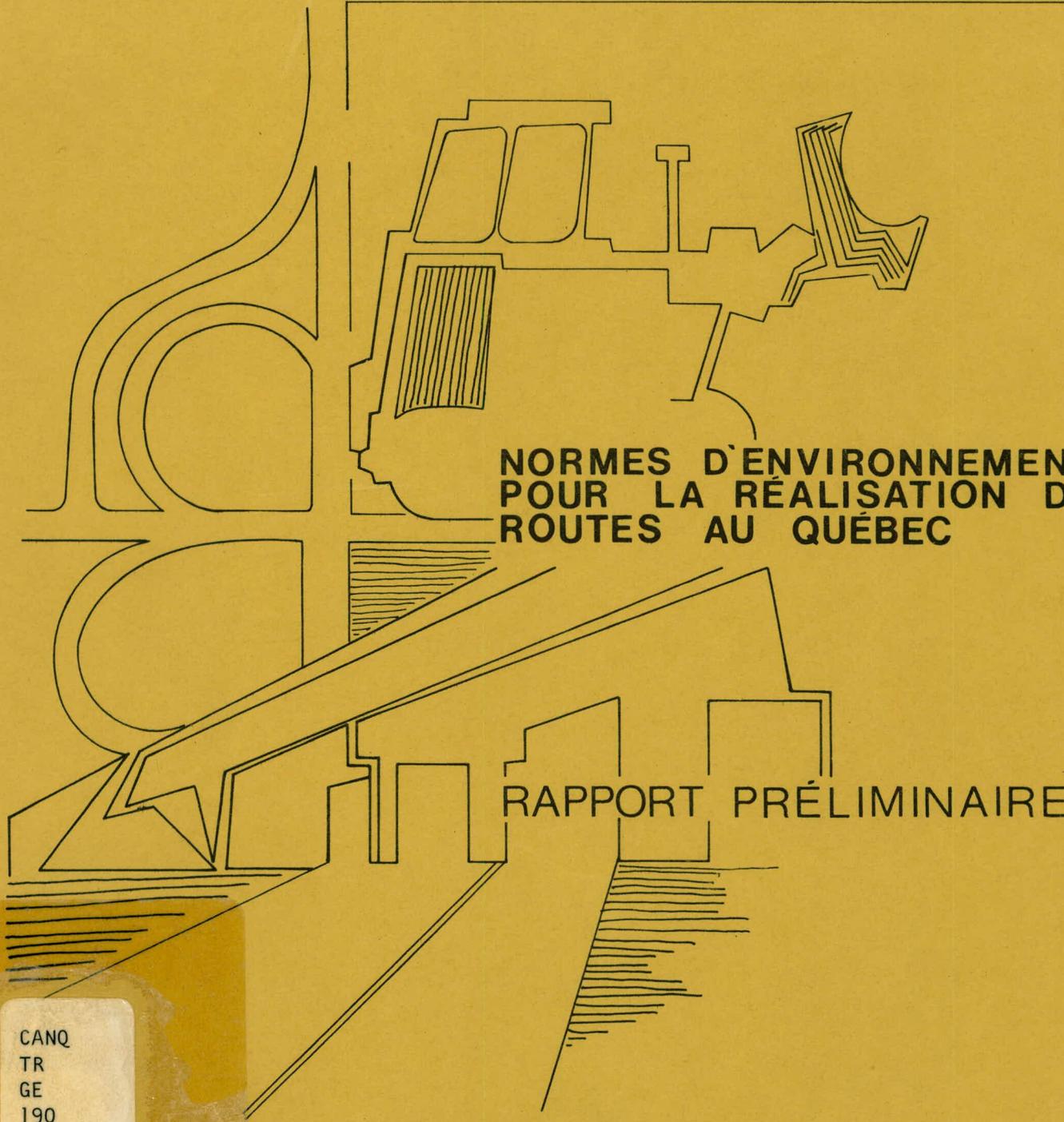




MINISTÈRE DES TRANSPORTS

Direction générale du génie

Direction de la Circulation



NORMES D'ENVIRONNEMENT  
POUR LA RÉALISATION DE  
ROUTES AU QUÉBEC

RAPPORT PRÉLIMINAIRE

CANQ  
TR  
GE  
190  
Prélim.

Octobre 1976

~~MINISTÈRE DES TRANSPORTS  
SERVICE DE L'ENVIRONNEMENT  
256 EST BUREAU 1150 1<sup>er</sup> ÉTAGE  
MONTREAL, QUÉBEC H2M 1L5~~

472794

**ROCHE**  
Associés ltée  
Groupe-conseil

3350, La Pérade,  
Ste-Foy, Québec,  
G1X 2L7  
(418) 653 9236

**REÇU**  
CENTRE DE DOCUMENTATION  
AOU 7 1991  
TRANSPORTS QUÉBEC

Sainte-Foy, le 27 octobre 1976

M. Raymond Mailloux  
Ministre des Transports  
Cité Parlementaire  
Complexe "H"  
Québec, P.Q.

Objet: Normes d'environnement pour la  
réalisation de routes au Québec

Monsieur le Ministre,

Suite au mandat que vous nous avez confié con-  
cernant le projet mentionné en titre, il nous  
fait plaisir de vous soumettre le rapport final  
que nous avons préparé à ce sujet.

Ce document élabore des normes préliminaires d'or-  
dre pratique touchant de nombreux domaines re-  
liés à l'aménagement et à l'exploitation de routes  
et visant à assurer la sauvegarde et la protection  
du milieu naturel.

Ces normes d'environnement s'inspirent largement  
d'un travail pr c dent réalisé par notre Groupe-  
conseil pour le compte d'Environnement Canada.

Nous vous sommes reconnaissants de la confiance  
que vous nous avez témoignée et nous demeurons à  
votre disposition pour toute précision ultérieure  
concernant ces normes.

Veuillez agréer, Monsieur le Ministre, l'expres-  
sion de nos salutations distinguées.

ROCHE ASSOCIES LTEE

Pierre Lacroix, ing., Ph.D.

PL/hr

P.J.

QMTRA  
CANQ  
TR  
GE  
190  
Prélim.



- Infrastructure municipale.
- Environnement.
- Urbanisme.
- Aménagements hydrauliques.
- Transport.
- Structure.
- Informatique.
- Mécanique.
- Electricité.
- Travaux maritimes.



Membre  
de l'Association  
des Ingénieurs-Conseils  
du Canada

TABLE DES MATIERES

	<u>PAGE</u>
LETTRE DE TRANSMISSION	
TABLE DES MATIERES	i
AVANT-PROPOS	vii
 <u>SECTION I - INTRODUCTION</u>	
GENERALITES	1-1
Exigences écologiques	1-2
Exigences esthétiques	1-3
GUIDE DE L'UTILISATEUR	1-3
Planification	1-4
Conception	1-4
Construction	1-4
Entretien	1-4
Mise hors service	1-5
Bibliographie	1-5
 <u>SECTION II - PLANIFICATION</u>	
APERCU GENERAL	2-1
CORRIDOR - EXIGENCES ECOLOGIQUES	2-5
Considérations d'ordre général	2-5
Roches, sols peu profonds et pentes raides	2-7
Contrôle de l'érosion et du drainage	2-9
Pergélisol	2-10

Lacs et cours d'eau	2-10
Franchissement des cours d'eau	2-13
Zones naturelles sensibles	2-14
 CORRIDOR - EXIGENCES ESTHETIQUES	 2-15
Considérations d'ordre général	2-15
Zones culturelles sensibles	2-15
Lacs et cours d'eau	2-19
Terrains humides et marécages	2-19
Affleurements rocheux et blocs	2-19
Végétation	2-19
Pentes raides et autres particularités topographiques	2-21
Zones d'arrêt possibles	2-21
 TRACE - EXIGENCES ECOLOGIQUES	 2-23
Considérations d'ordre général	2-23
Eléments géométriques	2-23
Lacs et cours d'eau	2-27
Franchissement des cours d'eau	2-27
Faune terrestre et aquatique	2-29
 TRACE - EXIGENCES ESTHETIQUES	 2-31
Considérations d'ordre général	2-31
Eléments géométriques	2-33
 CONNAISSANCE DU MILIEU - ELEMENTS BIOPHYSIQUES	 2-43
Considérations d'ordre général	2-43

Sols	2-44
Hydrologie	2-46
Ecologie	2-48
Zones sensibles	2-49
Zones naturelles sensibles	2-50

CONNAISSANCE DU MILIEU - ELEMENTS CULTURELS 2-53

Considérations d'ordre général	2-53
Zones culturelles sensibles	2-53
Zones panoramiques	2-54
Zones récréatives	2-54
Zones historiques	2-55

CONNAISSANCE DU MILIEU - RESTRICTIONS OPERATIONNELLES 2-57

Restrictions opérationnelles	2-57
------------------------------	------

SECTION III - CONCEPTION

CONCEPTION - EXIGENCES ECOLOGIQUES 3-1

Défrichage	3-1
Essouchage	3-6
Déblais et remblais	3-7
Excavation et remblayage dans le pergélisol	3-9
Zones d'emprunt	3-12
→ Contrôle de l'érosion et du drainage	3-16
Excavation de fossés dans le pergélisol	3-21
Problèmes de glace	3-22
Erosion éolienne	3-25

Végétation et stabilisation des talus	3-26
Franchissement des cours d'eau	3-29
Conception hydraulique	3-28
Passage des poissons	3-30
Design de ponceau	3-34
Design des ponts	3-40
Ouvrages temporaires de franchissement	3-42
Protection de la faune terrestre	3-44
Considérations sur le contrôle du bruit	3-46
Camps d'ouvriers	3-47
Hygiène et élimination des déchets	3-48

#### CONCEPTION - EXIGENCES ESTHETIQUES

Généralités	3-53
Déboisement	3-54
Déboisement panoramique	3-56
Bancs d'emprunt	3-57
Déblais et remblais	3-59
Ouvrages de drainage et ponts	3-60

#### SECTION IV - CONSTRUCTION

CONSTRUCTION - ASPECTS GENERAUX	4-1
---------------------------------	-----

CONSTRUCTION - EXIGENCES ECOLOGIQUES	4-3
--------------------------------------	-----

Séance d'information	4-3
Méthodes d'arpentage	4-5
Déboisement et défrichage	4-6
Travaux de terrassement et exigences pour l'excavation	4-10

Bancs d'emprunt	4-12
Routes d'accès et circulation des véhicules	4-13
Construction des routes d'hiver	4-16
Habitats de la faune terrestre et aquatique	4-17
Contrôle de l'érosion et drainage	4-21
Explosifs	4-23
Prévention et contrôle des incendies	4-24
Manipulation et entreposage des carburants	4-26
Entretien du camp et activités connexes	4-30

#### CONSTRUCTION - EXIGENCES ESTHETIQUES 4-31

Considérations d'ordre général	4-31
Découvertes historiques et archéologiques	4-31
Restauration et nettoyage des lieux	4-32
Contrôle et surveillance écologiques	4-34

#### SECTION V - ENTRETIEN

---

ENTRETIEN - EXIGENCES ECOLOGIQUES ET ESTHETIQUES	5-1
Considérations d'ordre général	5-1
Entretien de la chaussée	5-2
Entretien de l'emprise	5-6
Arbres	5-9
Plantes nuisibles	5-11
Déchets	5-11
Entretien des systèmes de contrôle de l'érosion et du drainage	5-12
Problèmes de glace	5-13
Franchissement des cours d'eau	5-14
Programme de surveillance	5-15

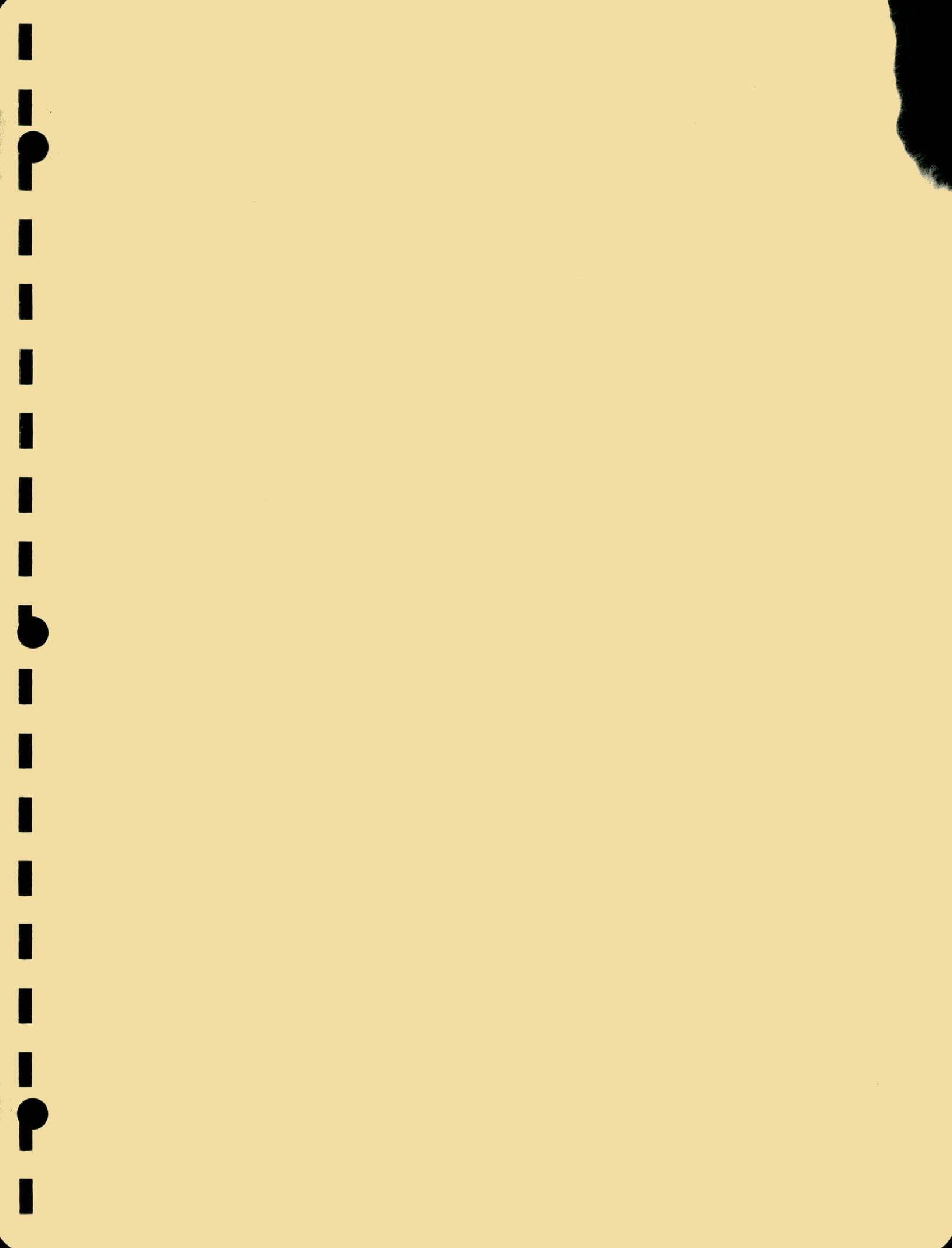
SECTION VI- MISE HORS SERVICE

MISE HORS SERVICE DES VOIES DE CIRCULATION - EXIGENCES  
ECOLOGIQUES ET ESTHETIQUES 6-1

Considérations d'ordre général 6-1

Mise hors service et réaménagement 6-1

BIBLIOGRAPHIE B-1



## AVANT-PROPOS

Ce document fait suite à l'autorisation\* obtenue par le Ministère des Transports du Québec auprès d'Environnement Canada, de traduire et d'utiliser pour leurs propres fins le rapport intitulé "Environmental Guidelines for Highways and Railways" (octobre 1976), préparé par le Groupe-conseil Roche Associés Limitée.

Ce manuel a pour objet de spécifier les exigences écologiques et esthétiques qui devraient s'appliquer à la planification, la conception, la construction, l'entretien et la mise hors service des routes actuelles ou futures.

Ces normes s'adressent à une multitude d'individus impliqués dans la réalisation de routes, incluant entre autres les personnes préposées à la planification et au design, les entrepreneurs, les travailleurs de la construction, le personnel préposé à l'entretien, etc.

Compte tenu que le développement de nouvelles routes doit être conçu avec la nature et doit respecter non seulement les processus sociaux, économiques et techniques mais aussi les processus écologiques, on peut prévoir que le présent document devra, au besoin, être mis à jour sur la base de nouveaux objectifs en matière de conservation et de protection des écosystèmes et de nouvelles techniques pour l'utilisation et la mise en valeur des ressources naturelles.

---

\* Lettre de M. Nick Tywoniuk, Chef, Division de l'évaluation et du contrôle des incidences écologiques, Service de protection de l'environnement, en date du 31 mai 1976.



# INTRODUCTION

1-1. GENERALITES. Ces normes d'environnement concernant la réalisation de routes ont été conçues comme des critères techniques applicables à l'aménagement et à l'exploitation des réseaux routiers. Elles se présentent comme des règles de bonne pratique dans les domaines suivants: la planification (incluant le choix de corridors et de tracés et les études écologiques de base ), la conception, la construction, l'entretien et la mise hors service.

1-2. Ce manuel fournit des normes à caractère pratique qui seront utiles aux équipes chargées de la planification des systèmes routiers, aux projeteurs, aux gestionnaires des travaux de construction, aux travailleurs de la construction, au personnel préposé à l'entretien, etc...

1-3. Ces règles n'établissent pas de nouveaux standards, mais soulignent les exigences et les procédures à utiliser lors de la planification, la conception, la construction, l'entretien et la mise hors service des routes actuelles ou futures afin de préserver les valeurs écologiques et esthétiques tout en satisfaisant aux exigences de la technologie actuelle du transport terrestre.

1-4. Le manuel n'essaie pas d'imposer des règles rigides à la pratique courante; il est plutôt conçu de façon à fournir un cadre limitatif applicable à l'aménagement et à l'exploitation des routes, à savoir:

1. le souci de la protection écologique élémentaire qui doit intervenir dans tous les travaux de planification, de conception, de construction, d'entretien et d'abandon;
2. les contrôles secondaires qui sont imposés en sus des précédents et qui favorisent surtout la qualité esthétique des installations exposées à la vue du public.

1-5. Ce manuel essaie de définir le concept de l'esthétique au-delà de la subjectivité ou de la définition du dictionnaire. En général, les considérations esthétiques incluses dans ce manuel peuvent s'évaluer objectivement et touchent la beauté ou la laideur du paysage. Lorsqu'elles sont envisagées du point de vue écologique et intégrées aux objectifs de développement normal d'une route, les questions d'ordre esthétique aideront à créer un équipement routier fonctionnel, agréable à l'oeil et répondant autant aux exigences tant sociales qu'économiques.

1-6. **EXIGENCES ECOLOGIQUES.** D'abord, ces directives concernent la protection du milieu naturel contre toute détérioration. Puisque l'aménagement vise à continuer ou à accentuer le développement des systèmes routiers, il est important de s'assurer que soient protégées au maximum les zones sensibles tels que les marécages, les tourbières, les zones de pergélisol, les habitats de la faune terrestre et aquatique, les fonds de vallée, les plaines sujettes aux inondations, les lacs, etc., ayant un écosystème fragile. Les contraintes d'ordre écologique visent donc à protéger ces zones naturelles.

1-7. **EXIGENCES ESTHETIQUES.** Les exigences d'ordre visuel s'appliquent principalement aux voies routières destinées à un usage public. La sélection et l'organisation des critères visuels varieront dans un contexte naturel donné, selon l'approche et le type de service envisagé.

1-8. Dans bien des situations, il sera nécessaire d'appliquer seulement les exigences d'ordre écologique. D'autre part, les exigences d'ordre visuel s'appliqueront toujours de concert avec les exigences écologiques lorsque ces dernières seront requises.

1-9. Les critères écologiques ont été basés en partie sur le fait qu'il est techniquement correct de respecter le milieu naturel; les critères esthétiques reposent sur le fait que les solutions concordantes se révèlent en même temps acceptables sur le plan visuel.

1-10. GUIDE DE L'UTILISATEUR. Ce manuel expose les règles de bonne pratique aux agents du gouvernement provincial engagés dans la planification, la conception, la construction, l'entretien et la mise hors service de voies routières.

1-11. L'utilisation de ce manuel devrait favoriser une approche logique au problème de la protection du milieu naturel et assurer que la meilleure technologie soit mise en oeuvre. Ces règles sont destinées à être appliquées aux régions rurales et peuvent ne pas s'appliquer spécifiquement à des régions urbaines.

1-12. Ce manuel fournit des règles touchant de nombreux domaines reliés à la réalisation de routes. Il comprend des

normes relatives aux étapes suivantes: (1) planification; (2) conception; (3) construction; (4) entretien et (5) abandon des routes.

1-13. PLANIFICATION. La planification de voies routières telle que décrite dans cette section fait référence à tous les aspects de l'environnement naturel affectant cette étape. Ces aspects comprennent le choix de corridors routiers et de tracés de routes ainsi que la connaissance du milieu naturel.

1-14. CONCEPTION. La section 3 indique les critères applicables aux différents travaux d'amélioration et de conception des infrastructures routières. Son but est de rendre le projecteur de routes conscient de sa responsabilité de minimiser l'impact des travaux sur l'environnement naturel et de proposer des méthodes qui permettront d'éviter ou de réduire les perturbations écologiques et/ou esthétiques.

1-15. CONSTRUCTION. La section 4 contient des règles détaillées permettant aux travailleurs de la construction de prendre conscience des inter-relations qui peuvent exister entre les actions escomptées et le milieu environnant. Cette section fournit à l'ouvrier et à son supérieur des idées et des conseils sur les techniques à employer dans leur travail quotidien, propres à assurer la protection du milieu naturel.

1-16. ENTRETIEN. Cette section mentionne les méthodes d'entretien les plus efficaces pour garantir la sécurité, la protection et l'ambiance agréable d'une route tant qu'elle est en service.

1-17. MISE HORS SERVICE. Dans la section 6, le manuel indique les critères de restitution et de restauration à l'état naturel original du territoire où des routes ont été abandonnées.

1-18. BIBLIOGRAPHIE. L'utilisateur qui désire approfondir l'un ou l'autre sujet abordé dans ce document n'a qu'à consulter les ouvrages numérotés, cités en référence.

Planifi-  
cation

## PLANIFICATION

2-1. APERCU GENERAL. La réalisation de nouvelles voies routières entraîne souvent des conflits d'allocations de ressources non renouvelables telles que l'espace et le sol, ou difficilement renouvelables comme l'eau, la forêt, etc.

2-2. Les infrastructures routières peuvent engendrer, avec plus ou moins d'intensité, certaines émissions, mais surtout, elles sont à l'origine d'une foule d'impacts secondaires dont le niveau cumulatif peut être beaucoup plus important que celui anticipé lors de la planification du projet.

2-3. Il est important de considérer que l'établissement d'un corridor routier a bien souvent pour effet d'orienter et d'intensifier le développement de toute une région.

2-4. La planification de toutes les nouvelles voies routières devrait faire l'objet d'études très complètes afin de permettre que le développement économique ne se fasse pas au détriment de la qualité de notre milieu de vie.

2-5. Il est nécessaire de recourir à une approche multidisciplinaire pour s'assurer que la planification de nouvelles routes tienne compte de toutes les ressources et éléments naturels du milieu tels que le sol, l'eau, la forêt, les espaces récréatifs, les ressources minérales, la faune, l'esthétique et l'aménagement futur du territoire.

2-6. Dans le but d'éviter de perturber certaines zones critiques et importantes, il faudra que toutes les zones sensibles soient identifiées et analysées à la lumière des critè-

res exposés dans la section sur la connaissance du milieu (section 2-112).

2-7. Lorsqu'une nouvelle route doit traverser une région comportant des zones sensibles au point de vue culturel, celle-ci devra respecter les exigences esthétiques présentées dans les sections 2-51 et 2-85.

2-8. Bien qu'il soit nécessaire de rendre une route aussi attrayante que possible aux humains, il est tout aussi et même plus important de préserver les écosystèmes en présence en respectant les exigences écologiques présentées aux sections 2-10 et 2-68.

2-9. La planification de nouvelles voies routières doit être faite en consultation avec les différentes agences gouvernementales concernées et les populations touchées.

2-10. Les études pour le choix d'un corridor ( ou d'un tracé) routier sont généralement effectuées selon les critères de planification suivants: <sup>(1)</sup>

1. déterminer les frontières géographiques du territoire à l'étude.
2. choisir les techniques cartographiques et les méthodes de traitement des données.
3. énumérer et cartographier toutes les données de base naturelles et culturelles recueillies.
4. élaborer la méthodologie à suivre pour sélectionner

tionner les corridors alternatifs possibles et cartographier à l'aide des données de base les zones écologiques incompatibles à l'implantation d'une route.

5. évaluer le degré d'importance de chaque restriction ou limitation par ordre de sensibilité au changement et intégrer les cartes de restrictions en une seule carte synthèse.
6. déterminer différents corridors optionels en utilisant les régions ou zones satisfaisant le mieux aux critères en jeu.
7. vérifier, étudier ces corridors sur le terrain et retenir ceux qui méritent une étude plus approfondie.
8. analyser à fond les corridors qui présente le meilleur potentiel et formuler des mesures de protection et d'aménagement spéciales pour les zones sensibles sujettes à être affectées par la route.
9. arrêter le choix final du corridor et formuler les dernières recommandations.

2-11. Les règles de base de planification présentées dans les pages suivantes s'appliquent à trois grandes étapes de la planification routière:

1. corridor - défini comme un parcours selon lequel la route sera construite;
2. tracé - défini comme étant la localisation en plan et en profil de la route par rapport à

la topographie et autres particularités du milieu;

3. connaissance du milieu - défini comme l'accumulation des données essentielles au choix des corridors et des tracés et au design préliminaire.

2-12. CONSIDERATIONS D'ORDRE GENERAL. On doit utiliser si possible les corridors de transport existants et proposés qui sont compatibles avec l'implantation d'une nouvelle route. L'usage à fins multiples des corridors de transport peut être une solution à certains problèmes d'aménagement en réduisant notamment les emprises. (2)

2-13. Lorsque possible, on doit éviter de localiser une route dans la zone de transition située entre deux écosystèmes différents. En effet, la possibilité de perturbations écologiques est plus grande à l'endroit où les deux écosystèmes se rencontrent. Il est de plus important de toujours éviter la formation de digues par un corridor et les effets de barrières.

2-14. On doit choisir des écosystèmes jeunes ou perturbés de préférence aux écosystèmes d'âge mûr ou stable. Ainsi, les risques de détérioration des processus écologiques sont plus faibles et de plus la quantité, la variété et l'âge de la faune et de la flore déplacée sont moindres. Par exemple, il y aurait lieu d'éviter les groupements végétaux climaciques, rares et de faibles étendues.

2-15. L'emplacement d'une route doit satisfaire, sans pour autant y être limité, aux exigences suivantes: (3) (4)

1. les particularités topographiques;
2. la disponibilité des matériaux de construction et des sources des emprunts.

3. les types de terrain (types de sous-sol);
4. l'écoulement de l'eau de surface;
5. les régimes thermiques dans les zones de pergélisol;
6. le contrôle de l'érosion;
7. les techniques de construction;
8. les règlements en vigueur;
9. la faune et la flore.

2-16. Règle générale, une route doit être conçue pour s'harmoniser à la topographie, au paysage et à la végétation de la zone traversée.

2-17. Dans les zones d'enneigement, les emplacements routiers doivent, autant que possible, être situés sur les pentes exposées au soleil dans le but d'empêcher la formation de glace sur la route et pour faciliter le déneigement de la chaussée. (5)

2-18. Il faut analyser l'interaction entre la route et son milieu naturel environnant et déterminer les phénomènes qui pourraient se produire et constituer une menace pour l'écosystème en présence.

