-Sud
OFFICE NATIONAL DES FORÊTS
9, quai Créqui
F-38026 GRENOBLE CEDEX

M. BARTOLI
Mission Forêts de Montagne
OFFICE NATIONAL DES FORÊTS
23bis, boulevard Bonrepos
F-31000 TOULOUSE

Ce travail a été réalisé par J.-M. Auban dans le cadre de la Formation d'Ingénieurs forestiers de l'ENGREF, et a été financé par la Direction technique et commerciale de l'Office national des Forêts.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBAN (J.-M.). — 30 ans de routes forestières dans les Pyrénées. — Nancy : ENGREF, juin 1996. — 71 p. + annexes (Mémoire de 3^e année FIF).
- DEBLAIZE (M.). — La Réalisation des réseaux de desserte. Les schémas de desserte de voirie et d'équipement forestier dans les Pyrénées. — *Revue forestière française*, n° spécial "le Fonds forestier national a 40 ans", 1987, pp. 97-102.
- DE MEERLEER (P.). — Mobilisation des bois dans un massif de montagne. Schéma de desserte intégrée du Massif de Melles (Haute-Garonne). — *Revue forestière française*, vol. XLVII, n° 5, 1995, pp. 531-545.
- GUINIER (E.). — Les Chemins forestiers en montagne. — *Revue des Eaux et Forêts*, juillet-août 1880, pp. 289-299, 337-349.
- HURAND (A.). — Gestion forestière et risques naturels. — ONF Midi-Pyrénées, 1994. — 63 p.
- LES FORESTIÈRES LA ROCHETTE. — Recommandations pour une exploitation forestière respectueuse de l'environnement. — juin 1994. — 12 p.
- MAFFENINY (M.-F.), MOREL (M.). — La Stratégie forestière régionale : une démarche exemplaire en Midi-Pyrénées. — *Arborescences*, n° 51, juillet-août 1994, pp. 42-43.
- MERY (J.). — Comment évaluer de façon objective les besoins en entretien des réseaux routiers forestiers ?. — *Arborescences*, n° 50, mai-juin 1994, pp. 12-13.
- MOREL (M.). — Le Câble dans les Pyrénées. Vers une desserte forestière intégrée... — *Arborescences*, n° 43, mars 1993, pp. 16-20.

LES ROUTES FORESTIÈRES DE MONTAGNE. BILAN ET PROPOSITIONS TECHNIQUES. L'EXEMPLE DES PYRÉNÉES CENTRALES (Résumé)

Dans les Pyrénées centrales, depuis vingt ans, il a été créé 2 400 km de réseau routier forestier. Le bilan technique (partie d'un bilan réalisé plus complet) est présenté pour être utilisé à l'avenir.

Pour les projets de nouvelles routes, une approche simple d'estimation financière d'un projet est proposée. Des prescriptions techniques sont recommandées allant des revers d'eau aux pentes des talus.

L'entretien devient un enjeu majeur pour les propriétaires. Optimiser les techniques et les dépenses à mettre en œuvre n'est possible que si l'on scinde les routes forestières en tronçons homogènes. Une typologie de ces tronçons est mise au point et des approches de normes d'entretien proposées.

FOREST ROADS IN MOUNTAINOUS REGIONS. ASSESSMENT AND TECHNICAL PROPOSALS. AN EXAMPLE IN THE CENTRAL PYRENEES (Abstract)

2 400 km of forest roads have been built in the Central Pyrenees over the last 20 years. A technical assessment (part of an overall evaluation) is presented for future use.

A simple cost estimation method for new construction is provided together technical recommendations covering various requirements from the gradient of water way to that of batters.

Maintenance is becoming a major problem for owners. Optimizing methods and costs can be achieved only by dividing up the roads into segments of analogous types. The article develops a typology for road segments and offers an approach to maintenance standards.