2-19. On doit consulter les habitants de la région, les organisations locales et les agences gouvernementales compétentes qui s'intéressent au développement du potentiel écologique et de l'utilisation du sol des régions avoisinantes aux projets de route afin de prévoir les besoins d'une utilisation à long terme de la route et de ses installations connexes

avant que ne soient définitivement établies sa géométrie et ses dimensions. (6)

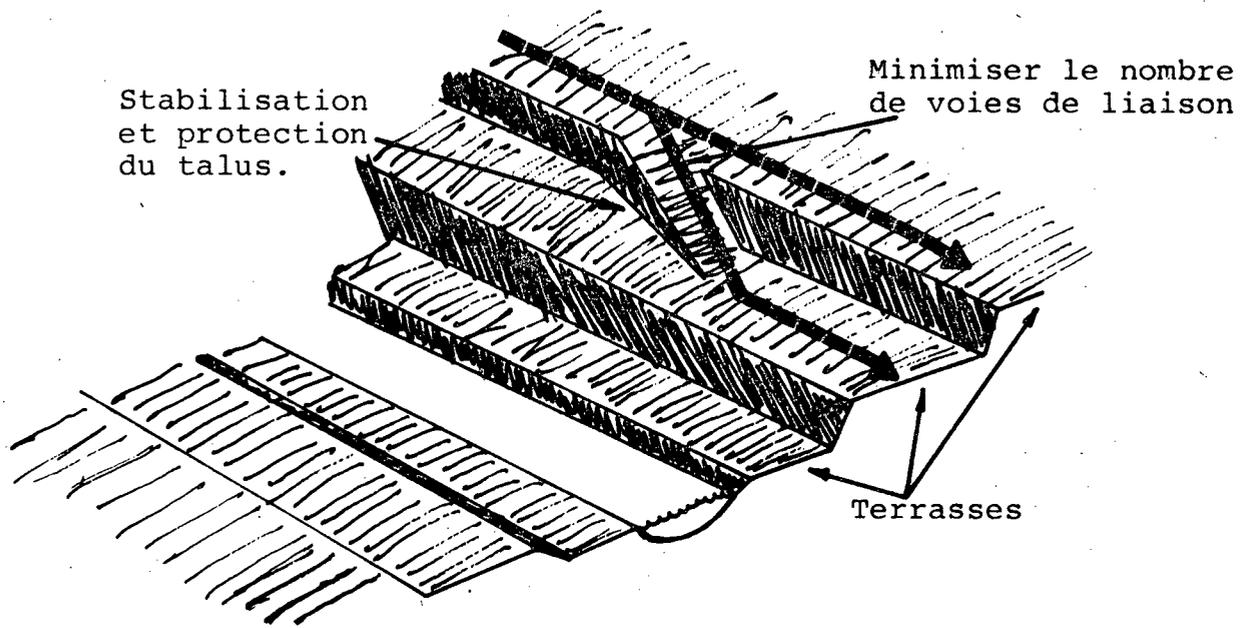
2-20. Les organismes responsables de la protection de l'environnement doivent également être consultés afin de relever et d'analyser tous les facteurs susceptibles de porter atteinte au milieu et pour délimiter les zones qui requièrent des mesures spéciales de protection. (6)

2-21. ROCHES, SOLS PEU PROFONDS ET PENTES RAIDES. Une route ne doit pas être construite aux endroits où le terrain présente des crêtes rocheuses et où il y a des dépressions. En effet, dans de telles endroits, on doit remblayer considérablement pour que la route présente un profil acceptable, et les matériaux granulaires ne sont pas toujours disponibles. (7)

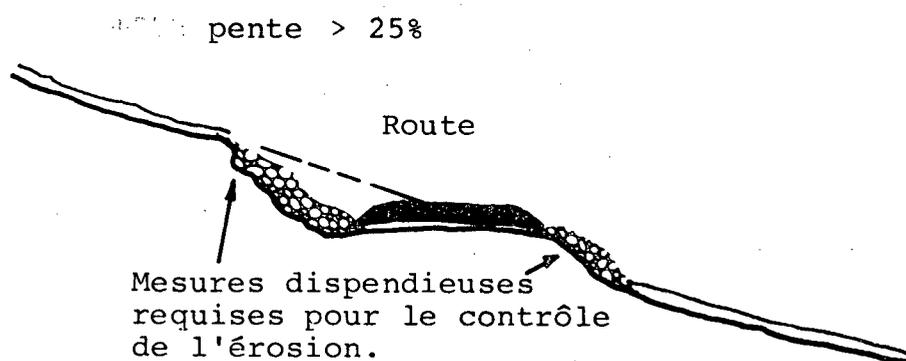
2-22. Il est préférable de choisir un tracé exigeant un minimum de remblayage lorsqu'il n'y a pas de dépôt de gravier disponible à une distance raisonnable de l'emplacement de la route.

2-23. Lorsqu'une route doit faire le pont entre deux terrasses adjacentes, il est recommandé de minimiser l'importance de la voie de liaison et de la placer à un endroit soigneusement choisi et contrôlé (figure 2-1). (7)

2-24. Dans le choix d'un corridor routier, les pentes instables et les zones de boisé, de glissement, d'avalanches, d'éboulis et autres zones du même genre doivent être évitées.



2.1



2.2

2-25. CONTROLE DE L'EROSION ET DU DRAINAGE. Les voies routières doivent être implantées de façon à ne pas modifier le drainage naturel de la zone choisie.

2-26. Il faut éviter d'implanter une route sur des terrains humides ou marécageux.

2-27. Dans la mesure du possible, on doit éviter les zones où le drainage est transversal et où il y a infiltration de l'eau de surface parce qu'elles sont souvent à l'origine des problèmes de glace et d'eau de surface.

2-28. Il faut éviter les vastes zones de fondrières, de mousse comme les "palsa" et les plateaux tourbeux étant donné leur mauvais drainage et leur faible capacité portante. (5)

2-29. On peut éviter des zones à problèmes évidents lors de la reconnaissance cartographique en retenant les terrains propices à la construction de routes comme les crêtes dont le sol plus sec se prête mieux à ce genre de construction. Toute vallée qui doit être traversée constitue une zone de problèmes en puissance; il est donc toujours préférable de les éviter. (8)

2-30. Les pentes maximales permises doivent convenir à la catégorie de route projetée et à la vitesse de circulation prévue. Règle générale, la route doit être perpendiculaire aux contours jusqu'au degré d'inclinaison permis et se diriger obliquement à travers les contours jusqu'à des pentes

de 1:4 dans les versants. Les versants des traverses (section transversale) au-delà de 1:4 sont trop abrupts pour assurer un contrôle adéquat de l'érosion (figure 2-2). (7)

2-31. L'inclinaison maximale permise pour des routes situées en bordure d'une rivière doit être de 5%.

2-32. PERGELISOL. La présence de pergélisol nécessite une attention particulière. On doit dans la mesure du possible, essayer de contourner ces zones, particulièrement dans les régions à pergélisol discontinu et dans une situation contraire, il faut tenir compte et satisfaire aux exigences imposées par la présence du pergélisol. (6)

2-33. Il faut éviter les sols à forte teneur en glace reconnaissables à leur relief karstiques et à leur composition, à moins qu'il n'ait été établi que la route ne causera pas la dégradation du pergélisol. Le versant sud des pentes peut être exempt de gelée surtout près des lignes de crêtes. Les basses terres mal drainées sont généralement très sensibles au gel. (6)

2-34. La route ne doit pas être située sur des pentes raides afin de minimiser les risques de formation de failles profondes, de formation d'excès de glace et de provocation d'éboulements de glace.

2-35. LACS ET COURS D'EAU. Eviter de construire une route sur les rives d'un cours d'eau ou d'un lac et prévoir une distance suffisante entre la route et le cours d'eau pour

permettre le filtrage de l'eau d'écoulement de la chaussée par la végétation avoisinante (voir aussi le paragraphe 2-77). (2) (5) (6)

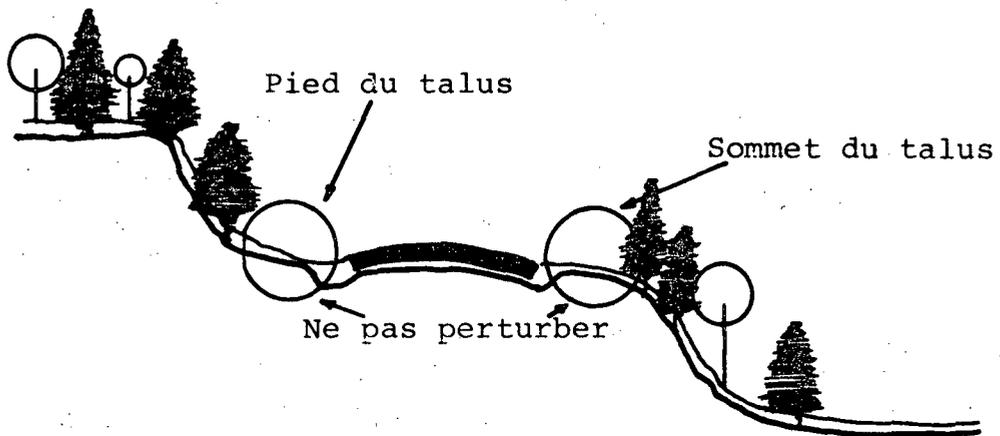
2-36. Si le tracé de la route traverse des vallées, il est préférable de construire la route sur des terrasses (terres-plein) qui généralement sont mieux drainées et situées au-dessus du niveau usuel d'inondation.

2-37. Lorsque les rives d'un cours d'eau comportent plusieurs terrasses, la route doit être construite au moins une terrasse plus loin que les rives, à moins que les terrasses ne soient extrêmement larges et ainsi la route pourra éviter les rives du cours d'eau. (7)

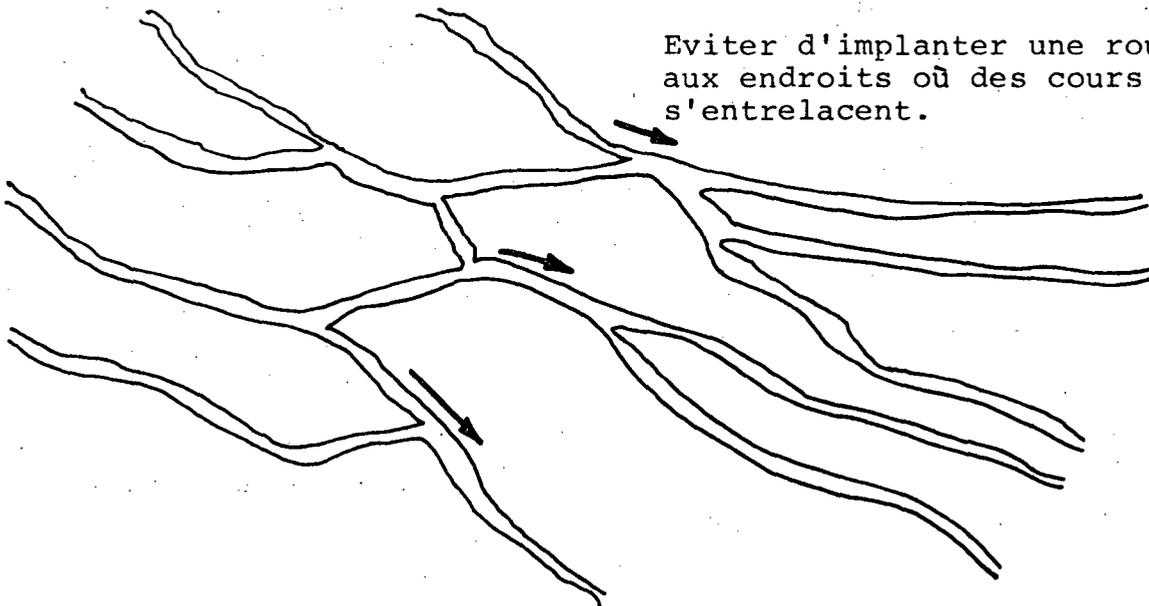
2-38. Si les terrasses sont très larges ou s'il n'y en a qu'une, il faut veiller à ce que l'emplacement de la route ne perturbe ni le sommet ni la base des talus adjacents; en effet, ces points sont les plus sujets à érosion (figure 2-3) (7)

2-39. Il faut éviter d'implanter une route aux endroits où des cours d'eau s'entrelacent et de perturber les basses terres qui accompagnent souvent ces cours d'eau, sinon de fortes inondations et de profonds affouillements peuvent en résulter (figure 2-4). (7)

2-40. Il faut éviter d'emprunter des matériaux sur les terrains inondables, les rives des lacs ou le lit des rivières.



2.3



2.4

2-41. On doit éviter toute détérioration du milieu naturel causée, par exemple, par le remplissage de lacs, la construction de chaussées à travers des marécages, la déviation ou la canalisation de cours d'eau.

2-42. FRANCHISSEMENT DE COURS D'EAU. Tout ouvrage de franchissement d'un cours d'eau entraîne des coûts supplémentaires de construction (pont, etc.), d'opération (diminution de vitesse, etc.) et perturbe l'environnement (siltation, perturbation des frayères, etc.). Il semble donc logique de construire un nombre minimal d'ouvrages de franchissement sauf dans les cas où deux petits ouvrages de franchissement se construiront plus facilement qu'un gros.

2-43. Les ouvrages de franchissement ne doivent pas être construits entre les rives sujettes à l'érosion. (5) (6)

2-44. Il faut construire les ponts à l'endroit où le cours d'eau est le plus étroit et sur des portions de rives stables.

2-45. On doit éviter de longer les rives d'un cours d'eau avant d'y construire un ouvrage de franchissement. (5) (6) (8)

2-46. Lorsque se présentent des barrières naturelles pour le poisson telles que des chutes, la route doit franchir le cours d'eau à l'amont de cette barrière pour éviter que la construction du pont ou de ponceaux ne nuise au passage des poissons. (6) (9)

2-47. La construction des ouvrages de franchissement d'un cours d'eau doit s'effectuer à l'aval des frayères pour éviter de les perturber ou d'y provoquer la formation de sédiments. (6) (9)

2-48. ZONES NATURELLES SENSIBLES. Une bonne planification routière doit tenir compte de l'impact d'un tracé routier sur la faune. A titre d'exemple, le caribou ne vèle que dans certaines zones et les conditions naturelles qu'il recherche ne se retrouvent que dans des zones spécifiques et limitées. C'est aussi le cas de certains oiseaux qui utilisent des matériaux spécifiques pour faire leurs nids et ne pourraient s'adapter facilement à la perturbation de leur environnement. Il y a aussi d'autres espèces animales qui ne peuvent tolérer de changements dans leur habitat naturel et qui ont souvent besoin de grands espaces pour vivre. (4) (8)

2-49. En règle générale, il faut prévoir une zone tampon d'au moins 1500 pieds entre la route et la zone classée zone naturelle sensible. Une description détaillée des zones naturelles sensibles qui demandent une attention spéciale est présentée à la section 2-136.

2-50. Dans les zones où il sera impossible d'empêcher de nouvelles routes de croiser des sentiers qu'empruntent régulièrement les animaux, tels que le caribou, l'orignal etc. le projeteur doit situer l'emplacement de la route de façon à éviter qu'elle ne traverse des zones critiques telles les passages à gué des rivières et des lacs traditionnellement empruntés par la faune et les passages étroits qui concentrent les animaux. (6) (9)

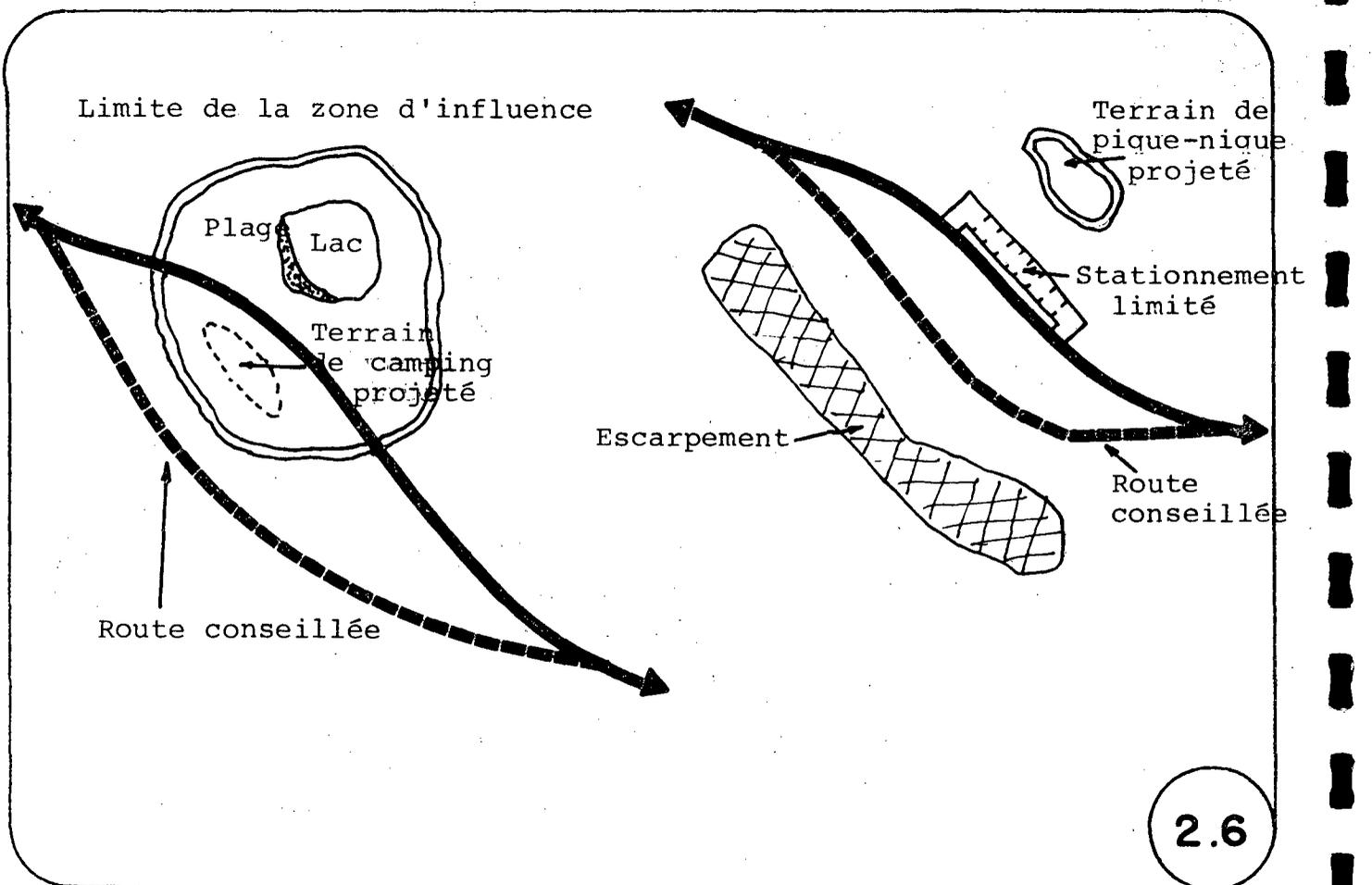
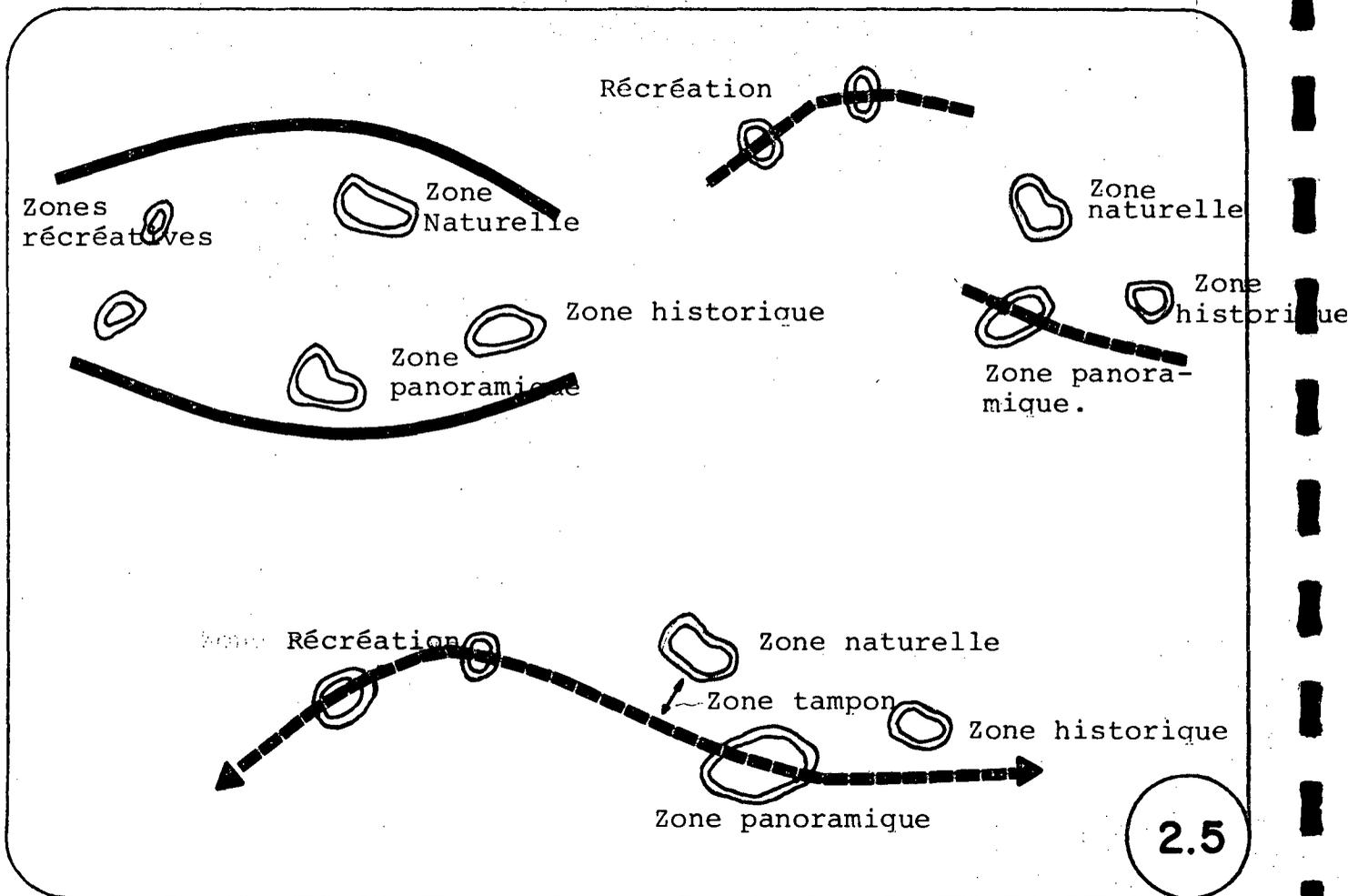
2-51. CONSIDERATIONS D'ORDRE GENERAL. Les directives de base qui suivent fournissent des règles additionnelles de choix de corridor routier. Un aménagement de route qui intègre et met en valeur la beauté naturelle du paysage a l'avantage de rendre la conduite agréable et intéressante.

2-52. Le fait de tirer parti des éléments panoramiques du paysage naturel peut augmenter le coût de construction d'une route et lors de la détermination des dépenses à encourir, il faut tenir compte de l'aspect fonctionnel de la route, tant à court terme qu'à long terme. Cependant, les exigences d'ordre écologique doivent toujours précéder celles d'ordre esthétique.<sup>(6)</sup>

2-53. ZONES CULTURELLES SENSIBLES. On ne doit pas implanter une route avant d'avoir tout mis en oeuvre pour repérer et délimiter toutes les zones culturelles sensibles. Ces zones à valeur exceptionnelle sur les plans récréatif, panoramique ou historique sont les facteurs esthétiques qui influencent l'emplacement d'une route. La méthode qui permet de repérer et d'étudier ces zones est décrite à la section 2-141.

2-54. Il est important d'étudier à fond les implications de l'implantation d'une route qui pénètre ou jouxte une zone culturelle sensible (figure 2-5).<sup>(7)</sup>

1. Certaines zones, telles les zones récréatives, sont des zones ouvertes au public. Dans de tels cas, il est parfois préférable que la route traverse cette zone.



2. Les zones panoramiques nécessitent parfois des restrictions plus sévères aux usagers. Il faut donc généralement voir à ce que les routes cotoient ces zones.

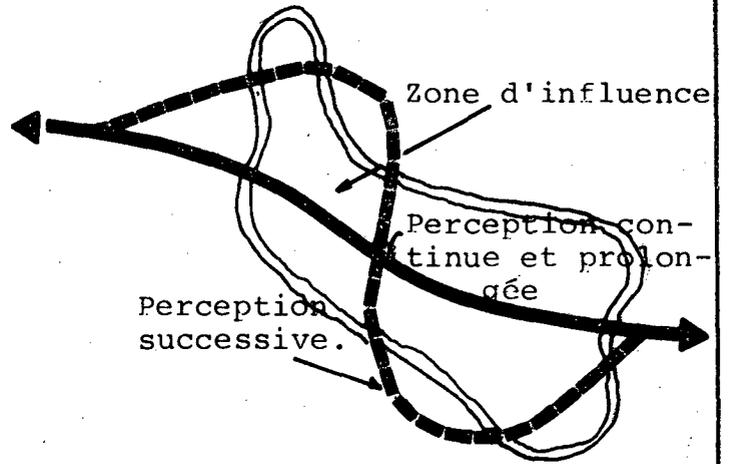
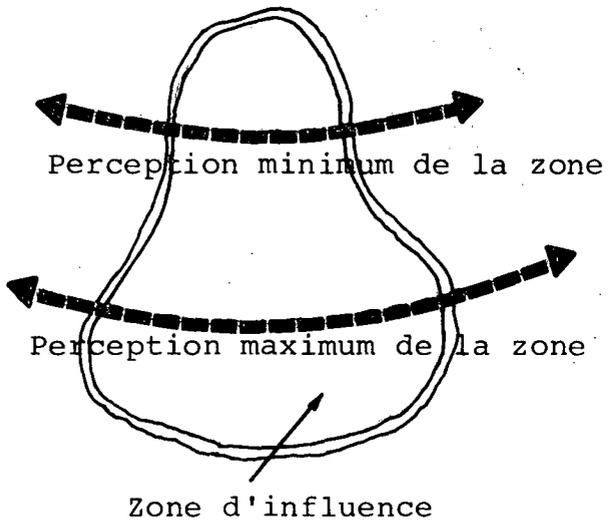
3. Les zones naturelles sensibles nécessiteront souvent d'être isolées de tout contact avec les routes et le trafic.

2-55. On doit toujours éviter d'empiéter inutilement sur les zones naturelles sensibles (voir paragraphe 2-49).

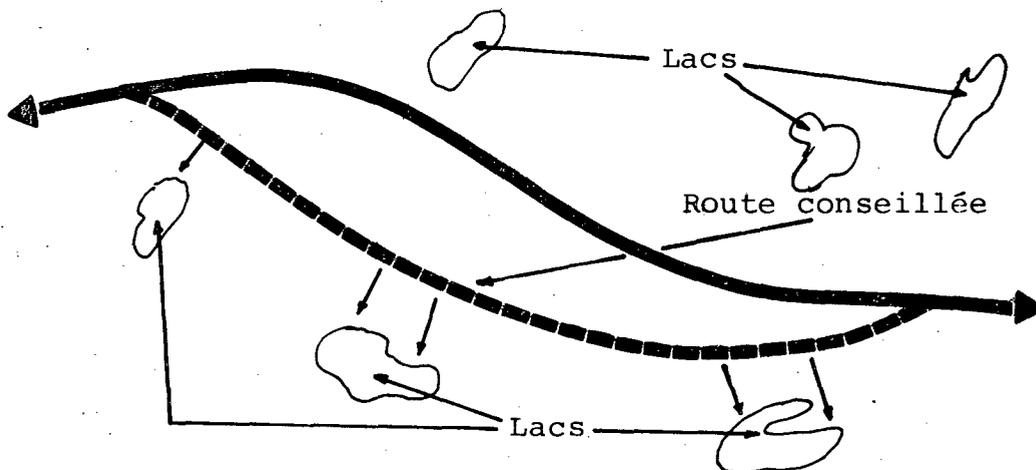
2-56. L'exploitation du potentiel d'une zone récréative peut être sensiblement freinée par une route où rien n'est prévu pour assurer la sécurité du piéton ou par l'absence de prévisions de facilités de stationnement (figure 2-6).<sup>(7)</sup>

2-57. Il arrive souvent que des arrêts et des stationnements impromptus soient indésirables. Une route bien conçue peut à ce moment-là décourager une telle pratique tout en favorisant la construction d'ouvrages futurs adéquats.

2-58. L'emplacement d'une route peut ouvrir ou dissimuler des horizons au public voyageur. Par contre, en avoir plein la vue au volant d'un véhicule n'est pas nécessairement préférable à une vue sporadique et fragmentaire du paysage (figure 2-7).<sup>(7)</sup>



2.7



2.8

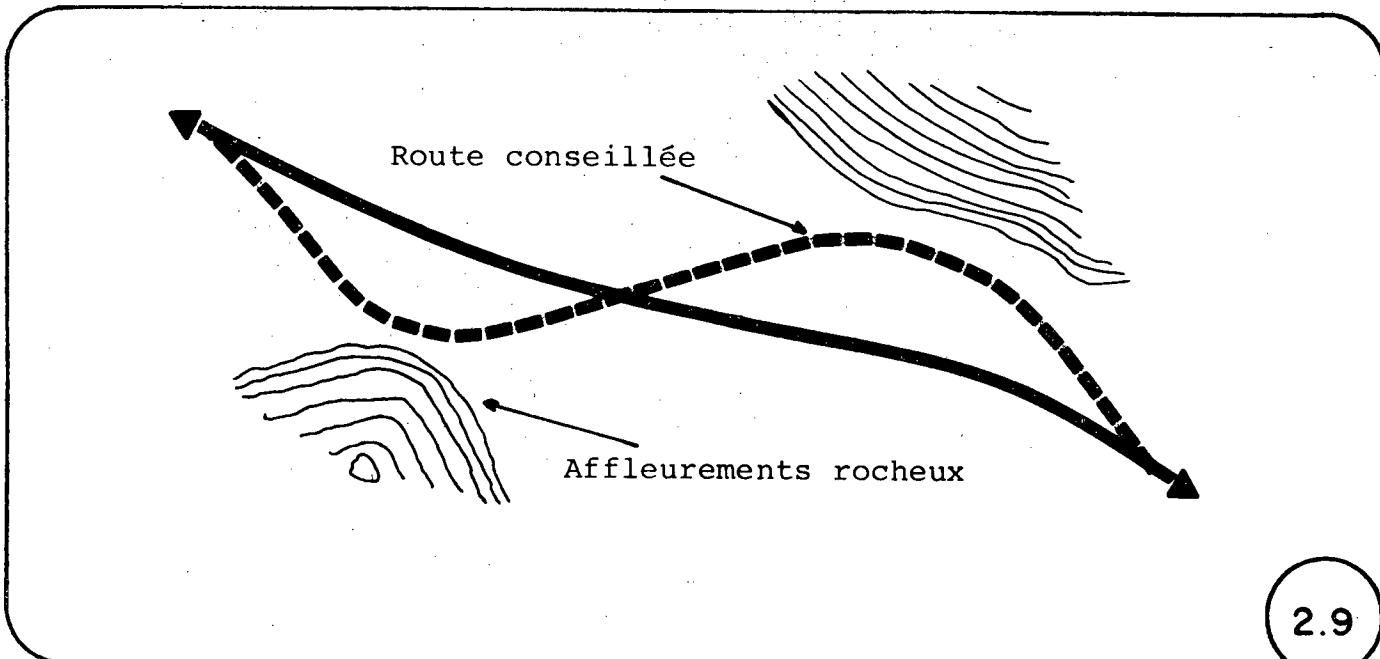
2-59. LACS ET COURS D'EAU. Lorsque possible, amener le conducteur à admirer les lacs situés le long de la route aussi souvent que possible et à intervalles raisonnables (figure 2-8). Pour réduire les risques de fréquentation incontrôlée des lacs, il est préférable d'offrir à la vue du conducteur des endroits qui ne l'encouragent pas à s'approcher du lac, à savoir des zones escarpées, des zones marécageuses, des vues de lac à distance, etc. <sup>(7)</sup>

2-60. On doit essayer de franchir les routes de canoë par les courbes d'une rivière pour ne pas exposer trop longtemps les infrastructures routières à la vue des canoëistes.

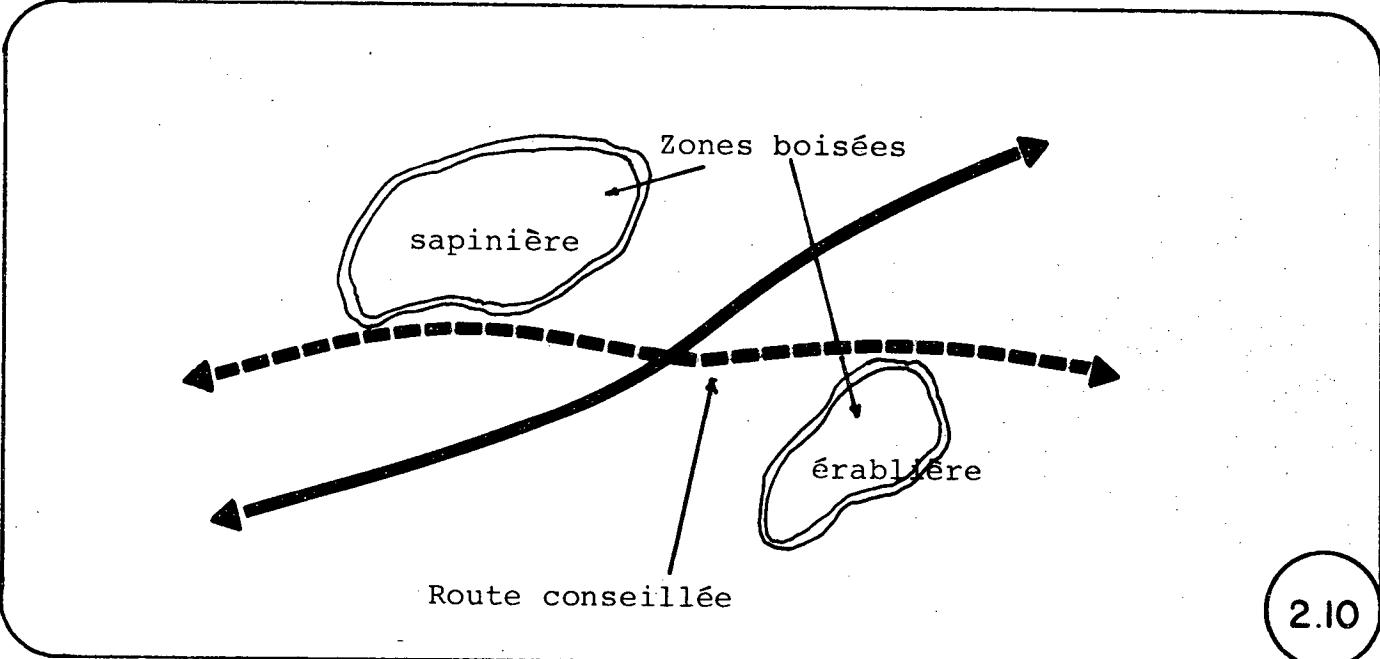
2-61. TERRAINS HUMIDES ET MARECAGES. Ces terrains offrent au public un paysage différent et une occasion de contempler la flore et la faune. Bien qu'il soit préférable d'éviter de franchir des terrains détrempés, on peut les révéler au voyageur de la même façon que les lacs (figure 2-8). Dans tous les cas, il faut conserver les bandes de végétation décrites aux paragraphes 2-35 et 2-77.

2-62. AFFLEUREMENTS ROCHEUX ET BLOCS. Il est souvent préférable sur le plan visuel de jouxter les endroits qui, tels les affleurements et les blocs, ne conviennent pas à la construction de routes plutôt que de s'en éloigner complètement (figure 2-9). <sup>(7)</sup>

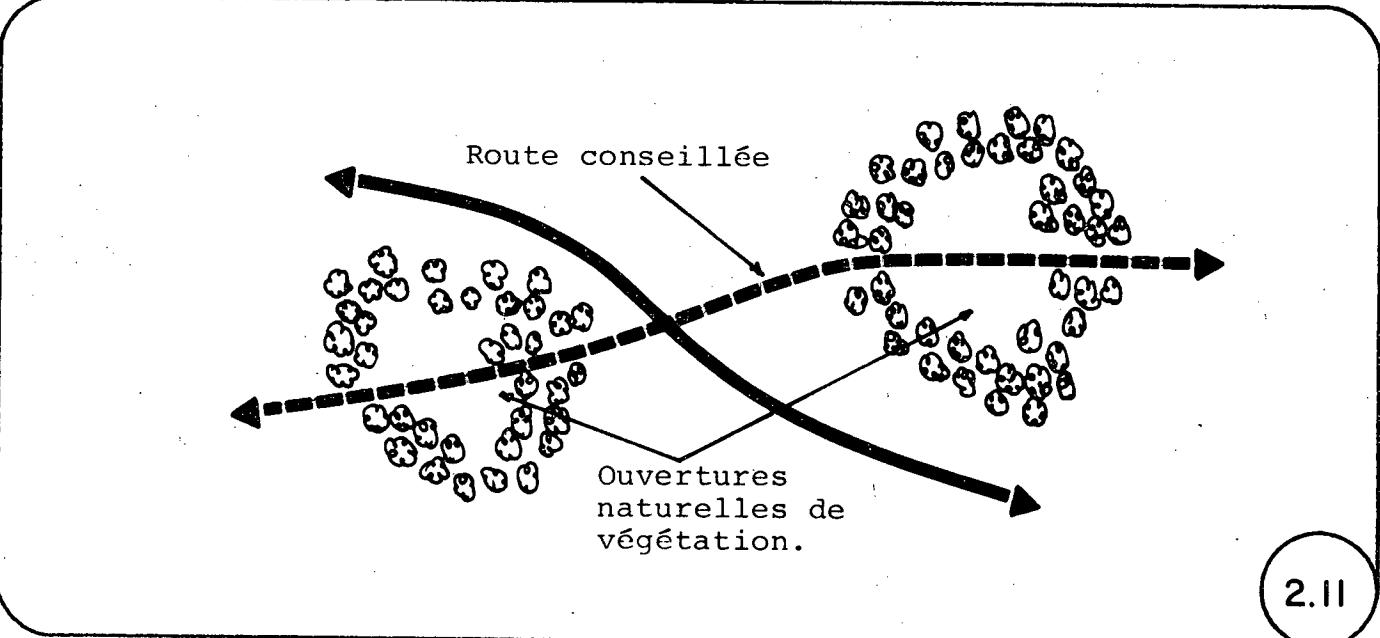
2-63. VEGETATION. Il est important de faire ressortir, lorsque possible, les différents types de végétation qui poussent dans la région en établissant des points de vue variés le long de la route (figure 2-10). <sup>(7)</sup>



2.9



2.10



2.11

2-64. On peut se servir des ouvertures naturelles de végétation pour créer de la variété et changer l'orientation de l'axe de la route (figure 2-11).<sup>(7)</sup>

2-65. PENTES RAIDES ET AUTRES PARTICULARITES TOPOGRAPHIQUES. Le terrain est généralement le facteur dominant dans un paysage qui offre un spectacle varié au voyageur. L'emplacement peut soit "masquer" ou mettre en évidence le terrain sans pour cela modifier la pente de la route.<sup>(7)</sup>

2-66. ZONES D'ARRET POSSIBLES. Il est souvent souhaitable d'aménager des haltes à l'intersection d'une route et d'un élément particulier du milieu naturel, tel une piste pour la marche, un sentier d'interprétation ou un petit site panoramique. Une route mal choisie peut annihiler de telles possibilités ou entraîner des coûts d'aménagement éventuel beaucoup plus élevés.<sup>(7)</sup>

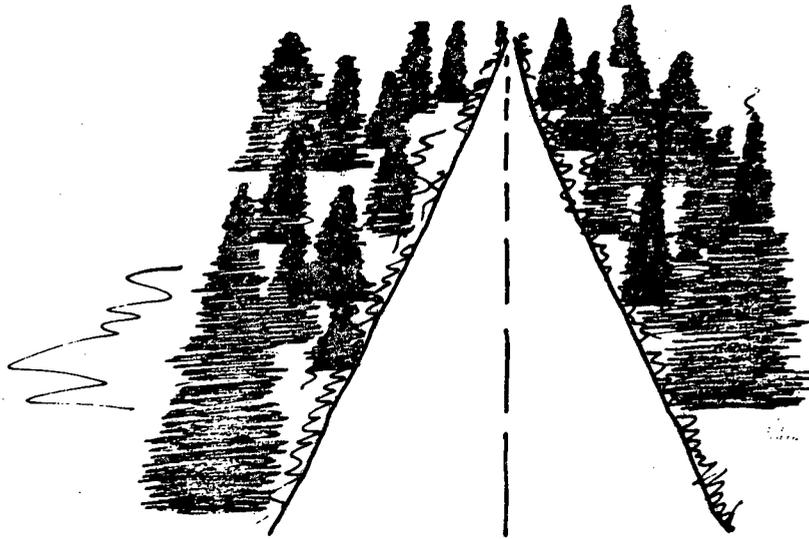
2-67. Les routes panoramiques doivent offrir des coins ou des plateaux dissimulés qui permettent au voyageur de s'arrêter quelques instants afin d'admirer le paysage en toute tranquillité. On peut aussi planifier des aménagements connexes tels pistes pour courtes randonnées, rampes de mise à l'eau, installations pour petites embarcations, centres d'information, etc...



2-68. CONSIDERATIONS D'ORDRE GENERAL. Le tracé d'une route est généralement conçu selon l'usage que l'on prévoit faire de cette route (e.g. une autoroute, une route secondaire, une voie de pénétration minière ou forestière, une route panoramique, etc.). Les diverses composantes de l'écosystème n'influent pas sur les critères de sélection du tracé, bien qu'il soit connu que les différents critères ne peuvent s'appliquer à toutes les zones à cause des variations possibles du relief et autres éléments du milieu naturel. Les règles de base qui suivent s'appliquent donc à tous les écosystèmes. (7)

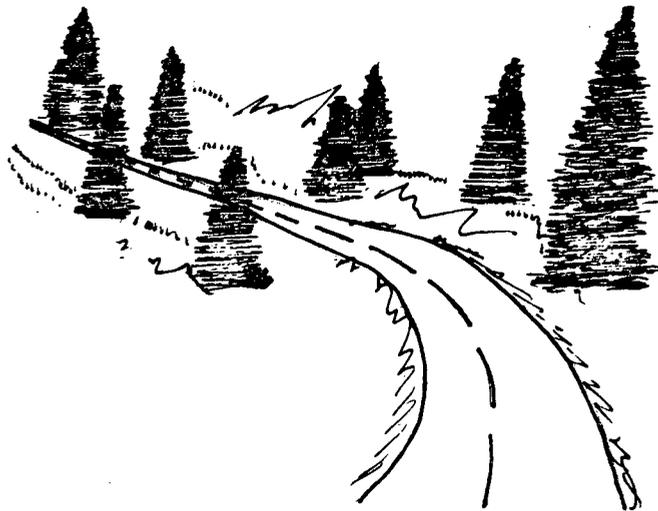
2-69. ELEMENTS GEOMETRIQUES. Le tracé est la combinaison horizontale et verticale des éléments géométriques suivants: (7)

1. Les tangentes - Ce sont les éléments droits de courbure zéro. L'emploi des tangentes convient parfaitement pour un terrain plat; elles permettent au conducteur de se diriger aisément et elles se calculent et se tracent sans problème. Par contre, à moins qu'elles ne visent un point physique intéressant, les tangentes longues manquent d'intérêt et finissent par diminuer la vigilance du conducteur (figure 2-12).
2. Les courbes circulaires - Ce sont les éléments courbés au degré de courbure constant. Ils sont plus intéressants, ils provoquent une réaction d'anticipation, ils varient le paysage et de cette façon gardent le conducteur sur un pied d'alerte (figure 2-13).



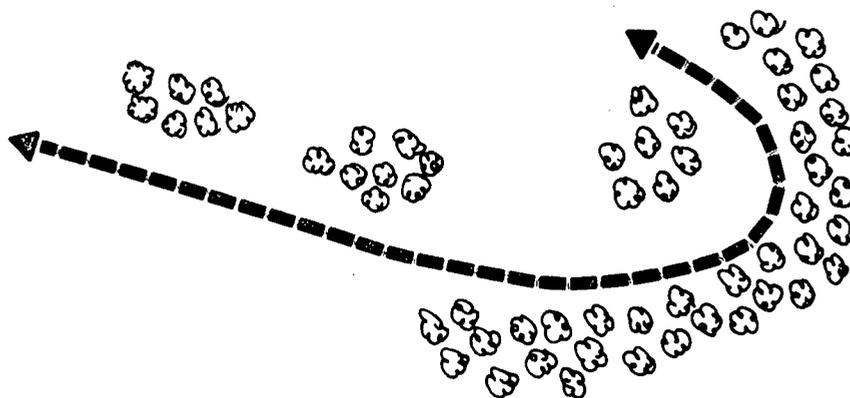
Tangentes

2.12



courbes circulaires

2.13



Spirales ou  
éléments de  
transition.

2.14

3. Les spirales ou éléments de transition - Ce sont des éléments courbés au degré de courbure croissante ou décroissante (dépendant de la direction du trajet). On les utilise pour joindre les tangentes (courbures de degré zéro) avec les arcs circulaires (degré de courbure maximum) qui autrement coïncideraient (figure 2-14).

2-70. Les critères géométriques et autres utilisés dans le choix d'un tracé de route doivent satisfaire aux exigences du type de route à implanter et aux vitesses de circulation prévues. <sup>(3)</sup>

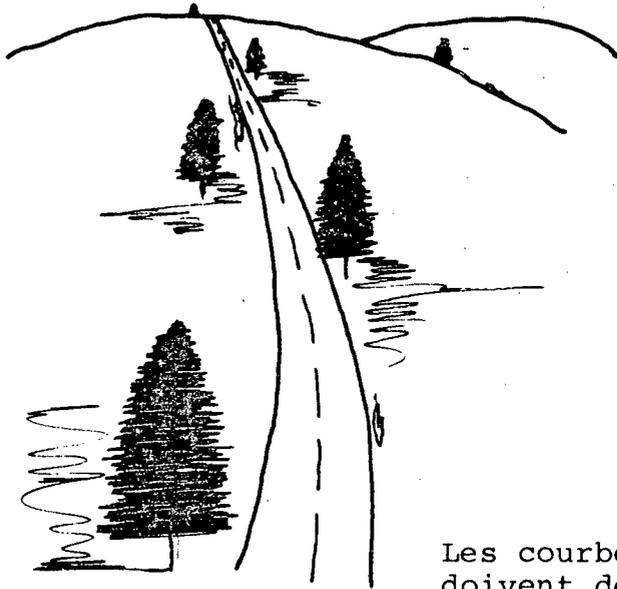
2-71. Le tracé doit se conformer le plus possible à la topographie naturelle afin de réduire au maximum les déblais et les remblais. <sup>(10)</sup>

2-72. En général, les courbes horizontales devraient en quelque sorte devancer les courbes verticales afin de créer un guide optique pour le voyageur. Elles ne doivent pas se produire en même temps (figure 2-15). <sup>(3)(7)(11)</sup>

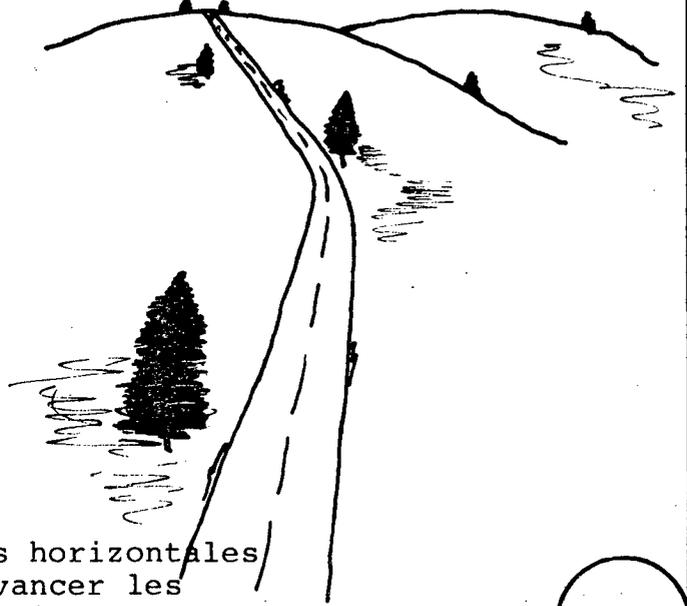
2-73. Il faut éviter qu'une courbe verticale précède immédiatement une courbe horizontale, car la courbe semble alors plus raide (figure 2-16). <sup>(3)(7)(11)</sup>

2-74. Règle générale, si on utilise au maximum les longues courbes au lieu de combiner des tangentes avec des courbes courtes et raides, on obtiendra des routes plus courtes, plus sécuritaires et plus conformes à la topographie du milieu. <sup>(3)(6)(11)</sup>

(+)

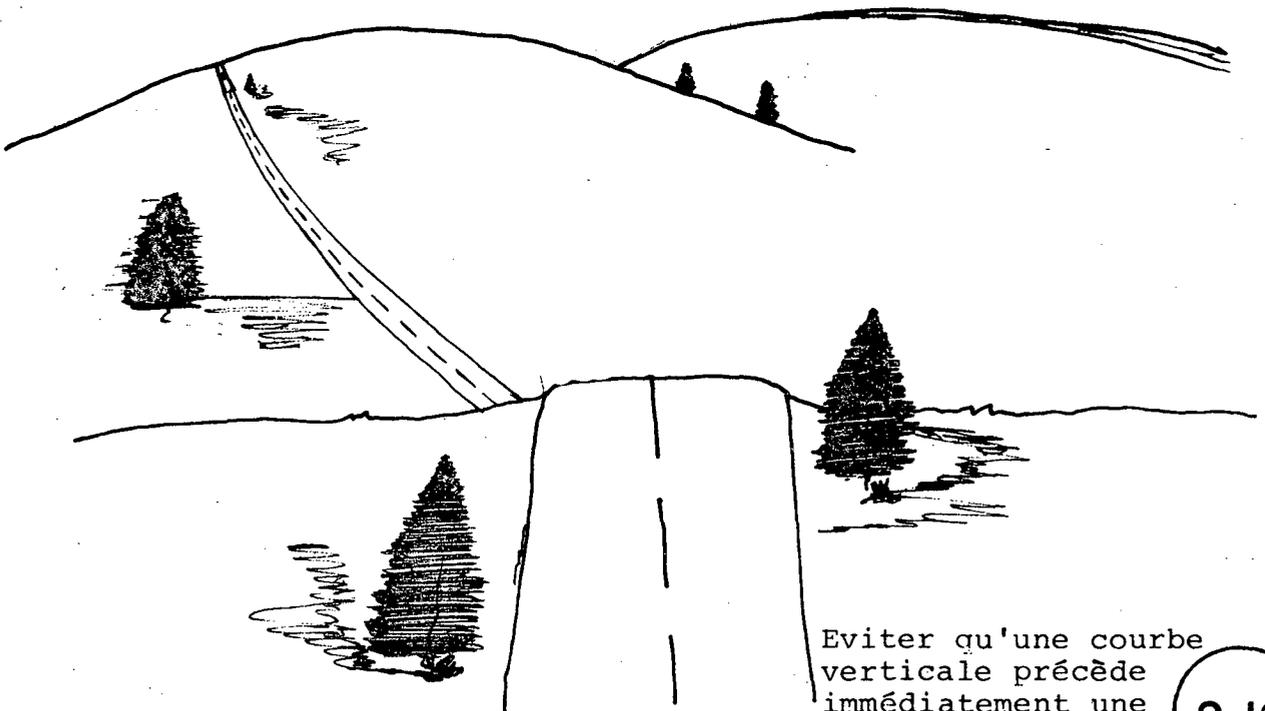


(-)



Les courbes horizontales  
doivent devancer les  
courbes verticales.

2.15



Eviter qu'une courbe  
verticale précède  
immédiatement une  
courbe horizontale.

2.16

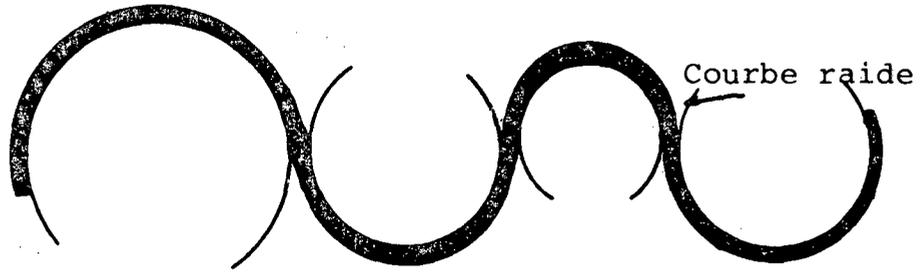
2-75. Il faut utiliser une approche consistante et progressive dans le choix d'un tracé de route. On doit éviter d'introduire des courbes raides entre des tangentes longues ou entre des courbes douces. Il faut de plus amener le conducteur à manoeuvrer progressivement à l'aide de virages successifs vers une route nécessitant un virage brusque (figure 2-17).<sup>(7)(11)</sup>

2-76. Si les ponts construits à angle droit avec les cours d'eau créent des courbes raides, on doit obliquer ces ponts (figure 2-18). Sinon, il est préférable de placer le tracé de la route et l'ouvrage de franchissement à angle droit (figure 2-19).<sup>(7)</sup>

2-77. LACS ET COURS D'EAU. Aucune portion du système routier ne doit passer à moins de 300 pieds des points de niveau de hautes eaux (voir aussi paragraphe 2-35).<sup>(7)(8)(9)</sup>

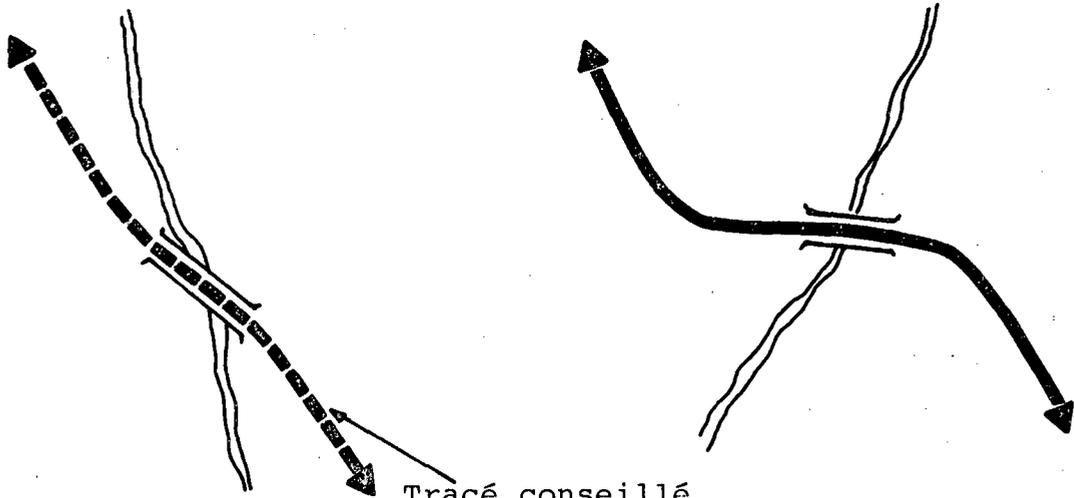
2-78. FRANCHISSEMENT DES COURS D'EAU. Les tracés routiers qui doivent franchir un cours d'eau doivent le faire aussi loin que possible à l'amont de leur estuaire ou du point de décharge dans un lac. Ces zones constituent souvent des aires de frai et d'alimentation que préfèrent les poissons et tous les ouvrages de franchissement devraient être localisés à plus de 1,500 pieds de ces zones.<sup>(9)</sup>

2-79. Les voies d'accès aux cours d'eau doivent se conformer le plus possible à la topographie de l'endroit et les infrastructures à installer doivent enjamber le cours d'eau plutôt que de modifier son cours.



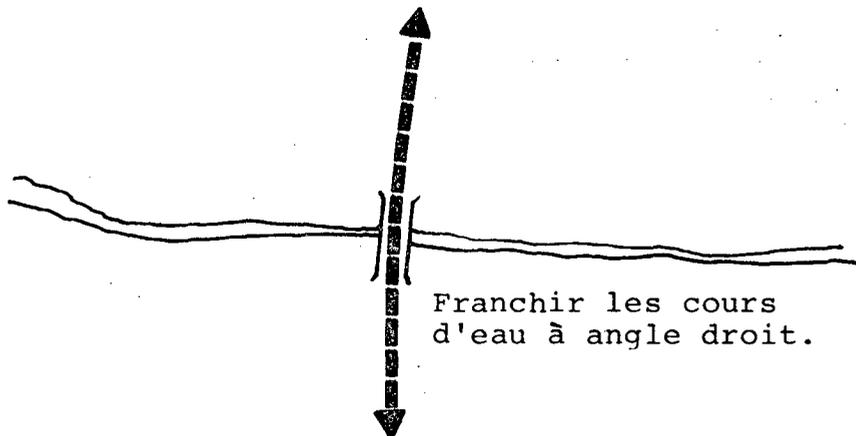
Engager progressivement  
à l'aide de virages plus  
prononcés.

2.17



Tracé conseillé

2.18



Franchir les cours  
d'eau à angle droit.

2.19

2-80. FAUNE TERRESTRE ET AQUATIQUE. Les passages à gué traditionnellement empruntés par les caribous ne doivent être ni perturbés, ni entrecoupés par la route. (6)(8)

2-81. Le gibier aquatique nicheur ne tolère pas que son environnement soit perturbé. C'est pourquoi, dans le but de minimiser toutes perturbations de cette ressource, le tracé d'une route ne doit pas s'étendre indûment le long des marais ou zones qu'ils occupent. (6)(9)

2-82. La route doit se situer à une distance respectable des endroits où les oiseaux prédateurs font leurs nids. (7)

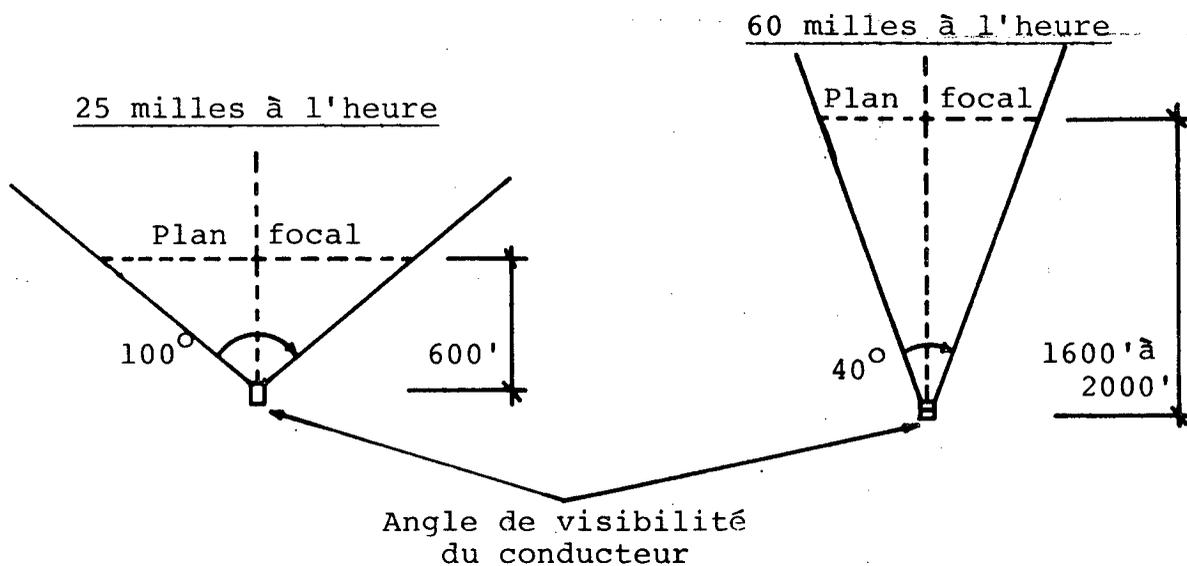
2-83. Le tracé de la route doit toujours passer à l'amont des barrages de castors quand c'est possible. Cette précaution réduit les risques d'inondation.

2-84. On doit se garder d'utiliser tous les dépôts de gravier disponibles dans les zones pauvres en gravier, car ce sont les sols que recherchent les ours et certains autres animaux pour construire leur tanière. Il est préférable que certains soient laissés intacts le long de la route. (6)(8)

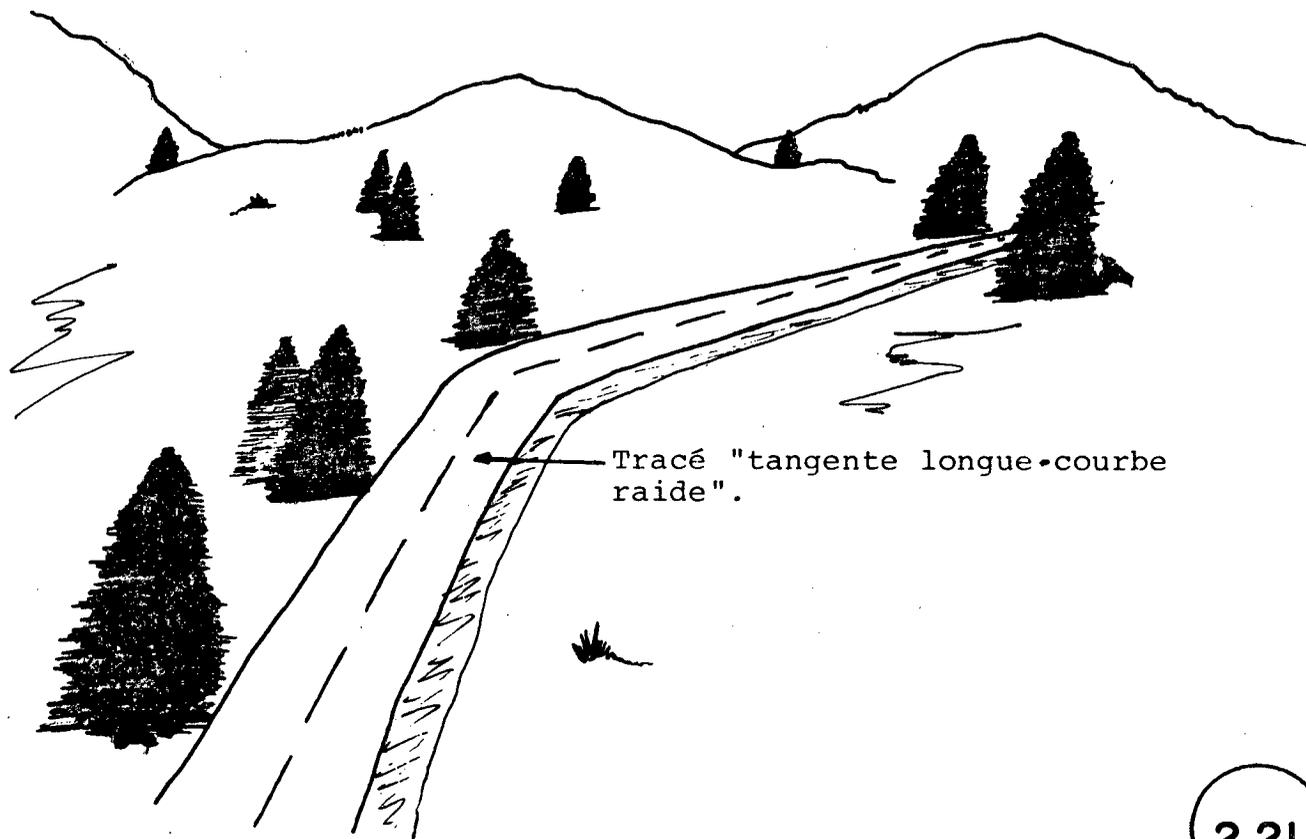


2-85. CONSIDERATIONS D'ORDRE GENERAL. A la section 2-51 qui traite des corridors routiers, on a étudié la plupart des éléments qui s'offrent à la vue des voyageurs, à l'exception de la chaussée qui constitue un élément visuel dont on doit aussi tenir compte. Il est important de noter qu'à grande vitesse, la chaussée domine le plan visuel. <sup>(7)</sup>

1. A 25 milles à l'heure, l'angle de visibilité du conducteur est d'environ  $100^{\circ}$  et la limite de perception se situe à 600 pieds à l'avant du véhicule. La chaussée occupe 8 pour cent du champ de vision et les abords de la route, 80 pour cent. Le firmament occupe les quelques pourcents qui restent (figure 2-20).
2. A 60 milles à l'heure, l'angle de visibilité est réduit à  $40^{\circ}$  et la limite de perception passe à 2,000 pieds à l'avant du véhicule. La chaussée occupe 10 à 15 pour cent du champ de vision alors que ses abords en occupent environ 50 pour cent. En terrain plat, les abords de la route peuvent être réduits à 15 pour cent du champ de vision tandis que le firmament occupe la différence (figure 2-20).
3. Par conséquent, il s'ensuit que la chaussée devient un élément panoramique capital et que les critères de tracé qui suivent ainsi que leur rapport avec le milieu environnant, sont de première importance dans la conception d'une voie routière (figure 2-20).



2.20



2.21

2-86. ELEMENTS GEOMETRIQUES. La combinaison des éléments géométriques (tangentes, courbes circulaires et spirales) dans le but d'offrir une bonne visibilité exige que l'on fasse un usage plus fréquent de courbures horizontales et verticales que ne le nécessitent les besoins strictement techniques et pratiques.

2-87. La combinaison de tangentes longues et de courbes raides peut permettre la stabilité des véhicules mais offre rarement une vue agréable du paysage que traverse la route. <sup>(3)</sup>(7)

2-88. Le tracé type "tangente longue-courbe raide" comprend habituellement des tangentes de 3 milles ou plus de longueur et des courbes de 500 à 1,000 pieds de longueur dont les rayons varient entre 500 et 12,000 pieds. Les courbes occupent généralement moins du cinquième de la longueur totale de la route. De tels tracés sont le produit d'une conception traditionnelle du génie ferroviaire ajustée au système cadastral rencontré.

2-89. Le tracé type "courbe douce-tangente courte" utilise les courbes comme éléments géométriques de base et la longueur totale de tangente représente entre 1/5 et 1/3 de la longueur totale de la route. La route s'harmonise davantage au terrain en suivant les inclinaisons naturelles.

2-90. A moins que la topographie et autres contraintes de localisation ne permettent les courbes douces, la succession de tangentes et de courbes offrira à l'automobiliste l'aspect d'une route tortueuse (figure 2-21).

2-91. Un tracé curviligne composé d'une combinaison de courbes circulaires et de courbes en spirale est souvent souhaitable dans les tracés de routes panoramiques. Ce tracé convient particulièrement bien aux autoroutes où les longues courbes douces permettent de doubler en toute sécurité rendant ainsi inutiles les tangentes longues. <sup>(3)(7)</sup>

2-92. Il est bien évident que toutes les voies de communication ne peuvent et ne doivent être tracées en courbes continues. L'important, toutefois, est d'utiliser plus de courbes que ne le recommandent les codes de construction routière quand le tracé, la disponibilité de terrain et le budget le permettent (tableau 2-1). <sup>(7)</sup>

TABLEAU 2-1

Vitesse de base en milles à l'heure	Rayon minimal en pieds	Degré maximal de courbure
30	232	24.9
40	412	13.9
50	644*	8.9
60	928	6.2
70	1,368	4.2
80	1,948	2.9

\* Ce rayon pourrait même atteindre 3,000 pieds avant que la vue panoramique soit agréable à l'oeil.

2-93. Suivant la vitesse de circulation permise, les courbes

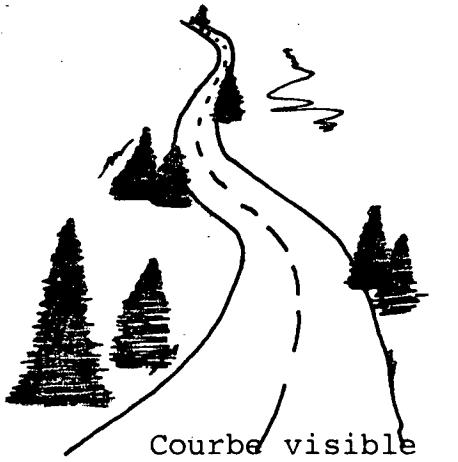
d'une route doivent atteindre des longueurs égales ou supérieures à la limite de perception du conducteur, sinon elles ne pourront être perçues convenablement par ce dernier. Les routes où la vitesse est limitée à 25 milles à l'heure, par exemple, doivent avoir des courbes variant entre 500 et 1,000 pieds de longueur. A grande vitesse, 60 milles à l'heure par exemple, les courbes doivent avoir 1,500 pieds et plus de longueur de façon à garder l'attention du conducteur sur la route et lui aider à opérer les changements de direction (figure 2-22). (7) (11)

2-94. Les concepteurs de routes panoramiques doivent tenir compte tout autant de la distance maximale de visibilité que de la distance minimale courante. L'utilisation d'une visibilité maximale dans le tracé d'une route doit permettre de révéler à l'automobiliste de façon successive les traits caractéristiques importants du paysage en plus des changements d'orientation qui se présentent (figure 2-23). (7)

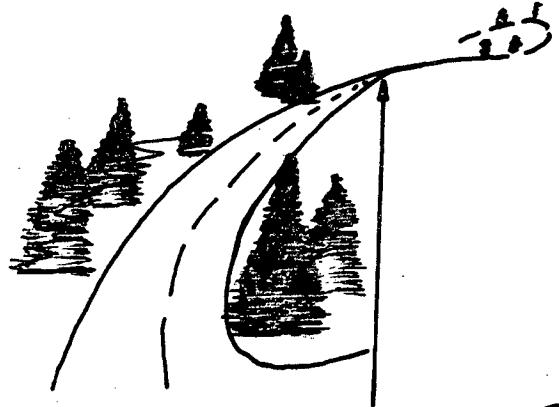
2-95. Les principes de base du tracé en plan (horizontal) présentés dans les paragraphes précédents s'appliquent également au tracé en profil (vertical) d'une route.

2-96. Il faut qu'il y ait continuité entre la courbure en plan et la courbure en profil. Les lignes fluides des longues courbes en plan doivent être maintenues dans les courbes en profil. (11)

1. Le point d'intersection des courbes horizontales et des courbes verticales doit presque coïncider

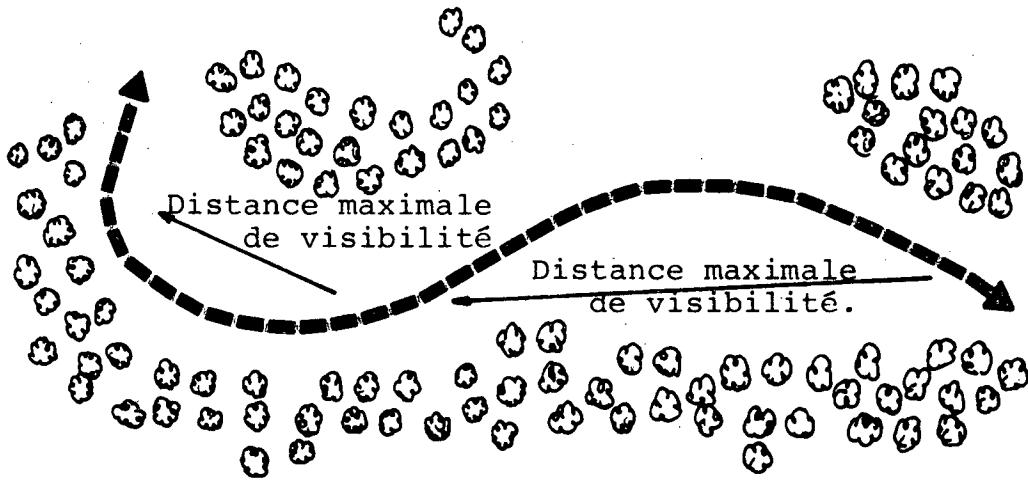


Courbe visible  
dans sa totalité

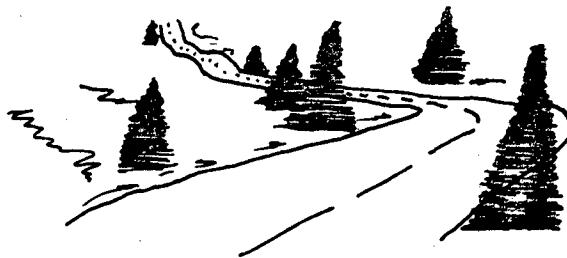


Fin de la courbe  
non visible.

2.22



2.23



Eviter les profils  
type "montagne-russe"  
et "cahots-surprise".

2.24

à plus ou moins 10 pour cent de la longueur de la courbe horizontale.

2. Les courbes verticales et les courbes horizontales doivent être pratiquement égales.
3. Si les courbes ne sont pas égales, la courbe horizontale doit devancer ou précéder légèrement la courbe verticale. La courbe verticale (spécialement dans les dépressions) ne doit jamais être beaucoup plus longue que la courbe horizontale.
4. A mesure que les courbes s'allongent (tracé plus généreux), de légers changements dans les critères qui précèdent sont alors acceptables.
5. Plus l'observateur se situe loin des courbes, (c'est-à-dire que son champ de vision est ainsi plus étendu), plus les irrégularités du paysage lui sautent aux yeux.

2-97. Les profils type "montagne-russe" ou "cahoteux" (hidden-dip) doivent être évités parce qu'ils sont aussi inesthétiques que dangereux (figure 2-24). <sup>(11)</sup>

2-98. Eviter les séries de bosses dans les longues courbes en plan.

2-99. Eviter les dénivellations brusques dans des profils horizontaux uniformes.

2-100. Il vaut mieux choisir une courbe continue plutôt qu'une courbe par à-coups (figure 2-25). (7)

2-101. Une tangente courte entre deux courbes concaves produit un effet de "cassé" particulièrement désagréable sur les ponts qui devraient normalement épouser le tracé de la route (Figure 2-26). (11)

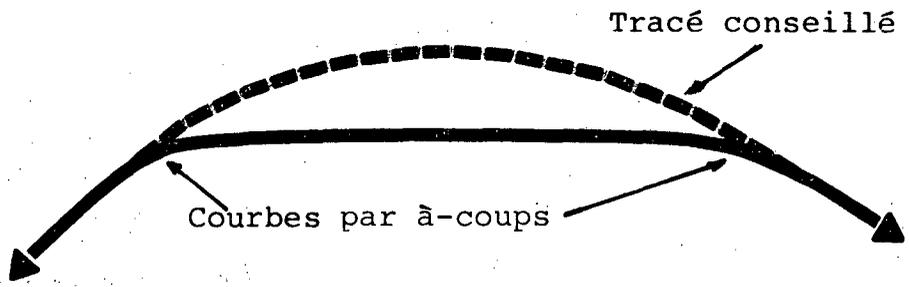
2-102. Il faut éviter de créer des cahots aux abords d'un petit pont. Ceci résulte généralement d'une tentative d'économie sur les matériaux de remblai en terrain plat. (11)

2-103. On doit éviter les petites cassures dans les pentes car elles brisent la continuité de la route. (11)

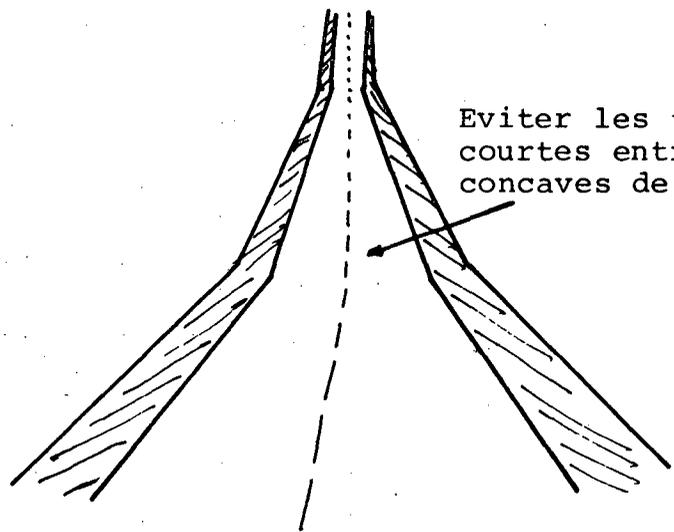
2-104. Le point de départ d'une courbe doit être situé bien en deça de l'obstacle à contourner (figure 2-27).

2-105. A vitesse réduite, il est possible pour le conducteur de percevoir tout ce qui est au premier plan, au moyen plan et à l'arrière plan. Chaque fois que c'est possible, il vaut mieux que le tracé de la route longe de près des sites pittoresques que le voyageur pourra admirer et apprécier (figure 2-28). (7)

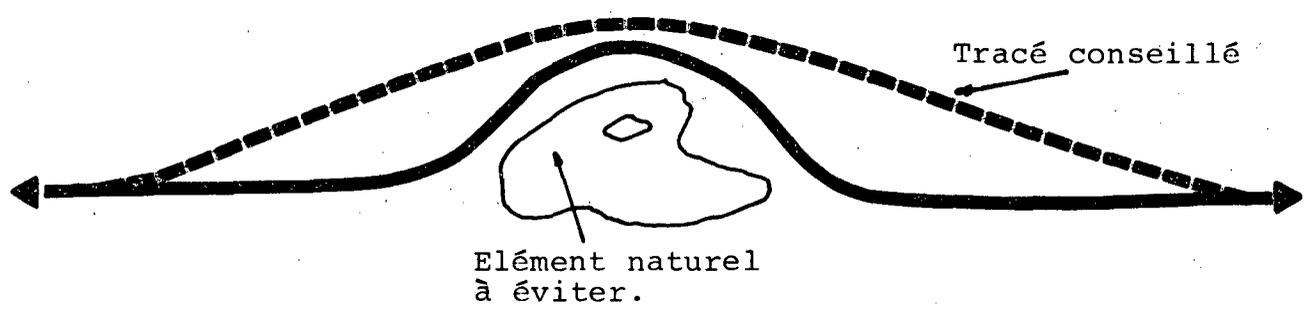
2-106. A plus haute vitesse, l'arrière plan est en évidence alors que les abords de la route ne sont qu'une image confuse. Les routes (courbes et tangentes) doivent donc être orientées vers de beaux points de vue situés à distance (figure 2-29). (7)



2.25

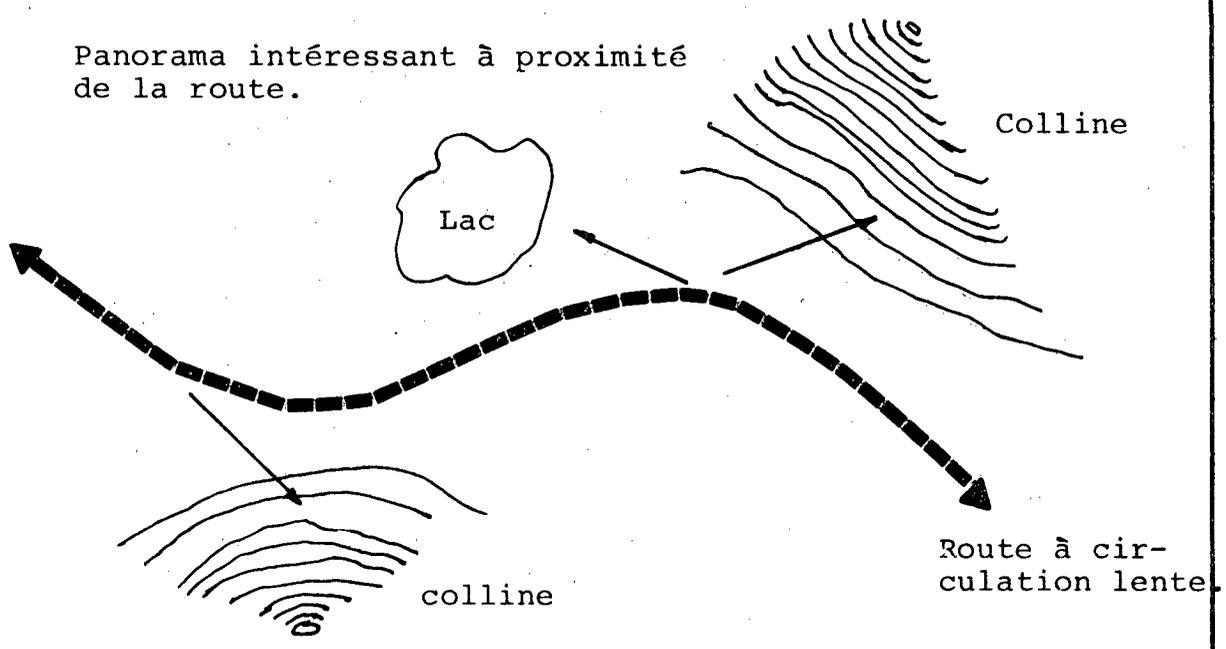


2.26



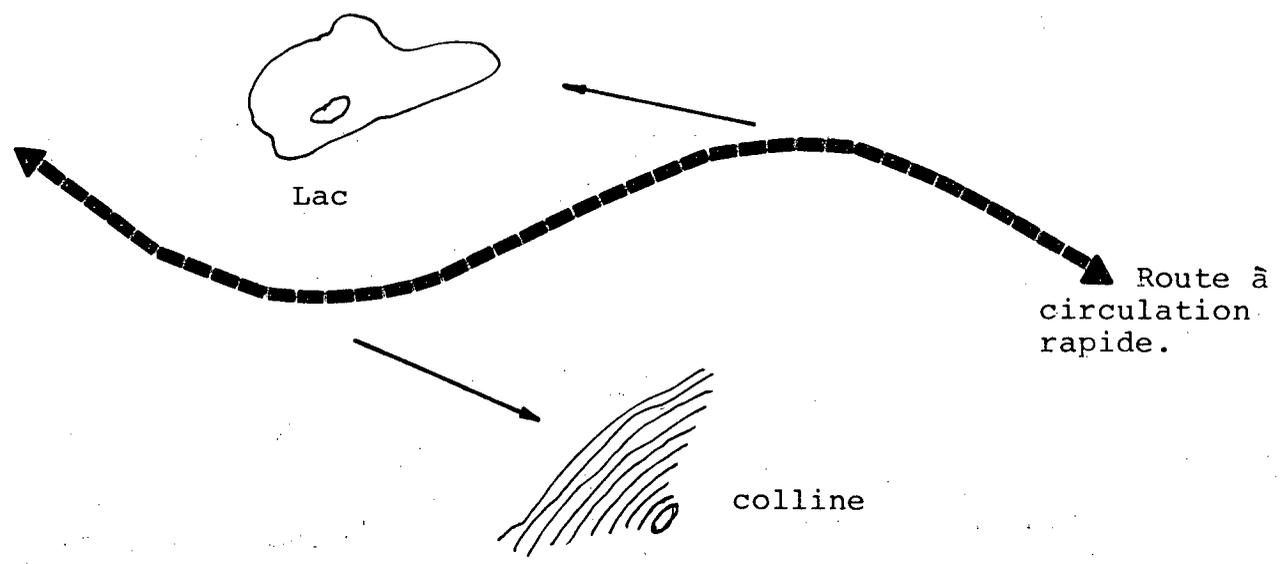
2.27

Panorama intéressant à proximité de la route.



2.28

Panorama intéressant loin de la route.



2.29

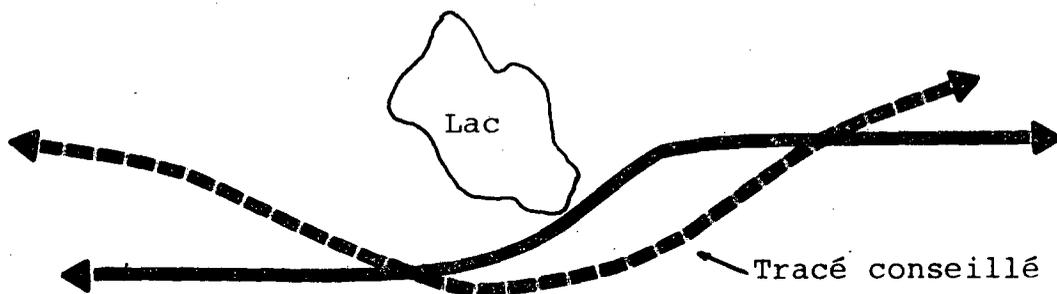
2-107. Sur les routes à haute vitesse, lorsqu'il arrive que des éléments importants du panorama sont relégués à l'arrière plan pour différentes raisons, la meilleure solution et aussi celle qui présente le moins de danger, consiste à aménager des haltes où le voyageur pourra s'arrêter et admirer le panorama en toute quiétude. <sup>(7)</sup>

2-108. Certains éléments naturels peuvent parfois s'interposer comme un obstacle lors du tracé d'une route. En pareil cas, il est beaucoup plus simple de contourner gracieusement ces obstacles et d'en faire des éléments panoramiques (figure 2-30). <sup>(7)</sup>

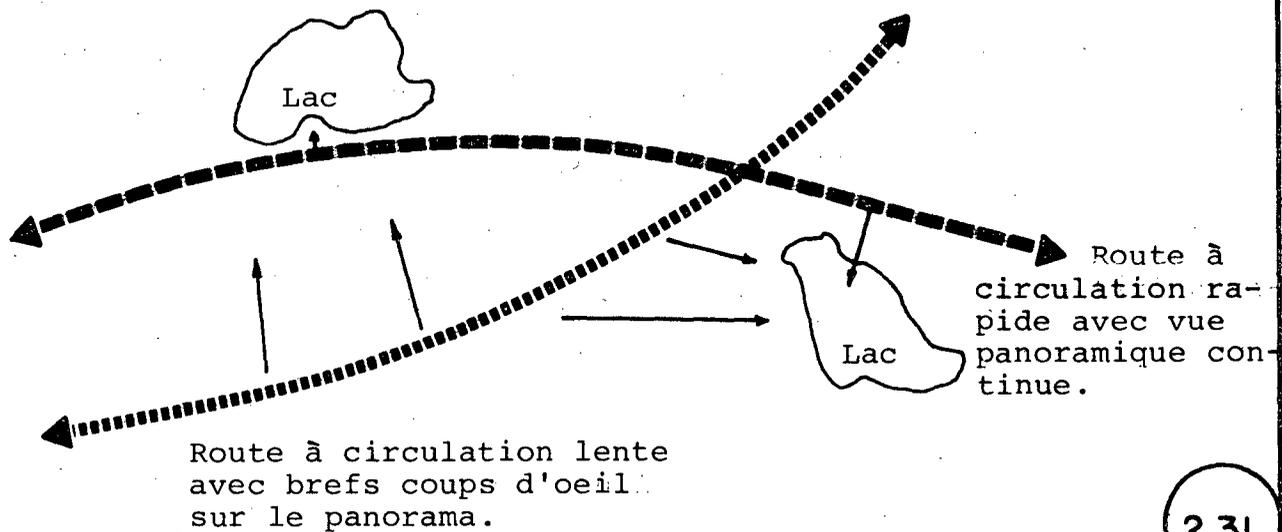
2-109. Il n'est pas toujours nécessaire de conserver une vue panoramique continue, surtout sur les routes à circulation lente. Une série de brefs points de vue sur le panorama se révèle parfois préférable à une vue panoramique soutenue; la continuité de panoramas s'avère souvent dangereuse sur les autoroutes où la circulation est beaucoup plus rapide (figure 2-31). <sup>(7)</sup>

2-110. Les automobilistes traversent certains ponts sans prendre conscience que ce sont des véritables oeuvres d'art. L'orientation de la route peut, à l'occasion, permettre au voyageur d'admirer de tels ouvrages avant de s'y engager (figure 2-32).

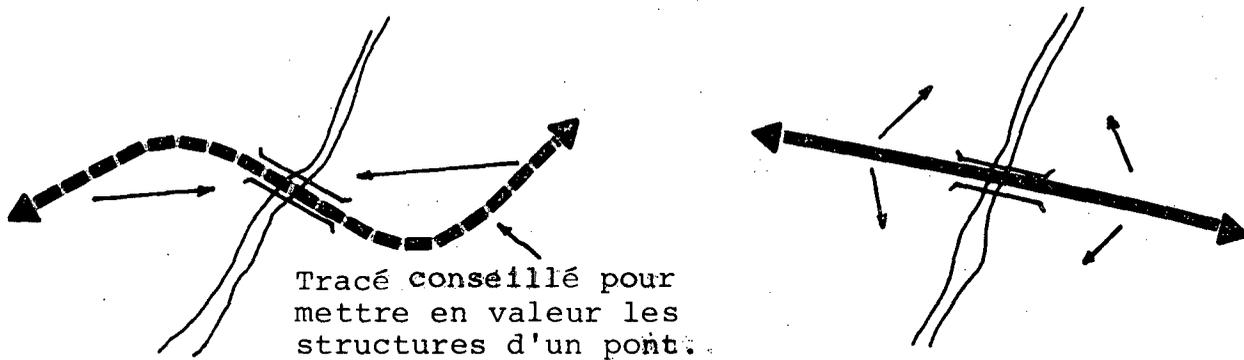
2-111. Les ponts en général doivent conserver l'orientation verticale de la route et les plus longs doivent, de plus, se trouver dans l'orientation horizontale de la route.



2.30



2.31



2.32

2-112. CONSIDERATIONS D'ORDRE GENERAL. L'étude du milieu naturel fournira des données de base essentielles qui, par une interprétation et une utilisation rationnelles permettront un choix judicieux du tracé et des structures connexes à une route.

2-113. Couvrant l'étendue du territoire à l'étude, un inventaire écologique des caractéristiques physiques et biologiques existantes ou potentielles doit être réalisé.

2-114. Les données doivent être recueillies en fonction des biomes et compilées aussi objectivement que possible afin de permettre une flexibilité maximale lors de leur utilisation. (Un biome est une région géographique ou écologique qui possède des caractéristiques uniformes au niveau des espèces de plantes et d'animaux et des types de sols mais qui diffère des régions avoisinantes sur le plan quantitatif).

2-115. L'identification des paramètres nécessaires à l'étude du milieu naturel doit être basée sur les impacts de l'action proposée sur les processus physiques et biologiques essentiels au maintien des écosystèmes terrestres et aquatiques. On doit aussi tenir compte de la nature et des caractéristiques des espèces constituant les différents écosystèmes et de leur importance sur le plan local, régional et national. (13)(14)

2-116. Plusieurs observations doivent être effectuées et des données suffisantes doivent être recueillies pour reconnaître les zones sensibles et les classifier selon leur degré de réaction aux perturbations. Une attention particulière doit

être accordée aux types de contrôles qui seront requis pour réduire au minimum les effets néfastes de l'action proposée s'il faut traverser une zone sensible.

2-117. L'équipe qui effectue les relevés doit être multidisciplinaire sur le plan des aptitudes et de la formation de ses membres. L'aptitude à évaluer les sols et une connaissance de l'hydrologie, de la faune et de la flore sont indispensables. De plus, l'aptitude à diriger des recherches dans le but de trouver des sites intéressants au point de vue archéologique, historique, récréatif, esthétique et panoramique, constitue un atout appréciable. (13)(14)

2-118. SOLS. Outre la présence de matériaux adéquats à la construction routière, l'étude des sols doit permettre de découvrir les phénomènes suivants: zones possibles de tassement excessif, problèmes de stabilité des pentes naturelles, et aux endroits où une excavation est prévue, problèmes de liquéfaction et de pompage, problèmes d'érosion et d'infiltration. (6)

2-119. Des excavations peu profondes doivent être effectuées afin de classifier les dépôts de surface et de déterminer l'épaisseur du revêtement isolant dans les régions de pergélisol. La couche active doit aussi être déterminée et l'on doit évaluer la stabilité apparente des rives des cours d'eau et des talus naturels. (6)

2-120. Lors de l'étude de sol, on doit accorder une importance particulière aux régions sujettes au gel souterrain. Le

gel souterrain se produit lorsqu'une couche imperméable de pergélisol force l'eau d'infiltration à faire surface ou lorsque le sol et les collines avoisinantes engendrent une eau d'infiltration de façon continue.

2-121. Les principaux facteurs à prendre en considération sont les suivants: (1)(10)(13)(14)(15)

- les types de sols
- la profondeur du roc
- l'épaisseur du revêtement isolant dans les régions de pergélisol
- l'escarpement des talus
- les éléments topographiques
- les zones où le sol est instable (rives de cours d'eau et talus naturels)
- la profondeur de la nappe phréatique
- le gel souterrain
- la présence de strates dégelées à l'intérieur du pergélisol (taliks)
- la tendance au gonflement par le gel
- la tendance à la formation de lentilles de glace.

2-122. La résistance des sols à l'érosion doit être évaluée là où les cours d'eau contiennent des sédiments et où l'on s'attend à des problèmes de soulèvement de poussière et d'entretien le long de la voie. (6)

2-123. Une étude pédologique des régions pré-choisies doit au besoin être effectuée de façon à mieux planifier la restitu-

tion de la végétation. La connaissance de la texture, du pH et de la teneur en azote et en phosphate de la couche du sol en surface permettra de déterminer la nature du fertilisant et de la semence à utiliser. Il est toutefois impossible de faire des évaluations avant le début des travaux. (6)

2-124. HYDROLOGIE. Une étude écologique d'avant-projet ne peut recueillir que des données hydrologiques rudimentaires qui peuvent servir à la conception d'un pont ou d'un ponceau. Cependant, quand la chose est possible, il vaut mieux utiliser les relevés hydrographiques officiels couvrant une longue période de temps afin d'être bien certain que les débits se sont produits et par le fait même ont été enregistrés.

2-125. On peut faire une évaluation du débit maximal d'un cours d'eau à l'aide de méthodes de calcul rationnelles ou empiriques. En ce qui a trait aux cours d'eau pour lesquels les statistiques sont inexistantes, les courbes de débit peuvent être établies approximativement par comparaison avec celles de cours d'eau ayant un bassin et des précipitations similaires.

2-126. Lors de l'étude hydrologique, on doit établir un profil en long du lit du cours d'eau et de la surface de l'eau sur une distance minimale de 150 pieds à partir du pied des remblais prévus pour les approches, évaluer au moins trois sections transversales complètes dans les limites de l'emprise du franchissement et, si possible, faire un relevé du niveau des crues printanières à une des sections transversales.

De plus, il est important de connaître les gradients de vitesse d'écoulement de l'eau aux sections transversales. (6)

2-127. On doit faire une étude des débris transportés par la rivière, surtout lors des crues printanières.

2-128. En ce qui concerne les rivières sujettes à l'affouillement, on doit dans la mesure du possible essayer d'établir aux endroits de franchissement, le degré d'affouillement susceptible de survenir au niveau des piliers principaux dans le lit de tels cours d'eau. (6)

2-129. Les principaux facteurs hydrologiques à prendre en considération sont les suivants:

- le débit du cours d'eau
- les gradients de vitesse dans le cours d'eau
- le niveau des hautes eaux
- le niveau des empreintes laissées par la glace le long des rives
- les précipitations
- la force d'affouillement d'un cours d'eau
- les zones de formation de couvert de glace
- les zones à embâcles
- la susceptibilité aux risques d'érosion
- le type d'écoulement des eaux de ruissellement de surface
- les plaines soumises à des inondations
- les rivières, les lacs, les baies et les terrains humides.

2-130. ÉCOLOGIE. Les renseignements requis pour effectuer une analyse complète des perturbations écologiques pouvant résulter de l'implantation, de la construction et de l'entretien de nouvelles routes sont les suivants:

1. Caractéristiques des communautés terrestres

a) Végétation terrestre

- Description et cartographie des groupements végétaux
- Evaluation de la productivité
- Localisation des écosystèmes fragiles et détermination des aires à protéger
- Identification des espèces végétales rares ou uniques
- Evaluation du couvert végétal en tant qu'habitat pour la faune terrestre.

b) Faune terrestre

- Inventaire des espèces de mammifères et d'oiseaux
- Evaluation de l'abondance et de la densité des principales espèces à caractère sportif et/ou commercial (gibier, animaux à fourrure, sauvagine)
- Description des écophases des espèces les plus susceptibles d'être affectées (reproduction, migration, alimentation)
- Localisation et description des aires de

concentration de la faune (ravage, terrain de vèlage, lieux de séjour, etc...)

- Identification des espèces rares ou menacées.

## 2. Caractéristiques des écosystèmes aquatiques

- Evaluation de la qualité des eaux
- Inventaire des sources de pollution
- Etude des principaux maillons de la chaîne alimentaire (plancton, benthos, poisson, végétation aquatique)
- Localisation des sites de frai connus
- Identification des espèces rares ou en danger.

2-131. ZONES SENSIBLES. Les zones sensibles sont des territoires qui se distinguent par certaines caractéristiques d'ordre naturel ou humain (culturel) qui leur procurent une portée régionale, provinciale ou nationale significative. <sup>(17)</sup>

2-132. Ce sont des régions où un développement incontrôlé, un usage intensif et d'autres activités de nature spécifiquement humaines, pourraient produire les résultats suivants:

- 1) dommages importants et même irréparables à des éléments de valeur écologique, historique, culturelle, scientifique ou panoramique ou encore à des ensembles ou processus dont l'intérêt dépasse largement le niveau local;

- 2) phénomènes naturels pouvant entraîner inutilement des pertes de vie et la destruction de propriétés;
- 3) épuisement complet des ressources actuelles et potentielles. (17)

2-133. La délimitation de zones sensibles a pour objet de protéger, perpétuer, mettre en évidence ou tout simplement conserver certains éléments d'une région donnée que l'on juge avoir une valeur sociale, éducative, récréative, scientifique et esthétique supérieure à la valeur que lui conférerait l'implantation d'autoroutes, de voies ferrées, de lignes de transmission, l'extraction de ses ressources naturelles, etc. (7)(17)

2-134. Les dimensions et la forme d'une zone sensible sont déterminées par les caractéristiques particulières qui en font un site unique.

2-135. ZONES NATURELLES SENSIBLES. Une zone naturelle sensible est une région possédant des attributs naturels qui, en eux-mêmes, méritent une attention particulière et un aménagement adéquat. De telles régions sont de dimensions fort variables, mais elles doivent être assez vastes pour constituer une unité d'aménagement viable indépendante et apte à conserver intacts les attributs naturels qui ont motivé la création d'une telle zone. (7)(17)

2-136. La délimitation de zones naturelles sensibles a pour but de permettre que les caractéristiques naturelles particu-

lières de tels territoires et les éléments qui les constituent soient aménagés de façon à en assurer la préservation. Par le fait même, les générations futures pourront en profiter à différents points de vue, que ce soit d'ordre récréatif, éducatif, scientifique ou esthétique.

2-137. Une zone naturelle possède l'un ou plusieurs attributs naturels parmi les suivants:

- 1) la faune
- 2) l'habitat de la faune
- 3) une faune variée de caractère unique ou exceptionnel
- 4) une flore variée de caractère unique ou exceptionnel
- 5) des vestiges uniques ou importants de la flore ou de la faune
- 6) une association exceptionnelle d'essences forestières différentes
- 7) des caractéristiques géologiques uniques ou exceptionnelles
- 8) un territoire relativement peu développé; de l'eau, un sol, des espèces aquatiques et terrestres assez importantes pour justifier la conservation du territoire à l'état sauvage
- 9) des caractéristiques hydrologiques, des sites fossilifères uniques ou exceptionnels
- 10) tout élément cité plus haut qui, par sa situation particulière, a une grande importance au niveau local, même s'il est de moindre valeur dans une région géographique plus vaste.

2-138. Une zone naturelle peut englober une grande variété d'éléments naturels. Les critères qui régiront sa sélection comprennent, en plus des points mentionnés plus haut, les éléments suivants:

- 1) l'importance relative de l'élément naturel
- 2) l'accessibilité à cet élément naturel
- 3) la fragilité et la sensibilité de l'élément naturel
- 4) le potentiel d'interprétation
- 5) le degré d'utilisation escompté
- 6) les conditions de l'aménagement.

2-139. CONSIDERATIONS D'ORDRE GENERAL. Une description et une analyse des éléments culturels doivent être faites de façon à en assurer la plus grande protection possible. Un inventaire des sites d'intérêt panoramique, récréatif et historique, en place ou à venir, doit être fait dans le territoire à l'étude.

2-140. Les principaux facteurs à prendre en considération sont les suivants: (1)(7)(17)

- 1) régions surélevées (promontoires, crêtes, etc.)
- 2) sites très fréquentés par le public (routes, chemins de fer, aéroports, etc.)
- 3) sites panoramiques (lacs, régions côtières, rivières et berges, chutes, etc.)
- 4) zones réservées aux activités récréatives et les parcs
- 5) clairières
- 6) sites historiques et sites archéologiques, ruines
- 7) installations aériennes et souterraines
- 8) routes panoramiques, belvédères
- 9) utilisation du territoire actuelle ou à venir

2-141. ZONES CULTURELLES SENSIBLES. Les zones culturelles sensibles comprennent des éléments naturels ou culturels exceptionnels ou importants nécessitant des techniques d'exploitation particulières. Les régions revêtent une grande importance pour quiconque se préoccupe de la qualité de l'environnement.

2-142. ZONES PANORAMIQUES. Une zone panoramique est une région où le panorama qui s'offre à l'observateur est d'une qualité exceptionnelle. Cette qualité peut provenir de certaines caractéristiques du paysage qui revêtent une importance capitale, soit par leur beauté, soit par leur caractère unique ou l'intérêt qu'elles suscitent ou encore parce qu'elles sont un témoignage du passé ou une forme d'identification. <sup>(7)</sup>

2-143. Les principaux critères de sélection d'une zone panoramique sont les suivants: <sup>(1)(7)(14)</sup>

- 1) la valeur du caractère panoramique, relativement à ce qu'on retrouve dans le voisinage immédiat
- 2) la qualité du panorama
- 3) l'accessibilité à la zone ou au point d'observation
- 4) l'angle de visibilité du panorama
- 5) la distance de visibilité du panorama
- 6) le travail requis pour mettre en évidence certains éléments du paysage ou permettre des points de vue
- 7) le genre d'exploitation requis pour assurer la protection, la conservation ou l'embellissement de la zone.

2-144. ZONES RECREATIVES. Une zone récréative possède des éléments de paysage offrant des avantages pour certaines activités de plein air, quoique l'on puisse aussi prévoir que d'autres activités pourront s'y dérouler.

2-145. Là où les autorités locales, provinciales et fédérales ont déjà dressé un inventaire des zones favorables aux activités récréatives, la détermination d'une zone récréative en sera grandement facilitée. Dans le cas contraire, on utilisera comme point de départ les données déjà existantes et les renseignements que pourront fournir certains organismes de développement régional.

2-146. ZONES HISTORIQUES. Une zone historique est une région ou un emplacement dont la valeur tient au fait qu'un événement historique s'y est déroulé, qu'on y a retrouvé des vestiges historiques ou que des bâtiments de valeur historique ont déjà été érigés à cet endroit. Cela comprend aussi les reconstitutions et les expositions d'intérêt historique. (7)

2-147. Lorsque des sites historiques existent, il s'agit de délimiter le territoire de façon à ce qu'ils soient compris à l'intérieur d'une zone sensible. C'est la meilleure façon de lui assurer une protection adéquate.

2-148. Si l'on tenait à découvrir de nouveaux sites historiques ou archéologiques, il est de première importance que des personnes compétentes en soient informées et que les mesures de protection adéquates soient immédiatement mises en place sur les lieux de la découverte. (7)

2-149. La liste des genres de sites historiques est plutôt longue, mais peut inclure entre autres: les emplacements de bâtiments ou de campements, les routes de pionniers, les moulins, les anciens forts, les champs de bataille, les cimetiè-

res, les lieux où l'on a trouvé des peintures sur pierre, etc. Le vaste éventail de monuments et d'événements historiques permettra une répartition des zones historiques et l'on pourra ainsi mieux protéger et commémorer les vestiges du passé.

2-150. Les principaux critères de sélection d'une réserve historique sont les suivants: (1)(7)(17)

- 1) la valeur de l'élément historique
- 2) son accessibilité
- 3) sa fragilité
- 4) son potentiel d'interprétation
- 5) la justification de sa préservation
- 6) sa valeur d'interprétation
- 7) le coût de sa restauration, si nécessaire.

2-151. En toute circonstance, la zone choisie devra être assez vaste pour que l'on soit assuré de pouvoir en préserver l'environnement ou l'élément qui en fait sa valeur.

2-152. RESTRICTIONS OPERATIONNELLES. Lors de l'inventaire du milieu, on doit planifier avec soin les travaux sur le terrain pour éviter les perturbations écologiques mineures. Il faut surtout éviter les dommages causés par la machinerie lourde, l'obstruction des cours d'eau et la formation de silt résultant d'ouvrages de franchissement temporaires mal construits. (6)

2-153. Il faut veiller à ce que ni la machinerie lourde, ni les avions n'importunent les oiseaux et les mammifères qui habitent la région étudiée ou même d'autres régions. (4)

2-154. Les avions doivent voler à plus de 1,000 pieds au-dessus des populations animales et dans la mesure du possible, il serait préférable de les contourner. (6)(12)

2-155. Avant même que ne commencent les relevés sur le terrain pour une région donnée, les couloirs aériens qui surplombent cette région ou toute autre région de même importance doivent être établis de façon à contourner les zones à forte population animale. Les couloirs aériens, le moment du vol et l'altitude minimale doivent être approuvés par les autorités compétentes.

2-156. Pour préserver la surface du sol, il vaut mieux utiliser des véhicules tout-terrain sur pneumatiques ou sur coussins d'air surtout dans la toundra.

2-157. Là où les conditions du sol permettent l'utilisation de véhicules sur chenilles, ces derniers ne doivent pas cir-

culer hors du tracé de l'emprise. En hiver, les bulldozers peuvent entreprendre le défrichage de la ligne centrale de l'axe routier pourvu qu'une épaisse couche de neige protège la couverture végétale du compactage et autres dommages, et que le sol soit suffisamment gelé pour supporter la machinerie lourde. Les bulldozers doivent être pourvus de sabots en forme de tête de champignon inversée à chacune des extrémités de la lame pour maintenir celle-ci à 6 ou 8 pouces du sol. Consulter la section 3-1 pour des instructions plus précises sur les méthodes de déboisement.

2-158. Dans les régions nordiques, les relevés sur le terrain s'effectuent habituellement entre les mois de mars et octobre. En conséquence, il faut veiller à ce que la machinerie lourde ne circule qu'en terrain où sont inexistantes les risques d'érosion thermique dû au compactage ou à la destruction du couvert végétal. Si le passage de la machinerie lourde risque de provoquer la création de "karsts", il vaut mieux utiliser des hélicoptères pour le transport de matériaux. <sup>(6)</sup>

2-159. On doit limiter au minimum le franchissement des cours d'eau par la machinerie lourde. Lorsqu'il faut absolument franchir un cours d'eau, une étude de la stabilité des rives doit être faite. Consulter la section 3-152 pour des instructions plus précises sur le franchissement temporaires des cours d'eau

2-160. Lors des études géotechniques, il faut obstruer les trous faits par les foreuses et qui ne sont plus d'aucune utilité. C'est une opération facile qui évitera, dans les

régions nordiques, que l'eau ne s'accumule dans les trous provoquant ainsi l'affaissement du terrain. (6)

2-161. Les campements sont généralement de conception fort rudimentaire, mais il n'en reste pas moins que, dans l'intérêt de la santé publique, il faut y aménager les installations sanitaires courantes. Les eaux usées doivent être éliminées d'une façon qui ne perturbe pas l'écologie aquatique. Les déchets doivent être brûlés ou enterrés régulièrement afin de ne pas attirer les animaux sauvages. (5)(6)



Conception

3-1. DEFRICHAGE. La surface minimale nécessaire à la construction de la route ou de toute autre structure doit être seule défrichée. Ainsi quand c'est possible, le défrichage des routes doit être limité à la surface nécessaire pour le remblai, le drainage et pour permettre une visibilité assurant une conduite prudente. Il n'est nullement nécessaire de défricher plus, et souvent, pour permettre une meilleure visibilité, il vaut mieux déplacer l'axe de la route plutôt que d'élargir celle-ci (figure 3.1). (7)

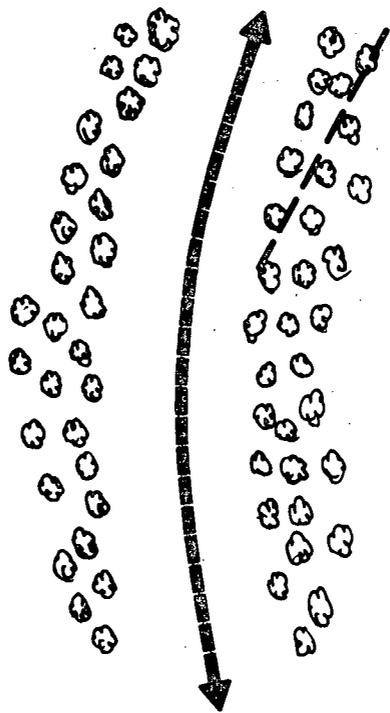
3-2. Si possible, les aires de dégagement doivent être déterminées lors du défrichage initial de l'emprise et défrichées avant les travaux de terrassement afin d'éviter qu'elles ne soient jonchées d'arbres affaissés ou abattus ou encore que n'y soient jetées des souches arrachées (figure 3.2). (7)

3-3. Le défrichage peut se faire manuellement ou mécaniquement en autant que les recommandations de la présente section sont respectées.

3-4. La méthode de défrichage employée est fonction de:

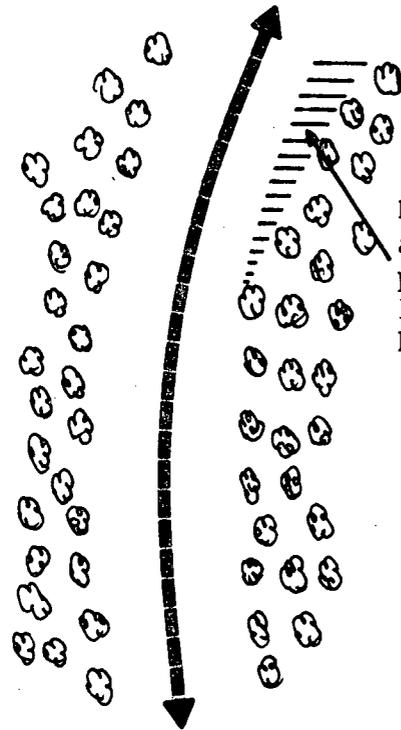
1. la sensibilité du terrain;
2. la nature de la couverture forestière;
3. la période de l'année;
4. l'état du bois.

3-5. Toutes les précautions doivent être prises pour réduire au maximum la perturbation de la surface du sol. Les bulldozers doivent être munis de semelles à patins et tout l'é-



Déplacement

(-)

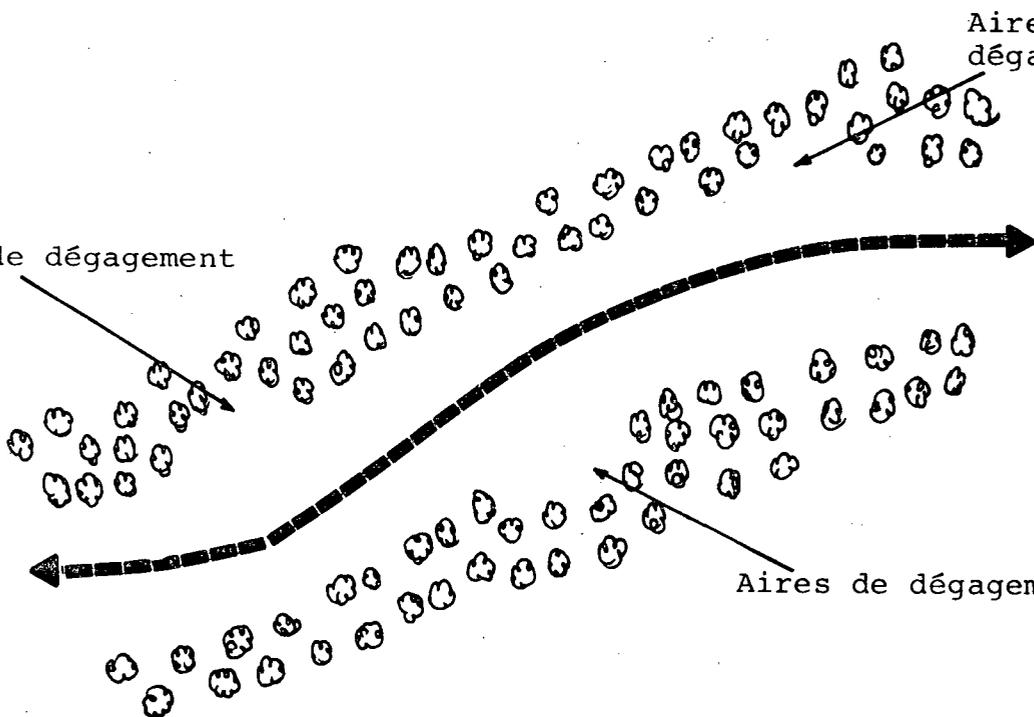


Défrichage  
additionnel  
pour une meil-  
leure visi-  
bilité.

(+)

3.1

Aires de dégagement



Aires de dégagement

Aires de  
dégagement

3.2

quipement lourd utilisé pour le défrichage doit être suffisamment puissant. (4) (5) (6)

3-6. Les surfaces inutilisées où il est nécessaire seulement de déboiser, doivent être défrichées manuellement afin de réduire au minimum la perturbation de la couverture végétale.

3-7. Un défrichage manuel doit se faire partout où ne s'impose qu'un défrichage restreint, par exemple, lignes d'arpentage et clôtures autour des camps d'ouvriers.

3-8. Le défrichage manuel doit être utilisé pour tous les arbres qui ont plus de 12 pouces de diamètre à hauteur de poitrine et partout où l'utilisation de la machinerie lourde serait dommageable à l'environnement. (4)

3-9. Règle générale, la machinerie lourde doit être utilisée seulement lorsque le sol est gelé à une profondeur suffisante pour assurer la capacité portante nécessaire et qu'il est recouvert d'une couverture de neige adéquate (au moins 5 pouces) à la protection de la couche végétale. A cause de la couverture de neige, les grosses souches devront être arrachées après le dégel. (4)

3-10. Dans les zones de pergélisol, le défrichage mécanique ne doit pas commencer avant que le gel n'ait pénétré la couche active jusqu'à une profondeur de huit (8) pouces et la fin du travail doit être prévue pour la fin de février. Par la suite

le défrichage doit se continuer au jour le jour, conformément à une acceptation préalable. (4)

3-12. En général, le défrichage manuel peut se faire toute l'année.

3-13. Le défrichage mécanique doit se faire de façon à ne pas endommager les arbres avoisinants qui peuvent être conservés. Tous les arbres, souches et autres débris de bois doivent être abattus et déposés à l'intérieur des limites de l'emprise et loin des cours d'eau.

3-14. Tout terrain défriché sur une surface inclinée dans la direction d'un cours d'eau doit être considéré comme une source de siltation probable. Le défrichage de l'emprise doit être interrompu à au moins trois cents (300) pieds du niveau de crue pris en compte dans les calculs, et ce jusqu'au moment de la construction des structures permanentes qui traverseront la rivière. Dans les pentes supérieures à 3 dans 1, le défrichage doit s'arrêter là où commence le talus. (9)

3-15. Aucun dépôt de grumes ne doit être situé à moins de 300 pieds d'un cours d'eau. (4) (5) (6)

3-16. Les grumes ne doivent pas être déversées ou cordées dans un cours d'eau sans l'accord préalable des services responsables du gouvernement provincial. (4) (5) (6)

3-17. Si le bois a une valeur quelconque, les résidents locaux doivent avoir la possibilité de le ramasser après le défrichage. Si le bois doit être conservé, il faut le défricher manuellement et l'empiler le long de l'emprise afin qu'il soit récupéré ultérieurement.

3-18. Tous les débris peuvent être brûlés. Quoique cette méthode soit la plus économique, il faut aussi considérer la possibilité d'utiliser les déchiqueteuses à copeaux. Les copeaux constituent un bon isolant et pourraient servir à isoler de nouveau les sols à forte teneur en glace dont la couverture végétale a été enlevée accidentellement.

3-19. Les débris doivent être brûlés sur des traîneaux ou des grillages prévus à cet effet, sur des surfaces rocheuses, ou encore à tout autre endroit où le tassement causé par le dégel ne se produira pas. Les feux doivent se faire sous surveillance, à une période où le danger d'incendie est pratiquement nul, dans des conditions météorologiques favorables et à un moment où les zones habitées ne seront pas affectées. (4)

3-20. Aucun feu ne doit se faire à moins de 500 pieds d'un ruisseau, d'une rivière ou d'un lac, sauf s'il est fait sur des traîneaux ou des grillages. (4)

3-21. Les résidus d'épicéas et autres conifères ne doivent pas être laissés trop longtemps sur le sol avant d'être brûlés car une infestation d'insectes pourrait en résulter.

3-22. Doivent être enlevés et brûlés tous débris résultant du défrichage ou de la construction qui pourraient obstruer un cours d'eau, entraver le passage des poissons, causer une crue, ou provoquer de l'érosion fluviale. Nuls copeaux et écorces d'arbres doivent être déposés ou entraînés dans les cours d'eau.

3-23. Toutes les cendres et tous les débris incombustibles doivent être enterrés dans les bancs d'emprunt épuisés conformément aux recommandations faites à la section 3-46.

3-24. Dans un rayon d'un (1) mille d'une région où l'on retrouve des aigles à tête blanche ou toute autre espèce qui niche dans les gros arbres, la coupe du bois doit se faire de manière à laisser intact, et sans altération de son état au moins un arbre sur dix parmi les plus gros. (4)

3-25. ESSOUCHAGE. Il faut procéder à l'essouchage pour enlever du sol les matériaux tels les gros troncs d'arbres et les racines qui ne font pas un bon matériau de construction.

3-26. L'essouchage ne doit être pratiqué que dans les endroits où une infrastructure est requise pour porter des remblais peu profonds et pour enlever les constituants médiocres des masses de sol destinées à la construction de remblais. Le tapis végétal ne doit pas être arraché de façon routinière jusqu'aux limites de l'emprise mais seulement à l'intérieur de l'espace nécessaire au terrassement. (6)

3.27. L'essouchage doit se faire après le dégel, préférablement l'été, pour permettre au bulldozer d'arracher du sol les troncs d'arbres et les grosses racines.

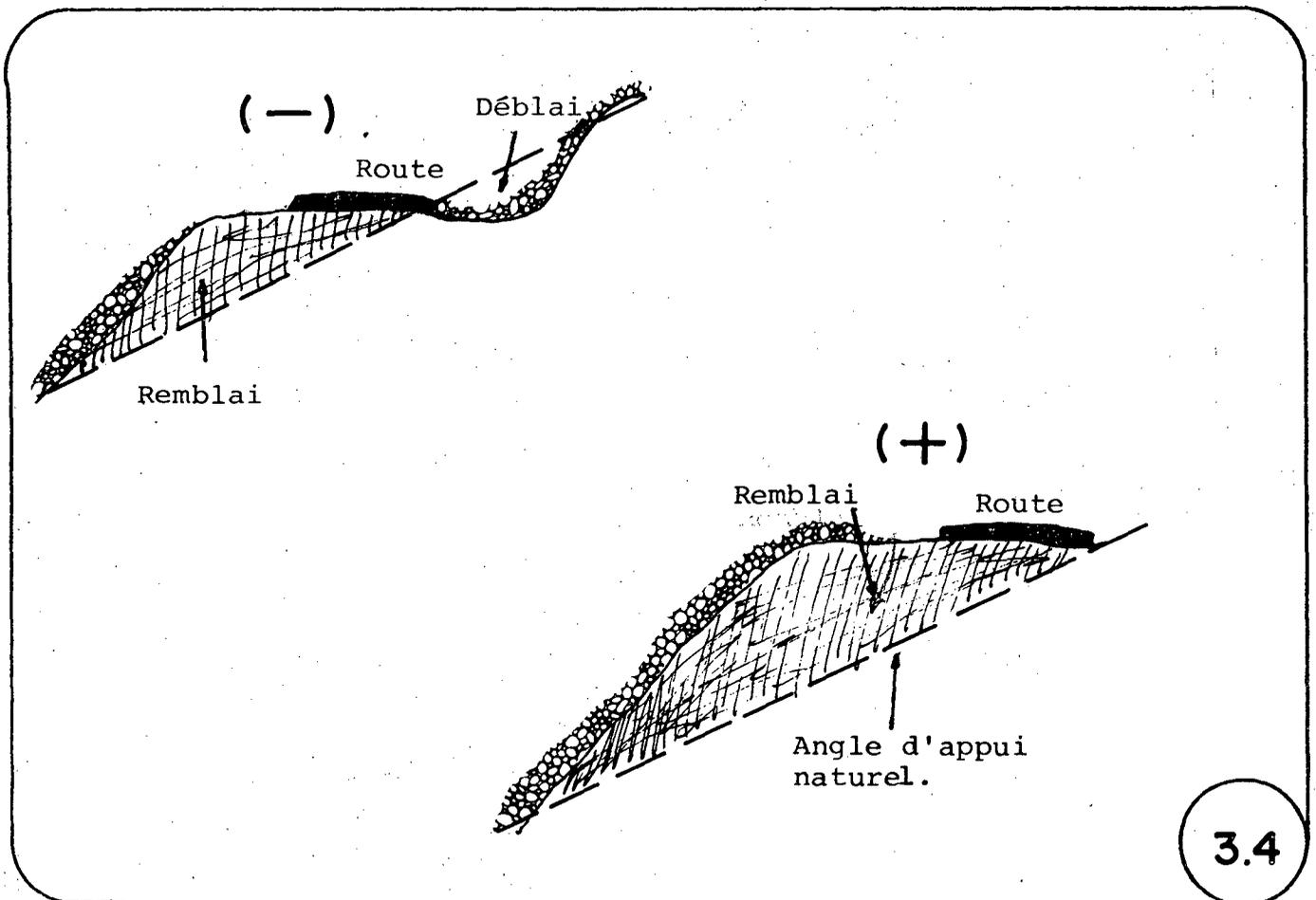
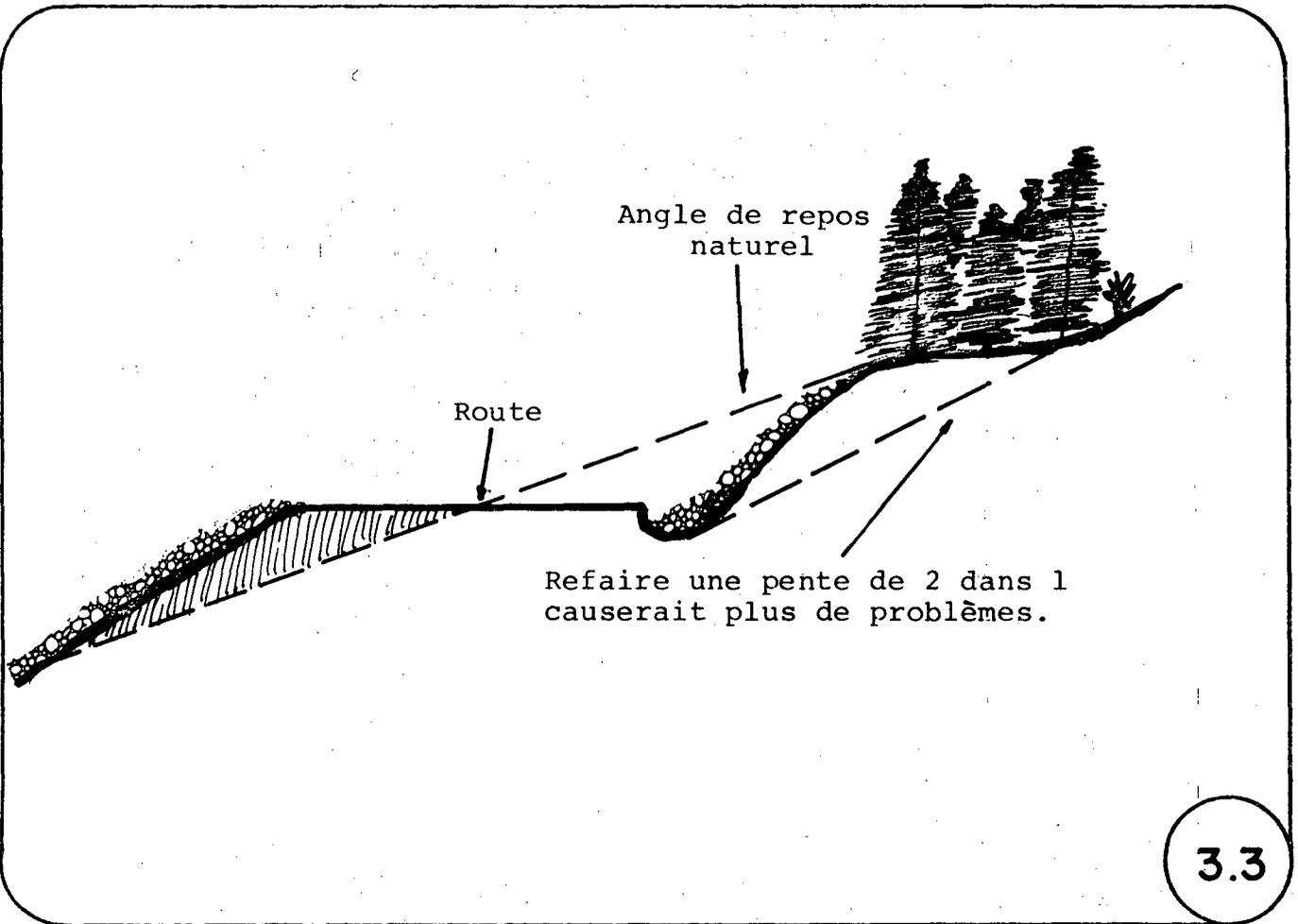
3-28. Les travaux de dégagement des souches, des grosses pierres et des résidus ne doivent pas empiéter sur les ruisseaux et les lacs.

3.29. L'essouchage des sols à forte teneur en glace ne doit se faire qu'après entente avec les autorités responsables du gouvernement provincial en ce domaine.

3-30. DEBLAIS ET REMBLAIS. Les déblais et les remblais sont extrêmement sensibles à l'érosion et exigent un soin particulier.

3-31. Les pentes des déblais et des remblais ne doivent généralement pas être supérieures à 2 dans 1. Les pentes abruptes et l'absence de stabilisation entraînent l'érosion, tout spécialement dans les sols sableux. Toutefois, ici comme dans tous les cas où sont en jeu des "règles générales", le bon sens doit primer. De nombreuses pentes parfaitement stables et bien ancrées ont été remplacées par des pentes moins raides qui ont alors commencé à subir les effets de l'érosion (figure 3-3). (7)

3-32. Quoique les pentes en talus naturels soient rares, elles ne doivent jamais être creusées du côté amont. Il vaut mieux remblayer le côté aval, car il a fallu de nombreuses années au talus pour se stabiliser (figure 3-4). (7)



3-33. Les routes qui traversent des ravins ou des rigoles profondes nécessitent généralement des remblais considérables. De façon à assurer un drainage constant, on doit mettre en place des ponceaux construits selon les critères mentionnés à la section 3-92.

3-34. Un remblai granulaire ne doit pas avoir de pentes latérales plus abruptes que 2 dans 1 et doit être stabilisé grâce à un ensemencement par projection hydraulique. Les pentes plus abruptes, jusqu'à 1 dans 1, peuvent être stabilisées par un enrochement. Les gros remblais en argile doivent toujours être moins abrupts que 2 dans 1 spécialement à la partie supérieure (voir contrôle de l'érosion et du drainage, section 3-61).

3-35. Il est préférable d'atteindre la déclivité désirée en remblayant en plusieurs couches minces plutôt qu'en une seule couche. La circulation des véhicules aux abords du remblai donne un certain compactage aux accotements. Un tel résultat ne peut être obtenu avec un remblai massif qui se traduirait par des accotements mous et apporterait des difficultés d'entretien ultérieures.

3-36. EXCAVATION ET REMBLAYAGE DANS LE PERGELISOL. Dans les régions de pergélisol où les matériaux sont stables pendant et après le dégel, on peut réaliser l'excavation par la méthode conventionnelle du talus. (5) (6) (18) (21)

3-37. Quand il arrive que des déblais soient absolument nécessaires dans un sol à forte teneur en glace, l'arrière du talus doit être vertical. On doit prévoir un fossé assez

large pour pouvoir déblayer les matériaux qui se déposeront éventuellement lorsque le dégel sera commencé. Les broussailles et les arbres doivent être enlevés manuellement à partir du sommet du talus et à l'arrière jusqu'à une distance égale à une fois et demie la profondeur du déblai. La couche végétale ralentira la vitesse du dégel et un nouveau régime thermique stable s'établira plus rapidement. Là où des talus verticaux sont prévus, on doit étudier la stabilité du talus de façon à empêcher une rupture massive et subite du talus. (5) (6) (18) (19) (20)

3-38. Dans les régions où le sol est instable et où les tranchées verticales sont indésirables, à cause de la qualité de la couverture végétale par exemple, un talus extérieur incliné peut être aménagé si les pentes et le fond de la tranchée sont recouverts pour fin d'isolation et de support ou pour les deux à la fois ainsi que de protection contre l'érosion. Les couvertures doivent généralement se composer de matériaux granulaires stables à drainage naturel, de copeaux de bois, etc. La pente du versant arrière du talus ainsi que l'épaisseur et le type de couverture doivent être déterminés compte tenu de la hauteur du déblai, de la quantité de glace dans les matériaux, de la stabilité et du genre de déposition des matériaux qui composent l'arrière du talus. Les buts du design doivent être soit maintenir le régime thermique des matériaux qui forment l'arrière du talus, soit les garder et les tenir en place durant le dégel et la stabilisation, soit une combinaison des deux. (5) (6) (18) (19) (20)

3-39. Le sol sous l'infrastructure doit aussi être creusé et

rempli de matériaux granulaires stables à drainage naturel afin de procurer un recouvrement isolant pour les matériaux gelés qui sont en-dessous et assurer une pente longitudinale structurellement acceptable ou pour faire les deux. La possibilité d'utiliser des copaux de bois ou de l'isolant manufacturé doit aussi être prise en considération afin d'améliorer l'isolation. La profondeur de l'excavation et du remblai pour chacun des emplacements doit être déterminée selon le succès escompté de l'isolation ainsi que selon la teneur en glace et les propriétés du sol dans les limites à l'intérieur desquelles on peut craindre une dégradation d'origine thermique. (5) (6) (18) (19) (20)

3-40. Dans le calcul des accotements, on doit faire attention aux propriétés thermiques du remblai et du sol sur lequel il repose dans le but d'évaluer le tassement auquel on peut s'attendre suite à l'augmentation de l'épaisseur de la couche active du sol. (21)

3-41. Il faut aussi prévoir la consolidation du sol si un matériau gelé est utilisé dans un accotement. Le remblai doit être plus élevé que prévu pour tenir compte du tassement subséquent qui se produit lorsque les matériaux dégèlent et se consolident. (6)

3-42. Quoique la méthode d'équilibrage des déblais et des remblais soit la plus économique dans la construction des routes, la présence de pergélisol peut nécessiter qu'on dépose la première couche directement sur la couche végétale intacte. Une couche de remblayage assez épaisse pour empêcher ou re-

tarder le dégel nécessite un plus grand volume de matériaux de remblayage que les déblais et remblais usuels. (5)

3-43. Dans les régions où le sol est silteux et contient d'importantes quantités de glace, on doit mettre en place une couche de matériaux de remblayage d'épaisseur suffisante pour retarder la fonte de la glace et contribuer à la stabilité de l'assiette routière. Dans les endroits où les sols silteux secs dominant, la méthode traditionnelle des déblais et remblais peut être utilisée. (5)

3-44. Quand le tracé de la route traverse un sol où les matériaux du sous-sol sont suffisamment gros, même s'ils sont gelés, une route stable peut être construite sans apport de grandes quantités de remblais. (5)

3-45. Une attention toute particulière doit être accordée aux plans de contact entre matériaux différents. La zone de transition entre un déblai composé principalement de glace et un remblai rocheux constitue une source d'instabilité propre à engendrer des problèmes de pollution. Dans de tels cas, il est recommandé que la section exposée au dégel soit recouverte sur sa surface gelée d'une couverture isolante composée de matériaux de remblayage dès que le déblai a atteint la pente voulue. Une attention spéciale doit aussi être portée à une telle interface afin d'empêcher que le silt dégelé soit entraîné dans tout ruisseau traversé par la route. (5)

3-46. ZONES D'EMPRUNT. Lorsqu'il est possible, il faut de préférence exploiter encore une carrière de matériaux déjà existante plutôt que d'en ouvrir une nouvelle.

3-47. Lors du choix des chambres d'emprunt, une attention particulière doit être apportée à l'utilisation maximale d'autres ressources naturelles et à la détérioration minimale des cours d'eau, des arbres et de la faune terrestre. Le gravier ne doit pas être considéré seulement comme un matériau prêt à utiliser sur le champ pour la construction des routes. Il est aussi important à la survie de nombreuses formes de vie sauvage, aux frayères ainsi qu'aux tanières fréquentées par les écureuils, les renards, les loups et même les ours. (6)(8)

3-48. Le réaménagement des zones d'emprunt après la réalisation d'un projet doit être intégrée à ce dernier lors du design et incluse dans la construction proprement dite.

3-49. L'enlèvement du gravier doit être limité aux zones au-dessus de la côte de calcul des hautes eaux et à plus de 300 pieds des cours d'eau. (9)

3-50. Une bande d'au moins 100 pieds de terrain non remanié doit être laissée entre les limites de l'emprise de la route et celles d'un banc d'emprunt. (6) (19) (19) (20)

3-51. Les zones d'emprunt doivent être défrichées conformément aux recommandations faites pour le défrichage des routes (section 3-1).

3-52. Les limites des zones d'emprunt doivent être établies de façon à ce qu'elles se confondent avec la forme naturelle du terrain. Quelle que soit la forme des zones d'emprunt, un accent tout spécial doit être mis sur les mesures de préven-

tion contre l'érosion du sol et la détérioration de la végétation. (4)

3-53. Les matériaux de surface qui seront excavés ou enlevés des chambres d'emprunt doivent être déposés en tas de façon à être réutilisés lors des travaux de finition. Lorsqu'il devient manifeste qu'un banc d'emprunt utilisé pour la construction contient des lentilles de glace en quantité nuisible, le matériau en cause doit être rejeté avec les résidus de défrichage du banc d'emprunt ou encore déposé dans certaines sections de l'accotement où aucun problème d'environnement ou structure n'est à craindre. (19) (19) (20)

3-54. Si les matériaux provenant d'un banc d'emprunt doivent être remisés en tas pour constituer une source d'approvisionnement courant en matériaux non gelés pour fins d'entretien, ils doivent être placés sur un sol bien drainé. Des précautions doivent être prises pour que le gel ne s'installe dans le tas de dépôts qui autrement perdrait sa raison d'être.

3-55. Si on a accordé la permission pour que des bancs d'emprunt avoisinent ou empiètent dans certains lacs, rivières ou ruisseaux, l'implantation de digues, bermes ou autres constructions du même genre doit être réalisée pour protéger les poissons et leur passage et empêcher l'envasement de tels lacs, rivières et ruisseaux. (4)

3-56. En autant que les responsables du Ministère du Tourisme de la Chasse et de la Pêche sont persuadés qu'un cours d'eau n'abrite pas une population importante de poissons et

n'a pas le potentiel voulu pour subvenir aux besoins d'une telle population, la permission d'entreprendre des travaux d'excavation dans le lit du cours d'eau et d'en retirer des matériaux pourra être accordée. Une telle permission sera toutefois soumise à une surveillance des travaux entrepris qui seront sujets à l'approbation d'un agent du M.T.C.P. Règle générale, l'excavation des bancs d'emprunt ne doit pas empiéter sur les limites du cours d'eau ou provoquer l'affaissement de ses rives. (9)

3-57. Tous les matériaux excédentaires qui n'ont pas été utilisés dans la construction des remblais ou pour le remblayage autour de différentes constructions doivent être retournés à leur lieu d'origine ou éliminés d'une manière et à un endroit approprié.

3-58. Les chambres d'emprunt doivent être remises en état de façon à être de bonne qualité pour la faune terrestre, à servir de lieu de récréation ou à toute autre utilisation en autant que l'esthétique en est préservée.

3-59. Si l'eau s'accumule dans la fosse d'emprunt ou que le drainage peut se faire de façon à y amener de l'eau, une mare pittoresque pourra s'y former et attirer les canards et les oiseaux de rivages. Si cette possibilité est envisagée, il serait préférable que la fosse ait un contour irrégulier et que ses dimensions soient de 4 à 5 acres ou plus de superficie et au moins 8 pieds de profondeur. Si un ou deux îlots peuvent être laissés intacts, son attrait sur la faune sauvage n'en sera que plus grand. (8)

3-60. Le nivellement des abords et la remise en place de la couche végétale constituent l'étape finale. La végétation naturelle peut apparaître assez rapidement, ou une aide quelconque peut se révéler nécessaire sous la forme de fertilisants ou de semences.

3-61. CONTROLE DE L'EROSION ET DU DRAINAGE. Des mesures pour assurer un drainage adéquat et le contrôle de l'érosion doivent être intégrées au projet d'une route de façon à éviter des changements dans le régime hydraulique déjà existant à empêcher la sédimentation des cours d'eau et à favoriser le rétablissement d'une couverture végétale. <sup>(4)</sup>(22).

3-62. Le drainage doit être conçu et construit non seulement pour enlever l'eau indésirable de la route et protéger celle-ci des dommages qui en découleraient, mais aussi pour retourner cette même eau au réseau de base d'une manière naturelle, sans endommager la bonne terre sur son parcours et sans provoquer d'érosion.

3-63. Dans les régions de pergélisol, les installations de drainage et de contrôle de l'érosion doivent être conçues de façon à éviter ou à réduire au minimum la perturbation du régime thermique du sol. <sup>(4)</sup>

3-64. Le drainage des routes doit aussi être conçu de façon que les eaux chargées de sédiments ne pénètrent pas dans les lacs ou les cours d'eau. Si une sédimentation importante ne peut être contrôlée, il faudra installer des bassins de décantation pour éviter que les lits des ruisseaux et des rivières voisinant le projet ne soient complètement perturbés.

3-65. Les dispositifs de drainage exigés pour certaines sections de route sont normalement fonction des caractéristiques des précipitations, des dimensions du bassin de drainage, de la topographie locale, des propriétés du sol, de la couverture végétale et de la pente de la route. Il en est de même des ouvrages de contrôle de l'érosion, sauf que ces derniers doivent en outre satisfaire à la nécessité de protéger les cours d'eau de la sédimentation, de réduire la poussière et d'améliorer l'apparence de la chaussée. (6)

3-66. En plus du drainage latéral, des drains transversaux doivent être construits en nombre suffisant, car le gel intermittent peut endommager la route à cause de la glace qui s'accumule derrière le remblai et provoque une inondation lorsqu'elle fond. (5)

3-67. Tous les ouvrages de drainage transversal doivent être dimensionnés d'après des renseignements topographiques exacts et la connaissance des possibilités de ruissellement, la fréquence et l'intensité des orages (voir le franchissement des cours d'eau, section 3-92).

3-68. Les ponceaux doivent être espacés conformément aux conclusions en ce sens tirées des mesures ou relevés effectués sur le terrain. Les données suivantes peuvent servir de guide:

<u>Profil de la route (%)</u>	<u>Espacement (pieds)</u>
2 - 5	300 - 500
6 - 10	200 - 300
11 - 15	100 - 200

3-69. Les dispositifs de drainage transversal doivent éviter la concentration du ruissellement dans le fossé situé sur le côté aval de la route. Les structures de déviation ou détournement de drainage constituées de perré ou d'enrochement par exemple, doivent garantir que les eaux de ruissellement ne pénètrent pas dans un cours d'eau, soit par un accès immédiat, soit par l'érosion à long terme de nouveaux fossés.<sup>(9)</sup>

3-70. Là où c'est possible, il est préférable de disperser l'eau drainée hors de la route sur un terrain naturel non remanié à cause de la résistance d'un tel terrain à l'érosion et parce que cette méthode permet la décantation de tous sédiments drainés par l'eau de drainage avant que celle-ci n'entre dans les courants d'eau du réseau de drainage naturel.

3-71. Les terrains marécageux ou détrempés doivent être étudiés très attentivement avant que ne soit décidée toute modification de l'environnement local. Même un retrait relativement temporaire de l'eau au moyen d'une déviation peut avoir des effets considérables, tel qu'il survient lorsque l'eau de drainage d'une route chargée de silt pénètre dans des lacs, des étangs ou des cours d'eau qui étaient limpides jusque là.

3-72. Les zones d'infiltration qui ne peuvent être évitées lors du choix du tracé de la route doivent être prises en considération lors de l'étude et de la planification de l'entretien. Un sous-sol de gros gravier bien drainé empêchera l'eau de s'accumuler sous le pavage, éliminant de ce fait une des causes de formation de "ventres de boeuf". Les drains

français constituent un des différents moyens proposés pour surmonter les problèmes propres aux zones d'infiltration. <sup>(5)</sup><sup>(6)</sup>

3-73. Quand les conditions de terrain permettent l'utilisation de fossés, les eaux de drainage naturelles ne doivent pas être détournées d'un marais qui abrite la faune sauvage. L'assèchement d'un marais, tout particulièrement en automne, permettrait au gel de pénétrer suffisamment pour devenir néfaste, l'hiver venu, aux castors, aux rats musqués ou à d'autres animaux.

3-74. Là où les sols à forte teneur en glace ne permettent pas l'utilisation de fossés, les ponceaux doivent être placés partout où il existe un drainage transversal naturel.

3-75. Des structures de protection en perré doivent être placées près des ponceaux dans les zones de terrain sensible afin de diriger le débit vers le ponceau.

3-76. Les dépressions pouvant exister dans les fossés parallèles à la route et entre deux ponceaux de drainage transversal doivent être remblayés pour empêcher l'accumulation d'eau stagnante et l'affaiblissement des accotements de la route.

3-77. La surface du sol avoisinant l'entrée et la sortie des ponceaux doit être amenée à la côte du radier du ponceau pour éviter ainsi la formation de mares et de flaques. <sup>(6)</sup>

3-78. Les pertes de sol pouvant résulter des remblais et des excavations doivent être évaluées et utilisées dans la détermination de l'analyse de la protection nécessaire au contrôle

adéquat de l'érosion et du transport de sédiments.

3-79. La vitesse de l'eau dans les fossés peut être réduite par le recours à une pente plus faible et par la sélection de sections transversales appropriées. Une section transversale de forme trapézoïdale ou parabolique doit être prescrite; les fossés en forme de V sont sujets à l'érosion et ne doivent pas être envisagés à moins qu'ils ne soient protégés par un gros matériau granulaire. (6)(23)(24)

3-80 L'érosion dans les fossés de chaussées dépend de nombreux facteurs dont, entre autres, le débit, la pente du fossé, les sédiments présents dans l'eau, les caractéristiques du sol telles sa granulométrie, sa densité, son lien organique, sa cimentation et sa teneur en glace. Quelques-unes des méthodes utilisées dans la construction des routes pour contrôler ou prévenir cette érosion sont: le recouvrement du fond des fossés avec des matériaux granulaires stables à drainage naturel, la réduction de la pente réelle du fossé par la construction d'une série de barrages de contrôle (ditch checks) adéquatement espacés au fond du fossé et le détournement de l'eau de ruissellement du fossé vers la végétation naturelle à l'aide de structures en enrochement ou autres matériaux.

3-81. L'enrochement des fossés doit se faire de chaque côté du fossé de façon à ce que l'eau ne s'écoule pas tout autour. Des billes de bois peuvent aussi être utilisées de la même manière là où le roc n'est pas disponible. (6)(23)(24)

3-82. EXCAVATION DE FOSSES DANS LE PERGELISOL - Comme dans le cas de l'excavation dans le pergélisol (section 3-36), le creusage de fossés dans le pergélisol doit être évité aussi souvent que possible. On peut y parvenir en augmentant le nombre de ponceaux à drainage transversal pour éliminer ou réduire au minimum la formation de mares et l'écoulement d'eau de drainage au pied du remblai de la route. Quelques ré-alignements localisés du tracé de la route peuvent même s'imposer pour tirer parti de meilleures conditions de drainage des accotements.

3-83. Quand l'excavation de fossés dans le pergélisol ne peut être évitée, les principes suivants doivent être respectés dans le but d'éliminer la formation de mares indésirables ou encore d'améliorer la dispersion des eaux de drainage: (18)(19)(20)

1. Là où les matériaux utilisés sont stables pendant et après le dégel, l'excavation de fossés doit se faire de la façon traditionnelle.
2. Lorsqu'il s'agit de matériaux instables, l'emploi de fossés étroits à bords verticaux doit être envisagé compte tenu qu'ils se stabiliseront en se transformant en dépressions où la végétation se reconstituera.
3. Lorsqu'il s'agit de matériaux à forte teneur en glace, il faut envisager la création de "tourbières de drainage" par un remaniement contrôlé du régime thermique dans la zone prévue pour la construction du fossé, par exemple, par le passage répété d'un véhicule à chenilles.

4. Etant donné la sensibilité générale des matériaux de pergélisol à l'érosion pendant et après le dégel, la pente de tout fossé indispensable doit être conservée aussi douce que possible. Lorsqu'une pente doit inévitablement être plus abrupte que ce qui est habituellement jugé prudent pour le matériau en question ou dans un endroit où il y aura vraisemblablement une érosion thermique et hydraulique non contrôlée, le fossé doit être protégé par des matériaux granulaires ou tout autre matériau capable de résister à l'érosion.

3-84. PROBLEMES DE GLACE - Il faut tenir compte des problèmes de glace pouvant surgir dans les ponceaux. Quoique les endroits où le sol contient de la glace soient difficiles à prévoir, les emplacements possibles comprennent entre autres: les traverses de ruisseaux à faible débit durant l'hiver; les flancs de la route par lesquels le gel peut s'infiltrer dans le lit de la chaussée et endiguer le mouvement de l'eau le long de la surface du pergélisol; les ponceaux sous les gros remblais où le gel (ou pergélisol) s'infiltrera et enveloppera les tuyaux.

3-85. Quoique la formation et la présence de glace constituent d'abord et avant tout un problème d'entretien, plusieurs mesures peuvent être prises lors de l'étude d'un projet pour contrecarrer ses effets: <sup>(5)(6)(18)(19)(20)</sup>

1. La construction immédiate d'un fossé convenable en amont et en aval de la structure de telle façon que rien ne puisse se former qui augmenterait la superficie et diminuerait la vitesse de l'eau aux faibles débits, constituant de ce fait une situation propre à engendrer un problème de glace. On peut à l'inverse construire des mares, des digues ou des fossés transversaux bien en amont du ponceau pour créer intentionnellement et éliminer par la suite les conditions favorables à la formation de glace avant le ponceau. De telles mesures doivent toutefois être utilisées avec circonspection là où le poisson parcourt le ruisseau durant l'été.
2. L'utilisation d'une barrière en tissus en amont du ponceau apporte une autre méthode pour accélérer puis éliminer les conditions de créations de glace avant qu'elles n'atteignent la route. L'absorption d'humidité par la barrière en tissus entraîne la formation d'une digue de glace auto-entretenu s'opposant à l'écoulement en phase de congélation. L'utilisation de murs de bois, de clôtures, etc. en amont de la route fournit d'autres moyens pour contrôler un système générateur de glace avant qu'il n'atteigne la chaussée.
3. L'utilisation de ponceaux en gradins dans les plus gros remblais, ce qui permet à l'eau de franchir les plus hauts ponceaux quand les plus bas sont obstrués par la glace. A moins

que le ponceau le plus haut n'ait été calculé pour laisser passer le débit du printemps, un programme d'entretien minutieusement établi s'impose pour assurer que les ponceaux les plus bas soient ouverts avant la débâcle du printemps. ( L'utilisation de la vapeur produite dans une bouilloire portative opérée par l'équipe d'entretien se révèle efficace pour déglacer les ponceaux.) Pour les ruisseaux ayant un plus fort débit, il peut être très coûteux de dimensionner le ponceau le plus haut en fonction du débit maximal.

4. L'isolation de la surface externe du ponceau avant l'installation. Bien qu'aucune technique standard ne soit connue à l'heure actuelle, pour ce faire, le principe semble présenter les meilleures possibilités dans les cas où le ponceau est susceptible d'être enveloppé de pergélisol.
5. La fermeture des extrémités du ponceau au moyen d'un tissu spécial pour aider à maintenir une température plus élevée à l'intérieur du ponceau. A l'intérieur d'un ponceau, l'eau ne bénéficie pas de la protection isolante normale qu'apporte la neige par-dessus la glace d'un cours d'eau à l'extérieur d'un ponceau et un habillage adéquat aide à améliorer sinon à rétablir cet équilibre. Il semble, toutefois, que ce dispositif peut entraîner des effets négatifs dans les cas où l'apparition d'un

problème de glace résulte de la présence de pergélisol autour des tuyaux.

6. Dans les cas extrêmes, le ré-alignement du tracé de la route peut se révéler nécessaire dans les endroits où une amélioration notable du drainage peut être obtenue par un tel changement.
7. Là où un sérieux problème de glace est prévu dans le cas d'un gros ponceau (c'est-à-dire 60" et plus) et même si une solution apparemment parfaite peut être intégrée à l'installation, il est conseillé que des conduites servant à injecter de la vapeur soient installées en permanence dans le ponceau de façon à ce que le dégel puisse être immédiatement et rapidement éliminé si nécessaire.

3-86. EROSION EOLIENNE - Là où la route doit couper des dunes, des problèmes d'érosion éolienne sont à craindre. Pour éliminer ces problèmes, la surface de la chaussée et les talus d'accotements doivent être tapissés d'une couche d'environ 4 pouces d'épaisseur d'un matériau d'argile silteuse à toutes les fois que la chose est possible. Là où cette méthode est économiquement impensable, d'autres méthodes de prévention contre l'érosion éolienne des matériaux sableux à l'arrière des talus doivent être étudiés, par exemple, la restitution de la végétation, l'ensemencement, le paillage, etc...

3-87. VEGETATION ET STABILISATION DES TALUS - Bien que soit possible une certaine normalisation des méthodes pour réduire au minimum l'érosion du sol au cours de la construction routière, l'ensemble des règles pour le contrôle de l'érosion doit nécessairement être de nature générale à cause de la grande diversité de climats, topographies, géologies, sols et végétations rencontrés à travers la province.

3-88. La protection et la stabilisation du terrain doivent se faire le plus tôt possible, avant qu'il ne soit nécessaire de remblayer à nouveau. Toutes les surfaces remaniées à l'intérieur des limites d'influence d'un cours d'eau doivent être laissées dans un état de stabilité. Les talus doivent être stabilisés en harmonie avec les sols, la végétation et la teneur en glace et recouverts soit d'une couverture végétale, soit d'un enrochement, soit d'une combinaison des deux. Les procédés de stabilisation peuvent être les suivants: ensemencement, plantation, paillage, mise en place de liants de surface, de liants pour le sol, de couvertures de roc ou de gravier, ou autres structures, le tout selon l'état dans lequel se trouve le site. (9) (18) (19) (20) (23) (24)

3-89. D'un point de vue écologique, le retour de la végétation naturelle doit être encouragé. Les facteurs qui doivent être pris en considération quand il est envisagé de restituer la végétation comprennent la texture du sol et sa composition chimique, les précipitations et le drainage, les températures extrêmes et la pente des déblais et des remblais. L'orientation du remblai est aussi importante; les talus qui font face au nord peuvent être beaucoup plus difficiles à fertiliser que ceux qui font face au sud. (6)

3-90. Là où des déblais verticaux ne sont pas imposés, le sommet des déblais et des remblais doit être arondi.

3-91. Le projeteur peut aussi limiter la surface maximale de sol érodable exposée à un instant donné. Les talus ne doivent pas être laissés dénudés pour plus d'une saison sans quoi ils devront être refaits avant l'ensemencement. Les références 24 et 28 présentent quelques procédés standards de restitution végétale et des formules de semis et de fertilisants.

3-92. FRANCHISSEMENT DES COURS D'EAU. L'ouvrage de franchissement idéal d'une rivière est celui qui arrive à réduire au minimum la perturbation du milieu naturel. Dans cette optique, la meilleure solution consiste à construire un pont au-dessus de chaque cours d'eau. Toutefois, pour des raisons économiques ou pratiques, la construction d'un ponceau est souvent plus réaliste que celle d'un pont. (9)

3-93. Un pont doit traverser les cours d'eau qui ont des berges instables et des arbres et autres végétation de grande taille sur leurs rives. Il est, de plus, préférable de construire un pont au-dessus des cours d'eau dont on sait qu'ils renferment du poisson.

3-94. La décision de recourir à un ponceau ne doit être prise qu'après un calcul minutieux dans lequel on a analysé les risques d'embâcle de glace à l'entrée de cet ouvrage.

3-95. Les ouvrages de traversée doivent être conçus de façon à ne pas gêner la migration des poissons. Toute structure

artificielle ou tout changement dans le lit d'un cours d'eau qui pourraient empêcher la migration des poissons de façon permanente doivent s'accompagner d'un dispositif permanent assurant le passage des poissons et conforme aux exigences provinciales et fédérales. (5)

3-96. Les ouvrages franchissant des ruisseaux et des rivières doivent être implantés à peu près perpendiculairement à la direction locale de l'écoulement. (4)

3-97. Il faut éviter de modifier le lit des cours d'eau dans les zones de frai du poisson ou les zones de pisciculture. Lorsque la modification ou le détournement ne peut absolument pas être évité en de tels endroits, le nouveau parcours doit être conforme aux normes établies par les services responsables des gouvernements provinciaux ou fédéraux.

3-98. Tous les plans pour les ouvrages de franchissement temporaires et permanents de cours d'eau qui renferment du poisson doivent être soumis aux services responsables du Ministère du Tourisme de la Chasse et de la Pêche.

3-99. CONCEPTION HYDRAULIQUE. Lorsqu'on établit des normes pour les ouvrages de franchissement des cours d'eau, il faut toujours tenir compte de la valeur d'un cours d'eau en termes de richesses naturelles. Par exemple, la construction d'une jetée à travers un cours d'eau écologiquement important peut être soumise à des normes beaucoup plus sévères que la construction d'un ouvrage modeste au-dessus d'un cours d'eau de moindre importance.

3-100. Lors de la prédiction des crues, les statistiques du Ministère des Richesses Naturelles sur les débits doivent être considérées et consultées quand c'est possible, et au moins deux méthodes de prédiction empiriques doivent être utilisées pour tous les cours d'eau réputés pour laisser passer un débit au moins une fois par année. (5)

3-101. Toutes les prédictions empiriques doivent être confirmées par une vérification en nature. Les bassins de drainage doivent être déterminées d'après les photos aériennes ou contrôlées par des relevés au sol quand c'est nécessaire. (9)

3-102. Il vaut mieux que le calcul des courbes de remous soit fait pour chaque construction. Le calcul des remous donne la vitesse et le niveau d'eau correspondant à un débit donné tant à l'entrée qu'à la sortie d'un ponceau. Les informations suivantes, recueillies sur le terrain, sont nécessaires: (9)

1. Le niveau de l'eau doit être relevé en au moins trois sections transversales situées de part et d'autre du remblai; les sections transversales doivent être situées aux endroits où il reproduit un changement dans la pente et la section; les sections doivent s'étendre à plus de 150 pieds du pied de chaque talus du remblai projeté pour l'autoroute.
2. Le chaînage du centre de la chaussée jusqu'à chacune des sections transversales doit être noté.
3. Si le temps et le calendrier de l'emploi du temps le permettent, il faut noter le niveau

et évaluer le débit d'eau à l'une des sections transversales lors de la débâcle du printemps, ou tout au moins en noter le niveau durant une période où le débit est particulièrement élevé.

4. Faire une analyse granulométrique des matériaux contenus dans le lit du cours d'eau.

3-103. Si possible, un hydrogramme de la crue printanière doit être tracé de façon à déterminer la durée des hautes eaux.

3-104. PASSAGE DES POISSONS. Tous les ouvrages de franchissement d'un cours d'eau doivent assurer la remontée de tous les poissons.

3-105. Vitesse à l'intérieur des ponceaux. La vitesse maximale permise à l'intérieur d'un ponceau doit idéalement être établie pour chaque cours d'eau en particulier de façon à convenir aux capacités de remonter des poissons. Il faut tenir compte des caractéristiques hydrographiques du cours d'eau en cause, des espèces de poissons qui l'habitent et des raisons pour lesquelles ces dernières l'utilisent. <sup>(9)</sup>

3-106. Pour ne pas nuire au passage des poissons, les ponceaux doivent être calculés de telle sorte que la vitesse moyenne à travers la section de tout ponceau doit, et ce sur toute la longueur de l'ouvrage, être inférieure à 3 pieds par seconde durant la période de migration des poissons à moins qu'il ne puisse être démontré que les calculs du ponceau prévoient une zone spécifique où la vitesse est assez réduite

pour permettre le passage des poissons. Cette zone ou couloir doit traverser tout le ponceau et avoir des dimensions qui permettent aux poissons de le repérer, de s'y engager et de la franchir sans difficulté. Ces normes n'ont pas à être minutieusement respectées pendant la période d'attente, période au cours de laquelle les ponceaux peuvent être inaccessibles aux poissons, comme on le décrit à la partie traitant de la période d'attente (section 3-110).<sup>(9)</sup>

3-107. Si les critères de vitesse dans le ponceau ne peuvent être satisfaits au cours des périodes de migration, d'autres mesures doivent être prises pour assurer le passage des poissons.

3-108. Des déflecteurs dissipateurs d'énergie peuvent être installés à l'intérieur du ponceau pour créer des zones de passage en période de débit maximal. Les principes hydrauliques appliqués dans la conception des passes migratoires doivent être appliqués à la conception du déflecteur pour que le passage des poissons soit réellement efficace. Entre autres facteurs qui doivent être pris en considération dans la conception d'un déflecteur, mentionnons le fait que l'efficacité du déflecteur diminue à mesure que la poutre du ponceau augmente, que le silt et les débris s'accumulent, que la capacité du ponceau diminue et que le problème de glace s'intensifie. <sup>(4)(6)(9)</sup>

3-109. Il arrive souvent que la vitesse et la pente du ponceau entraînent des matériaux du fond naturel de la rivière pour les déposer au fond du ponceau. De tels dépôts, s'ils se conservent pendant les périodes de forts débits, augmen-

tent le coefficient de rugosité du fond et créent une zone localisée de vitesse plus faible. Dans le cas où les dépôts naturels ne se révèlent pas assez gros, la mise en place d'un lit artificiel en pierre (la granulométrie des matériaux à utiliser dépend de la vitesse de l'eau et de la pente du ponceau) peut diminuer la vitesse de fond au point de permettre le passage des poissons. En général, de tels correctifs ne sont profitables que dans les cas limites où la vitesse dans le ponceau dépasse à peine les vitesses recommandées pour le passage du poisson. <sup>(9)</sup>

3-110. Période d'attente. Il est établi qu'on peut, sans causer la rupture du cycle de frai, interrompre les migrations naturelles de frai pendant une période n'excédant pas trois jours. Pendant cette période, il n'est pas nécessaire que les critères de vitesse mentionnés au paragraphe 3-106 soient respectés. Des variables telles la détermination de l'époque de la migration des poissons et la durée des débits maximums déterminent quand peut se tenir cette période d'attente limitée à trois jours.

3-111. Le débit qui empêche les poissons de pénétrer dans le ponceau est défini comme le "débit critique de migration des poissons". Il est recommandé qu'une période d'attente de 7 jours ne soit pas excédée plus d'une fois dans la période de 50 ans prise comme vie de l'ouvrage dans les calculs. Il ne faut pas dépasser une période d'attente de 3 jours durant la crue annuelle moyenne définie comme une crue qui a une période de récurrence de 2.33 ans. Le débit de la période d'attente de 7 jours est le débit représenté par une ligne droite

parallèle à l'axe des temps et délimitant une période de 7 jours entre les deux branches de l'hydrogramme de crue semi-centenaire utilisée dans les calculs. Le délai de 3 jours de débit est représenté sur l'hydrogramme de la crue moyenne annuelle et correspond à une période de 3 jours. Pour que les projets de ponceau satisfassent à ces critères, ni l'un ni l'autre des débits des périodes d'attente de 3 ou 7 jours ne doivent excéder le débit critique de migration des poissons. <sup>(9)</sup>

3-112. En règle générale, on tente de faire coïncider la période d'attente de 3 et 7 jours avec le moment où la migration des poissons aura dépassé l'emplacement du ponceau. Si on peut démontrer de façon satisfaisante que les débits maximums et le passage des poissons ne coïncident pas au voisinage du ponceau, il peut alors être possible d'adapter le design pour faciliter le mouvement des poissons hors des débits de pointes de ces périodes. En revanche, cela nécessitera, pour chaque cours d'eau, des données portant sur plusieurs années pour définir adéquatement en fonction du temps la relation entre la migration des poissons et les débits de crue. <sup>(9)</sup>

3-113. Profondeurs d'eau minimales. Généralement, les plans d'eau dans les ponceaux atteignent un niveau minimum critique l'automne puisque c'est habituellement une période où les bassins hydrographiques ruissellent à peine et que c'est aussi la période de frai d'un grand nombre d'espèces de poissons, notamment celle des corégones. Quoiqu'il en soit, la profondeur d'eau dans un ponceau doit toujours permettre aux plus gros poissons d'emprunter l'ouvrage. <sup>(9)</sup>

3-114. La profondeur d'eau minimale souhaitable dans les ponceaux durant les périodes de migration des poissons doit être de 8 pouces à moins qu'il ne puisse être démontré que le passage des poissons dans le ponceau ne nécessite aucune mesure spéciale. <sup>(9)</sup>

3-115. DESIGN DE PONCEAU - Formes. Les formes de ponceau suivantes sont énumérées en fonction des préférences du Service des Pêches et des Sciences de la Mer du Canada. <sup>(9)</sup>

1. Ponceau en forme d'arc - Ce type de ponceau peut avoir un fond ouvert ou fermé. Le modèle à fond ouvert permet la rétention de matériaux du lit naturel de la rivière. Son utilisation dépend des conditions des fondations et de la profondeur du remblai.
2. Ellipse horizontale - En abaissant le radier du ponceau à une élévation inférieure à celle du lit du cours d'eau, il est possible de tirer avantage de la grande section offerte à la mi-hauteur d'un tel ponceau pour conserver à la fois la largeur de l'écoulement et les matériaux du lit naturel de la rivière dans le ponceau. L'utilisation de petits seuils au fond du ponceau empêcheront, jusqu'à un certain point, les matériaux d'en sortir.
3. Circulaire - C'est la forme de ponceau la plus courante. Par contre, de par sa géométrie,

elle n'est pas pratique du tout pour le passage des poissons. A mesure que le débit d'eau diminue, la section de l'écoulement dans le ponceau diminue de même et les fortes vitesses d'eau y sont maintenues.

3-116. Installation et pente. Les radiers de ponceau doivent être réglés à un minimum de 6 pouces sous l'élévation normale du lit du cours d'eau. (6)(9)

3-117. Les radiers doivent être conçus pour éviter les sous-pressions hydrostatiques aux extrémités aval et amont.

3-118. La pente du ponceau doit se rapprocher le plus de la pente 0% en autant que le permettent les conditions de fondation et d'écoulement sous réserve que ne se produisent pas des barrières de vitesse à l'aval ou à l'amont. La pente maximale du ponceau admissible lorsqu'on ajoute des déflecteurs est de 5%. Au-delà de la pente de 5%, l'efficacité des déflecteurs est inversement proportionnelle à toute augmentation de la pente. (9)

3-119. Pour réduire le tassement du ponceau au strict minimum, le mort terrain doit être excavé et remplacé par des matériaux granulaires bien compactés. Des matériaux exempts de grosses roches et à faible teneur en éléments fins doivent être placés en couches minces successives autour du ponceau. (6)(18)

3-120. Si le procédé de construction le permet, les assemblages boulonnés doivent être réalisés de sorte que la tête des boulons soit située à l'intérieur du ponceau. Cette précaution évite aux poissons de se blesser à l'extrémité du boulon portant l'écrou et faisant saillie par la tige. <sup>(9)</sup>

3-121. Bien que les extrémités biseautés suivant le talus soient plus efficaces sur le plan hydraulique et plus agréables à l'oeil que des entrées en saillie, elles affaiblissent la structure tubulaire et laissent pénétrer les débris des abords de la route dans le ponceau. Si on fait appel à de telles extrémités, il faut prendre des mesures pour empêcher ces débris de pénétrer dans le ponceau.

3-122. Aux endroits où l'on prévoit des problèmes de gel, il faut prendre les mesures qui s'imposent pour les prévenir. On peut installer des drains français sous les ponceaux ou construire des ponceaux étagés ou encore installer des conduites servant à injecter de la vapeur dans le ponceau (voir aussi section 3-84).

3-123. L'installation de ponceaux doit avoir lieu pendant la période de faible débit pour faciliter la construction de plus petits ouvrages de contrôle à l'amont qui amélioreront les conditions de travail dans le lit du cours d'eau et qui diminueront ou élimineront l'accumulation de fortes charges de silt qui perturberaient de façon marquée la vie aquatique dans les biefs avals. <sup>(9)</sup>

3-124. Capacité. La capacité des ponceaux doit être suffi-

sante pour passer l'inondation prévue au projet (en général, une inondation semi-centenaire) sans formation de marécages ou d'étangs à l'amont des ponceaux. Il faut prévoir un franc-bord pour le passage des débris. (9)

2-125. Lorsque le débit de l'eau pénètre (entrée) ou sort (sortie) d'un ponceau, il se produit généralement un changement brusque et localisé dans l'élévation de la surface de l'eau. Ce "tirage par le fond" des niveaux d'eau résulte des caractéristiques de calcul et de capacité du ponceau. Une brusque diminution des niveaux d'eau cause une brusque augmentation des vitesses de l'eau qui présentent une barrière de vitesse localisée au mouvement des poissons à l'amont. Le "tirage par le fond" maximal ne doit jamais excéder 1 pied dans un ponceau. (9)

3-126. Emplacement des ponceaux. Les emplacements adéquats à l'installation des ponceaux incluent:

1. des tronçons de cours d'eau où il n'y a pas d'augmentation brusque de la vitesse de l'eau en amont, en aval ou à l'emplacement de l'ouvrage de franchissement;
2. des tronçons où la pente du lit est aussi près de zéro que possible;
3. des tronçons où les biefs amont et aval ont la même direction au voisinage du ponceau sur une distance de plusieurs centaines de pieds.

3-127. Les projeteurs de ponceaux devraient garder à un ni-

veau minimal les interruptions et les déviations d'un écoulement. En court-circuitant la boucle naturelle d'un cours d'eau (méandre) on augmente la pente de l'écoulement dans la zone de déviation qui est en général un ponceau. La pente accrue engendre de grandes vitesses et un plus grand pouvoir d'érosion. (9)

3-128. L'extrémité amont du nouveau lit doit en cas de déviation, demeurer fermée jusqu'à ce que le lit soit creusé à la largeur, à la profondeur et à la longueur désirées; ce n'est qu'alors que les eaux peuvent être déviées dans le nouveau lit. Le lit existant ne doit pas être remblayé et obstrué par les déblais avant que n'ait été complétée la déviation vers le nouveau lit. (9)

3-129. Pour éviter que les poissons ne se prennent au piège dans l'ancien lit aux hautes eaux, il faut le remblayer. S'il apparaît impossible de mener à bien cette opération, il faut leur installer des évacuateurs adéquats tels des tuyaux ou des ponceaux. (9)

3-130. Le biais de l'axe routier par rapport au cours d'eau doit être maintenu au minimum afin de minimiser et la longueur du ponceau et l'encombrement du chantier de construction. (9)

3-131. Prévention de l'érosion. Tous les ponceaux doivent être recouverts de carapaces de béton ou de grosses roches jusqu'à la ligne d'érosion de la glace. L'enrochement doit aussi être effectué à l'aval du ponceau.

3-132. A l'extrémité aval, la carapace d'enrochement protecteur doit se prolonger au moins deux diamètres de tuyau au-delà de la sortie du ponceau.

3-133. Une méthode de traitement qui pourrait convenir consiste à placer une couverture de perré de 2 pieds d'épaisseur sur un tapis de gravier de 1 pied d'épaisseur et de granulométrie contrôlée. Si l'érosion du lit ne peut être contrôlée par le renforcement du lit du cours d'eau, on peut alors recourir à des mesures de contrôle artificielles tels des seuils en enrochement ou des gabions. Il faut, toutefois, que ces contrôles permettent le passage des poissons. De plus, le parement aval et le parement amont du remblai de la chaussée doivent résister à l'érosion par les remous. Enfin, le traitement de l'extrémité amont doit tenir compte des débris flottants. (9)

3-134. Il faut éviter les cascades (plunge pools) parce qu'ils favorisent l'érosion à l'aval et qu'ils constituent un obstacle pour les poissons.

3-135. Le matériel de remblai ne doit contenir aucune quantité appréciable de végétation, de racines, de grosses pierres, de sol gelé ou d'autres substances étrangères. Durant les travaux de remblayage, il faut prendre soin de voir à ce que le ponceau ne soit déplacé ni verticalement ni horizontalement. (9) (18)

3-136. Il faut implanter le ponceau dans une position qui l'empêche de se déverser en direction d'une rive potentielle-

ment instable. Si cela est possible, il faut alors avoir recours à des travaux de protection sur les tronçons de la rive qui présentent un tel danger.

3-137. Batterie de ponceaux. On recommande de laisser un espace minimal de 6 pieds entre les piédroits adjacents des ponceaux dans un arrangement de ponceaux en batterie. Cet espacement assure des régions d'eau calme (extrémité aval) pour les poissons qui peuvent ainsi s'y reposer avant d'entreprendre le passage du ponceau. (9)

3-138. Il est aussi conseillé d'araser le radier d'un des ponceaux 6 pouces plus bas que ceux des ouvrages adjacents. (6)(9)

3-139. DESIGN DES PONTS. Les ponts doivent être placés de façon à perturber le moins possible le régime hydraulique normal du cours d'eau. Les ponts n'entravent généralement pas le passage des poissons.

3-140. Les sites qui conviennent à l'implantation d'un pont répondent aux mêmes conditions que celles qui ont été décrites pour les ponceaux (voir section 3-126).

3-141. La préoccupation principale du projeteur d'un pont doit être la stabilité du dit pont.

3-142. L'empiètement des approches d'un pont sur une plaine inondable force à canaliser ses eaux de crue sous le pont. Dans certains cas, cela crée une barrière de vitesse à la migration des poissons en amont. En aucun cas les talus

d'accès ne doivent empiéter sur le périmètre de la passe principale de l'ouvrage d'art.

3-143. Les remblais d'approche ne doivent pas restreindre la veine d'écoulement naturel de plus de 20% en plan. (6)

3-144. Il faut prévoir un dégagement suffisant pour assurer le passage des débris et de la glace sous le pont.

3-145. La structure du pont peut avoir de l'importance sur des rivières dont le débit fluctue beaucoup à la fonte des neiges. En général, les travées doivent être longues pour éviter que les piles ne rétrécissent trop la section hydraulique et ne retiennent la glace et les débris pouvant occasionner des inondations et des changements majeurs dans le lit du cours d'eau. Il reste préférable, lorsque les conditions le permettent, de ne pas construire les piles de ponts ou les fondations dans le lit principal de la rivière.

3-146. Lorsque la largeur de la rivière est telle qu'il faille construire des piles en rivière, il faut prendre des précautions spéciales pour prévenir et la déposition de silt et l'accumulation de débris. Lorsqu'une digue ou un batardeau est requis pour isoler une zone de travail des eaux courantes, le batardeau en tôle, les conditions du fond le permettant, peut se révéler moins nuisible qu'un ouvrage en terre. (9)

3-147. Les travaux de correction d'une rivière comprenant le creusement du lit et de rigoles peuvent se montrer préjudiciables au passage des poissons. De tels travaux ne doivent pas

bloquer les canaux existants de façon à piéger les poissons. Il est souvent nécessaire de protéger les rives à l'aval contre l'érosion et l'affouillement.

3-148. Les structures abandonnées de déviation d'eau doivent être obstruées et stabilisées pour éviter que les poissons n'y soient pris et qu'ils s'y échouent.

3-149. L'enrochement est essentiel autour des abords d'un pont et parfois autour de certaines piles d'un pont. Toutefois, l'étendue de l'enrochement doit être spécifiée parce qu'une application insouciante de cette technique peut entraîner de l'érosion et des changements dans la section transversale du cours d'eau au-delà de la zone protégée et même une défaillance de la couverture protectrice. <sup>(6)</sup>

3-150. Il n'est pas nécessaire de construire tout le pont sur place. En fait, il est préférable d'utiliser des structures préfabriquées qui peuvent être transportées à l'emplacement choisi.

3-151. Les talus découpés à même les rives des cours d'eau doivent être conçus et réalisés de façon à éviter l'érosion et prévenir les éboulis. Des rives coupées dans des régions de pergélisol (continu ou discontinu) doivent être protégées par des matériaux granulaires afin d'éviter la dégradation du pergélisol.

3-152. OUVRAGES TEMPORAIRES DE FRANCHISSEMENT. Ils sont sujets aux mêmes contraintes sur le plan de l'environnement que les constructions permanentes discutées plus haut.

3-153. Ils doivent être conçus et construits en des sites choisis de façon à nuire le moins possible aux conditions naturelles des cours d'eau.

3-154. Les accès et les sorties doivent provenir du lit du cours d'eau de façon à minimiser la perturbation des rives, le terrassement et la coupe de bois nécessaire.

3-155. Il faut éviter les endroits où l'escarpement du terrain contraint les conducteurs de véhicules à freiner longuement.

3-156. Tous les ouvrages temporaires noyés sous l'eau doivent être clairement identifiés par des drapeaux et ne pas dépasser une largeur de 25 pieds. (4) (9)

3-157. Un accès temporaire sur les rives d'un cours d'eau doit être réalisé sous forme d'un talus à matériaux granulaires plutôt que comme une excavation dans le flanc de la rive. Le programme de construction des rampes doit être conçu pour permettre leur érection tout en évitant de perturber la végétation environnante. L'enlèvement des talus après leur usage saisonnier ou final doit, dans le temps choisi et dans le cadre des moyens utilisés, être tel qu'il n'endommage pas la végétation environnante. On doit se débarrasser des matériaux des talus d'une façon appropriée dans un endroit approprié.

3-158. Aux endroits où des lits de cours d'eau desséchés sont traversés par des routes d'hiver, seules la glace et la neige doivent être utilisées comme matériaux de construction. (41)

3-159. Les constructions temporaires importantes comme les ponts Bailey et les ponceaux doivent être conçus, calculés et construits pour satisfaire aux mêmes critères que les constructions permanentes.

3-160. Si le terrain est endommagé aux points de franchissement, il doit être restauré de façon à prévenir une érosion excessive qui causerait l'envasement du cours d'eau.

3-161. Des détournements temporaires du cours d'eau ou des batardeaux peuvent se révéler nécessaires aux points de franchissement pour former des bassins de sédimentation pour le contrôle des dépôts de silt. De tels détournements ne doivent toutefois pas nuire au passage des poissons.

3-162. Tous les ouvrages temporaires aux points de franchissement d'un cours d'eau doivent être enlevés à la fin des travaux et l'endroit doit être laissé dans un état se rapprochant le plus possible de son état premier.

3-163. Toutes activités temporaires dans le lit d'un cours d'eau qui peuvent porter atteinte à la conservation des ressources aquatiques doit être approuvées par un service responsable du Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche.

3-164. PROTECTION DE LA FAUNE TERRESTRE. La destruction des animaux, par suite d'écrasement accidentel, dépend de la largeur de la voie de circulation et de la densité du trafic. En plus des destructions accidentelles, l'ouverture de nou-

velles emprises augmente la pression de la chasse, ce qui tend encore à repousser les animaux. Toute nouvelle route doit donc être conçue de façon à minimiser les impacts sur les espèces animales occupant le territoire, incluant les éléments nécessaires à leur survie et à leur reproduction.

3-165. Dans les régions nordiques, les structures ne doivent pas nuire aux déplacements du caribou ou autres gros gibiers détourner leurs sentiers de migration de plus de deux milles.

3-166. Dans les endroits où de nombreux caribous ou autres gros gibiers sont susceptibles de traverser la chaussée, une signalisation appropriée est recommandée afin d'exiger un comportement adéquat du conducteur. Une limite de vitesse de 20 milles à l'heure devrait être imposée sur les routes qui traversent des régions où l'on retrouve le caribou.

3-167. Même si des clôtures sont efficaces pour empêcher les animaux de traverser la voie publique, ce n'est pas une solution à adopter, car ce serait empêcher la population animale d'avoir accès à d'importantes parties de son territoire.

3-168. S'il est préférable, du point de vue de l'exploitation des voies routières de concentrer les points de passage du gros gibier, des clôtures d'orientation de même que des ponts pour traverse d'animaux peuvent être utilisées. Cependant, avant de mettre ce type de projet à exécution, une étude biologique doit être entreprise sur les conséquences possibles de telles mesures.

3-169. Dans les zones où l'orignal et le chevreuil sont en grand nombre et les chutes de neige élevées, la circulation routière doit être réduite et les limites de vitesse abaissées de façon à réduire au minimum le nombre d'animaux tués par les véhicules.

3-170. En fonction des conditions biologiques, l'établissement d'un refuge ou d'une zone s'étendant sur un mille et plus de chaque côté de la route et où la chasse est défendue peut être une façon de limiter l'impact de l'ouverture de nouveaux territoires sur la population animale.

3-171. CONSIDERATIONS SUR LE CONTROLE DU BRUIT. Le bruit causé par la circulation routière en zone rurale n'a pas une très longue portée et ne s'entend qu'à proximité des voies de circulation. Généralement, les limites géographiques de la zone affectée de façon significative par le bruit se situent à moins d'un mille de distance (environ 3,000 pieds) de la source et plus on s'éloigne de celle-ci, plus l'impact s'amoindrit. (13)

3-172. Il faut étudier la possibilité d'utiliser un profil acoustique optimum, des matériaux et des écrans de protection acoustiques afin de minimiser l'impact du bruit sur certaines zones sensibles tels que parcs, terrains de camping, réserves écologiques, etc.

3-173. Les écrans de protection acoustiques utilisables en bordure des routes peuvent être réparties en trois groupes principaux:

1. Les barrières rigides (murs de béton, buttes, cloisons, clôtures).
2. Les zones tampons recouvertes de végétation (barrière végétales).
3. Les zones tampons non recouvertes de végétation (zones tampons-acoustiques).

Ces écrans peuvent dans certains cas présenter un caractère inesthétique et même obstruer le champ visuel des automobilistes. Pour de plus amples informations sur la pollution par le bruit et les écrans de protection acoustiques, voir les références numéros 13, 14, 26 et 29.

3-174. CAMPS D'OUVRIERS. Les sites des camps d'ouvriers doivent être dissimulés aux yeux des passants et doivent offrir un sol approprié à la disposition des égouts, au drainage, aux véhicules, et à tout ce qu'entraînent des travaux de construction impliquant un grand nombre d'hommes et d'équipements.

3-175. Chaque fois que l'occasion se présente, les camps de construction doivent être installés en des endroits qui ont déjà été déboisés.

3-176. Il faut fournir aux entrepreneurs des idées sur l'implantation des camps afin de maximiser l'exploitation du terrain après la levée du camp.

3-177. Il faut définir, dès la phase design, des devis explicitant la responsabilité des entrepreneurs envers la préservation maximale du milieu naturel.

3-178. On doit réduire le déboisement au strict minimum, se débarrasser soigneusement des débris, disposer des ordures ménagères (organiques) de façon à ce qu'elles n'attirent pas les ours, et enlever ou compacter les déchets inorganiques et les enterrer en prévoyant et préparant la restitution végétale au site du dépôt. (voir Hygiène et élimination des déchets, section 3-182).

3-179. Les prises d'eau doivent être pourvues de crépine pour ne pas causer de blessures aux poissons.

3-180. On doit planifier la façon de faire le plein et d'entretenir les véhicules de façon à prévenir tout rejet huileux sur le terrain. (voir Manipulation et entreposage des carburants, section 4-124).

3-181. Il doit être clairement stipulé au préalable que le site d'un camp doit être nettoyé de tout débris de construction et d'équipement et rendu à son état premier dans les limites du possible avant que les travaux ne soient considérés comme terminés.

3-182. HYGIENE ET ELIMINATION DES DECHETS. Tous les déchets (c'est-à-dire matières fécales, détritiques, ordures, rebuts, bidons d'huile, goudrons, peintures, dissolvants, combustibles, pesticides, boues, caoutchouc, plastique, métaux, cendres, équipements, etc.) provenant des travaux préparatoires et des travaux de construction doivent être détruits selon une méthode approuvée par les services responsables du gouvernement provincial.

3-183. Toute méthode ou tout système de gestion touchant les déchets doit respecter les directives et règlements émis par les organismes responsables du gouvernement provincial.

3-184. Toutes les ordures accumulées sur le chantier doivent être enlevées quotidiennement, ou plus souvent si nécessaire, et gardées à un endroit choisi et approuvé à cette fin.

3-185. Tous les rebuts doivent être mis en ballot ou placés dans des contenants conçus pour éviter que ceux-ci ne soient emportés par le vent.

3-186. Les dépôts temporaires pour les déchets qui ne sont pas placés dans un contenant scellé ou déposés dans un incinérateur à air contrôlé doivent être situés à plus de cent cinquante pieds (150) du cafétéria et des quartiers d'habitation. (4)

3-187. Tous les dépôts d'ordures doivent être clôturés et fermés de façon à en empêcher l'accès au personnel non autorisé. Les clôtures doivent pouvoir résister aux ours, renards, loups, carcajous et autres espèces semblables d'animaux sauvages qui sont attirés par de tels endroits.

3-188. L'incinération des ordures combustibles est la meilleure méthode de disposer de tels déchets. L'enfouissement sanitaire peut aussi convenir pour les déchets qui ne modifieront pas la qualité du sol à long terme. (4)

3-189. Les incinérateurs permanents ou portatifs doivent être construits selon les règlements émis par les organismes res-

ponsables du gouvernement provincial. Les incinérateurs doivent être utilisés avec le maximum de précautions pour éviter les feux de forêt et les feux de brousse. Après la combustion, les matériaux non consommés doivent être enlevés et éliminés selon une méthode approuvée par les services provinciaux.

3-190. Il faut manoeuvrer et utiliser l'incinérateur de façon à éviter la pollution de l'air et la formation de brouillard verglaçant. Tous les aménagements et dispositifs quelconques susceptibles de produire du frimas doivent être localisés de façon à ne pas nuire à la faune.

3-191. Tous les déchets métalliques (non combustibles) tels les bidons d'huile, la ferraille, les pièces d'équipement, les bâtiments mis au rancart, les blocs de béton, doivent être déposés en tas dans des zones de dépôt fermées et éliminés du chantier de construction à moins que leur enfouissement ne soit approuvé par les services responsables du gouvernement provincial.

3-192. Les matériaux toxiques ou ceux pouvant devenir toxiques ne doivent pas être éliminés par enfouissement dans le sol.

3-193. Tous les égouts sanitaires du chantier doivent être traités de façon à les rendre complètement inoffensifs pour l'environnement.

3-194. Les égouts sanitaires non traités ne doivent pas être déversés dans les rivières, ruisseaux, lacs, marécages ou tourbières sans l'autorisation des services responsables du gouvernement provincial.

3-195. Tous les systèmes de collection et de traitement des égouts doivent être construits de façon à empêcher l'infiltration et les fuites qui pourraient contaminer la nappe phréatique. Les égouts sanitaires non traités ne doivent pas être jetés dans les excavations sans l'approbation des services responsables du gouvernement provincial.

3-196. Lors de la localisation des aires de disposition de matériaux terreux inutilisables, il faut conserver une bande de terrain non remanié d'au moins 100 pieds entre la lisière de l'emprise et l'aire de disposition. Ces zones doivent être situées passablement loin de tout cours d'eau. (4) (6)

3-197. Là où les aires de disposition sont prévus, ceux-ci doivent être aussi profonds et concentrés que possible. Les zones de terrains utilisés à cet effet doivent être recouvertes de gros matériaux pour éviter l'érosion éolienne et l'érosion fluviale, ou de végétation si elles sont visibles de la route. (6)



3-198. GENERALITES. Tout le soin et l'attention déployés lors de la localisation et du choix de l'axe de la route peuvent être sérieusement affectés par un aménagement inadéquat de l'emprise. Il n'y a rien qui empêche une route d'être à la fois agréable et fonctionnelle. Les principes qui suivent se rapportent aux façons d'améliorer le paysage routier dans les limites du corridor retenu.

3-199. Il est évident que l'aménagement de l'emprise ne peut pas être entrepris en même temps que s'effectuent la localisation de la route et le piquetage de son axe. C'est pourquoi cette section traite des améliorations qui peuvent être apportées sur une période de quelques années alors que la route se transforme graduellement en un axe à grande circulation. De plus, ces règles s'appliquent spécialement aux routes existantes qui sont classées comme voies publiques.

3-200. La route doit s'harmoniser avec son entourage. Non seulement il est préférable que les voies, les épaulements, les terres-plein etc. soient larges, mais il faut aussi prévoir une zone tampon entre ces éléments et les limites extérieures de l'emprise. (25)

3-201. Des voies séparées et des terres-plein variés brisent la monotonie des longs voyages, rendent plus agréable la conduite automobile et contribuent indirectement à la sécurité routière.

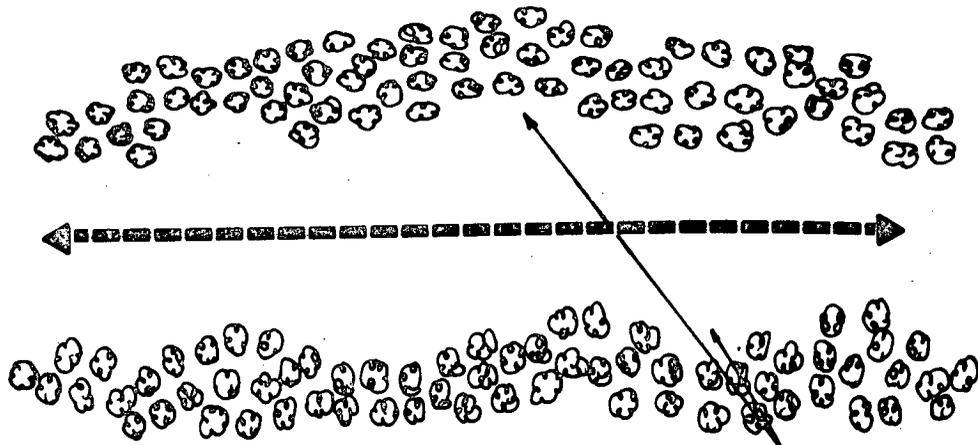
3-202. DEBOISEMENT. A moins que le contrôle de la neige, la visibilité ou d'autres considérations importantes ne l'exigent, il faut déboiser le moins possible.

3-203. Des étendues dénudées de largeur constante confèrent un aspect monotone à tout terrain. C'est pourquoi on doit les modifier soit par un déboisement manuel soit en rejoignant les éclaircies naturelles. Ces largeurs variables ne doivent pas être constamment centrées par rapport à la route mais doivent alterner du côté droit au côté gauche de la route, etc. (figure 3-5). (7)

3-204. Il n'est pas nécessaire de couper tous les arbres dans les limites de l'emprise. On peut garder des îlots d'arbres qui résistent au vent dans le but de briser la monotonie du paysage. Il est évidemment plus efficace d'utiliser la végétation en place que de se fier au reboisement (figure 3-6).

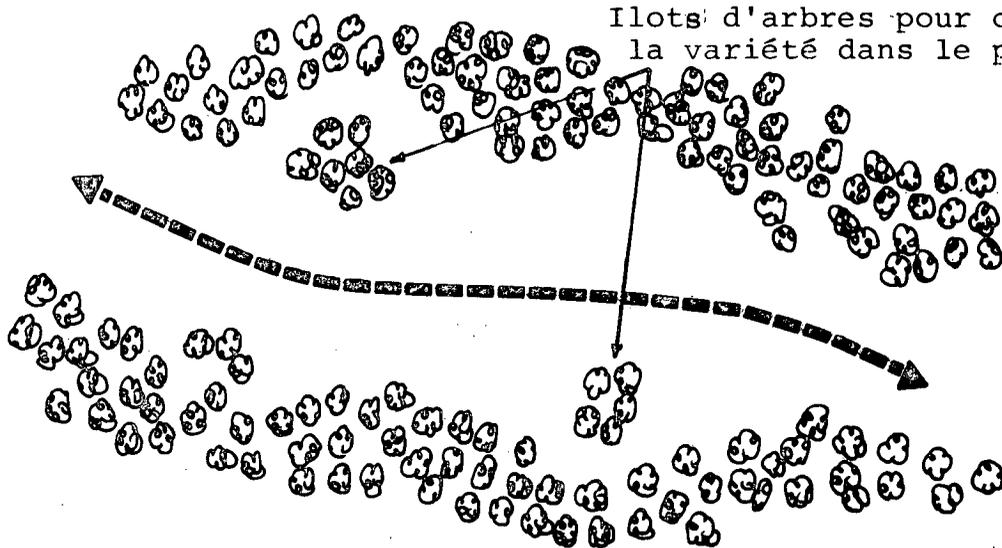
3-205. Lorsque l'on ouvre les routes en forêt, on expose les arbres voisins des emprises au soleil et au vent violent; il en résulte donc une détérioration de la végétation adjacente et des chablis. La végétation qui disparaît ou qui cesse de se reproduire présente un caractère inesthétique en plus d'augmenter le potentiel d'érosion. Il faut absolument tenir compte de ces phénomènes, en réduisant la largeur des emprises et en plantant une nouvelle végétation capable de résister aux conditions du nouveau micro-climat.

3-206. Les espèces d'arbres qui résistent au vent et les plants qui sont assez jeunes pour conserver leur vigueur doivent être conservés dans les régions montagneuses. Les vieux



Déboisement curviligne de l'emprise.

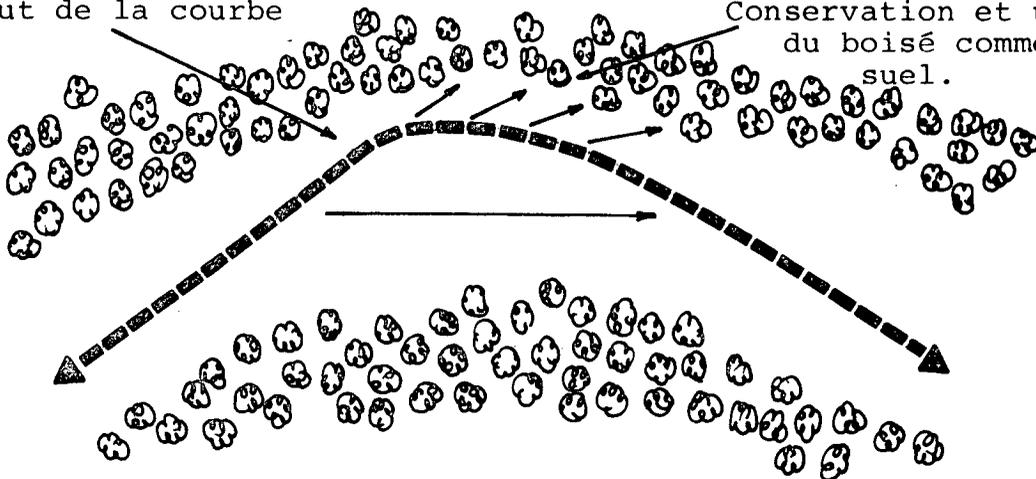
3.5



Ilots d'arbres pour créer de la variété dans le paysage.

3.6

Début de la courbe



Conservation et utilisation du boisé comme guide visuel.

3.7

plants qui risquent d'être arrachés par le vent à la suite du déboisement doivent être éliminés. Dans de telles conditions, le déboisement sera plus agréable à l'oeil que le spectacle des arbres abattus par le vent.

3-207. On doit garder le plus de broussailles possible sur le bord de l'éclaircie pour permettre une transition entre les herbes et les arbres.

3-208. Les limites du déboisement doivent être déterminées en fonction de l'axe de la route de façon à fournir un guide optique au conducteur à l'approche des courbes. Il faut conserver les arbres situés le long du côté extérieur des courbes et cela du début à la fin si possible (figure 3-7). <sup>(7)</sup>

3-209. Au point de vue de la disposition des rejets de construction, il ne faut pas se fier entièrement aux aires de dégagements discutés au paragraphe 3-2. Les billots et autres débris doivent être transportés bien au-delà de l'éclaircie définie par l'emprise. Les bancs d'emprunt abandonnés peuvent souvent servir à cet effet.

3-210. Dans les aires de campement et d'entretien des équipements, il faut laisser des arbres entre les bâtiments pour conserver au paysage un aspect agréable.

3-211. DEBOISEMENT PANORAMIQUE. Le déboisement panoramique constitue la "touche finale" à la localisation et le tracé des routes. Pour fins de sécurité et d'esthétique ce type de

déboisement exige un travail minutieux qui dépasse le simple enlèvement de la végétation entre l'oeil du conducteur et le panorama.

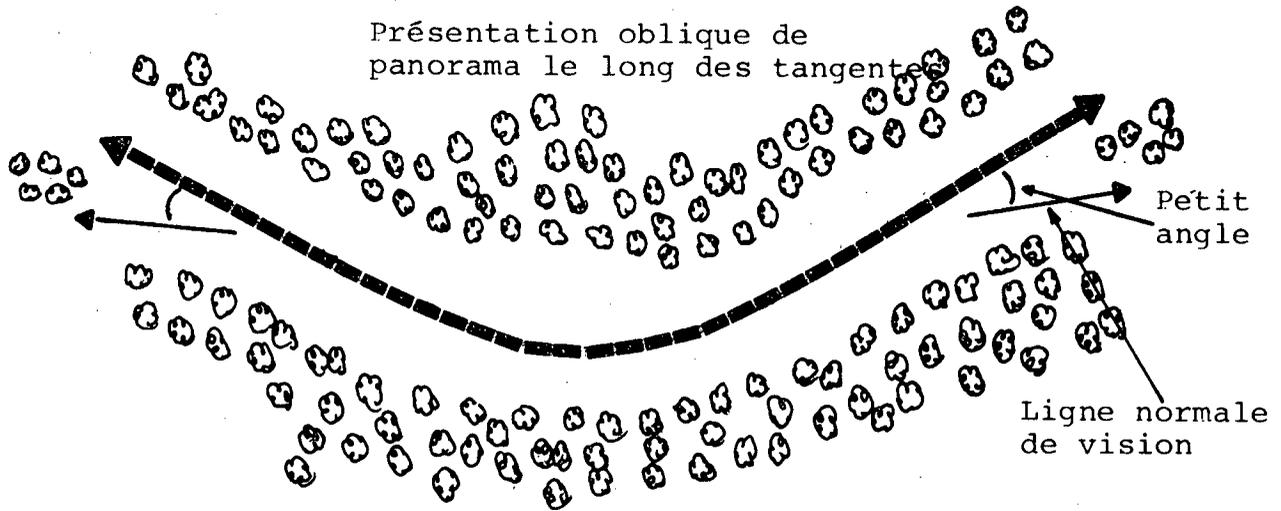
3-212. Des panoramas mobiles ou dynamiques sont ceux que l'on peut admirer tout en conduisant. Ils ne doivent pas exister là où ils sont susceptibles de distraire le conducteur et l'amener à oublier de changer de direction. Il faut d'abord diriger le conducteur dans la courbe et le laisser ensuite contempler une vue sous un angle inférieur à son champ de vision normal et non à un angle de  $90^{\circ}$ . De telles vues obliques peuvent souvent être présentées aux conducteurs voyageant dans les deux directions lorsque les dimensions du panorama le permettent (figure 3-8). (7)

3-213. Les panoramas longs et soutenus sont au mieux situés sur des tangentes ou à l'intérieur des courbes. Des éclaircies continues à l'extérieur des courbes sont dangereuses (figure 3-9). (7)

3-214. BANCS D'EMPRUNT. Il est important de garder les bancs d'emprunt hors de la vue des conducteurs et de recourir à des voies d'accès sinueuses de façon à les cacher discrètement. Ils sont plus faciles à cacher s'ils sont situés à l'intérieur des courbes hors de l'orientation visuelle normale des conducteurs.

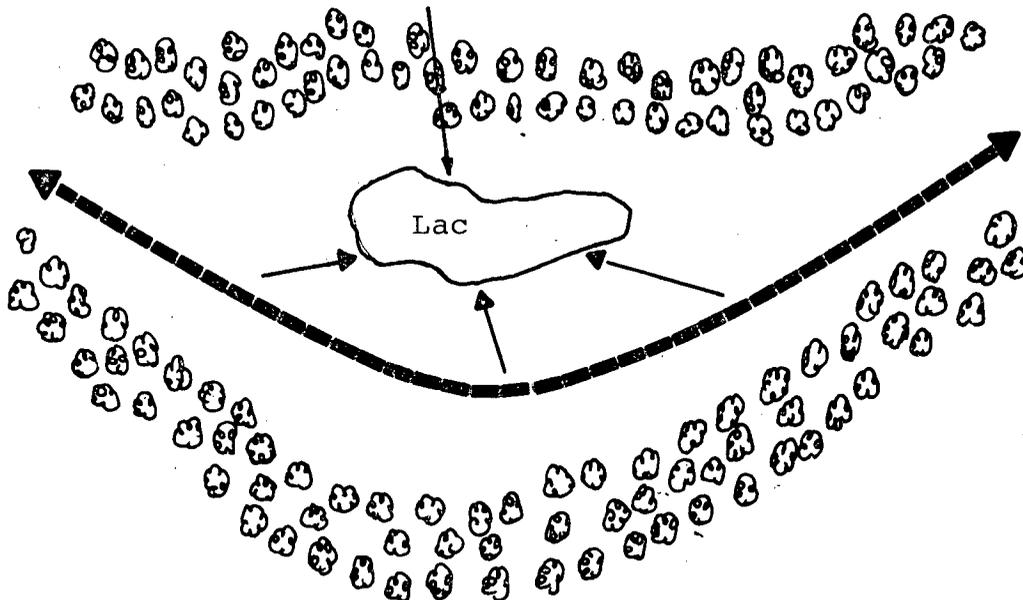
3-215. Les bancs d'emprunt qui ne servent plus à l'entretien de la route peuvent être transformés en aires de stationnement, en dépôts d'entretien et en points d'observation.

Présentation oblique de  
panorama le long des tangentes



3.8

Site panoramique situé à l'intérieur  
d'une courbe.



3.9

3-216. Les bancs d'emprunt adjacents aux routes peuvent être transformés de façon à présenter des pentes douces et à augmenter le champ de vision. La sauvagine peut parfois bénéficier des bancs d'emprunt qui ont été replantés d'herbes et de broussailles. Lorsque les bancs d'emprunt sont inondés à cause du niveau élevé de la nappe phréatique, on peut en faire des aires d'interprétation ou d'observation de la sauvagine.

3-217. DEBLAIS ET REMBLAIS. Les sections transversales d'une route doivent être conçues de façon à offrir aux regards des pentes agréables qui sont en même temps stables. Lorsque c'est possible, il faut donner à la face du déblai ou du remblai une pente minimale de l'ordre de 4 dans 1 et arrondir le sommet et la base.

3-218. La courbe en doucine est agréable à l'oeil et son sommet est moins porté à s'éroder. Les intempéries tendent naturellement à créer une doucine en déplaçant les matériaux du sommet au pied. Cette opération peut facilement être réalisée lors de la construction de la route.

3-219. Il faut couper les pentes de façon à ce qu'elles s'harmonisent avec le paysage adjacent. Il est facile d'y arriver en gardant une distance constante entre le pied (ou le sommet) et la route et en laissant l'angle de la pente changer. On y arrive en plaçant les piquets du sommet ou du pied de la pente à une égale distance de la route. Si l'angle de la pente est constant et que seule la distance hori-

zontale change, la qualité du champ de vision est généralement médiocre. (7)

3-220. OUVRAGES DE DRAINAGE ET PONTS: Les ponceaux assurent presque à eux seuls le drainage des routes. Leurs plans doivent être dessinés compte tenu de l'aspect esthétique lorsqu'ils sont exposés à la vue du public. Il faut donc prendre en considération les principes qui suivent.

3-221. Eviter de placer leurs extrémités en porte-à-faux sur des pentes latérales exposées à la vue des passants. Elles sont disgracieuses et favorisent l'érosion.

3-222. Si l'extrémité du ponceau suit la pente du talus, on peut disposer un enrochement autour de son ouverture. Il faut protéger à la fois l'entrée et la sortie d'un ponceau appelé à fonctionner à pleine capacité.

3-223. Sur les routes à grande circulation, il faut maintenir la pleine largeur de l'accotement sur toute la longueur du pont pour des raisons de sécurité et de continuité visuelle.

3-224. Les abords des ponts qui traversent des voies navigables sont souvent laids suite à l'enlèvement de la végétation et à l'exposition des remblais qui mettent le pont en relief aux yeux des usagers de la voie navigable. La restitution de la végétation pour remplir les trous laissés par les travaux de construction et la stabilisation des abords minimiseront l'impact visuel de l'ouvrage.

3-225. Les zones d'échangeurs doivent être aménagées de façon à offrir des formes variées et agréables. Les remblais d'approche aux structures doivent être traités de façon à laisser entrevoir le moins possible leur fonction structurale.

3-226. Il est complètement inutile d'ériger des clôtures à moins qu'elles ne s'imposent localement comme écrans à neige ou comme barrières contre les dérapages. Mais même dans ces cas spéciaux, il est préférable de chercher d'autres solutions.

3-227. On doit choisir des matériaux de construction et des couleurs qui s'harmonisent bien sur le plan visuel avec le cadre physique, ce qui intègre forme et couleur à l'écosystème. Des métaux ternes, du ciment ou du roc qui se mêlent aux couleurs de la campagne et des structures qui se marient aux contours du paysage contribueront à atteindre cet objectif.

3-228. La moindre structure mérite qu'on s'y attarde. Les panneaux de signalisation, leurs structures portantes, les petits ponts, les têtes de mur, les balises, les structures d'éclairage et les autres équipements de cette nature affectent l'apparence du paysage. Il faut les étudier non seulement au point de vue design mais aussi aux points de vue de leur localisation et même de leurs besoins.





4-1. Durant la construction, la préoccupation majeure concerne l'impact des aménagements routiers sur le milieu naturel. L'effet cumulatif, au cours de la construction, d'une multitude de petites et grandes décisions et d'actions, peut déterminer les conditions esthétiques et écologiques finales de l'environnement du chantier.

4-2. Pour assurer l'efficacité des mesures de protection de l'environnement, le directeur de la construction ainsi que son personnel de soutien ont un rôle prépondérant dans l'amélioration de la qualité de l'environnement et dans la lutte contre la pollution. Mais ce sont les ouvriers du chantier qui jouent le rôle clé.

4-3. Le directeur de la construction doit connaître les lois, les ordonnances, les règlements et les procédures qui concernent de façon générale le secteur de la construction; il doit aussi avoir de l'expérience dans les méthodes de lutte contre la pollution dans les chantiers de la construction routière.

4-4. Toutes les lois et tous les règlements sur la protection de l'environnement qui sont en vigueur doivent faire partie du contrat. Il faut également prendre soin d'inclure toutes les mesures nécessaires à la protection de l'environnement dans le cahier des charges.

4-5. Il faut demander au soumissionnaire de préparer un plan de protection de l'environnement expliquant comment il

se propose de respecter les clauses du cahier des charges ayant trait à la protection de l'environnement.

4-6. Tous les ouvriers de la construction doivent accepter la responsabilité de réduire au minimum les conséquences de leur travail pouvant être défavorables à l'environnement naturel aussi bien qu'humain (culturel).

4-7. Avant le début des travaux, une planification prudente doit déterminer comment les modifications nécessaires peuvent être apportées à la morphologie originelle du terrain tout en entraînant le moins de conséquences fâcheuses.

4-8. Le chantier de travail doit être convenablement situées et délimitées avant le début des travaux.

4-9. SEANCE D'INFORMATION. Les entrepreneurs doivent être au courant des méthodes de protection de l'environnement ayant cours dans le secteur de la construction routière, et doivent pouvoir porter un jugement sur la valeur de ces méthodes. Avant le début des travaux, et préférablement après que les soumissions ont été acceptées et que l'entrepreneur a mobilisé son effectif, des assemblées auxquelles prendraient part les chefs du personnel, les équipes d'inspection, les surintendants et autres groupes responsables doivent être organisées afin de discuter des objectifs du projet de route ainsi que des responsabilités de chacun vis-à-vis des objectifs à atteindre.

4-10. Ces assemblées doivent souligner les raisons pour lesquelles certains procédés, jugés jusque là acceptables, ne seront désormais plus tolérés. Le but de ces assemblées ne doit pas être de dresser la liste de ce qu'il ne faut pas faire, mais plutôt d'expliquer pourquoi de nouveaux procédés sont utilisés et pourquoi toutes les personnes concernées en retireront finalement profit.

4-11. A la suite de ces assemblées et après l'aménagement du premier camp de travail, des directives générales doivent être données aux opérateurs de machinerie lourde.

4-12. Les effets nocifs produits par le passage des véhicules lourds sur le tapis végétal, doivent être décrits et expliqués. La circulation en dehors de l'emprise doit être contrôlée de façon appropriée.

4-13. Il faut souligner les effets de l'érosion et des traverses ou ponts temporaires mal construits.

4-14. Les zones sensibles où le terrain, la faune, la flore et les cours d'eau risquent le plus d'être bouleversés par les travaux de construction, doivent être désignées.

4-15. Les diverses considérations qui ont mené à la conception de certains éléments de la route, là où la protection d'une zone déterminée était en jeu, doivent être expliquées.

4-16. Toutes les restrictions concernant la chasse et la pêche doivent être portées à la connaissance de tous les ouvriers du chantier, et les raisons motivant ces restrictions expliquées.

4-17. Les assemblées et/ou les séances d'information doivent se répéter à intervalles réguliers pendant toute la durée des travaux.

4-18. Les séances d'information doivent comprendre des cours de prévention et d'extinction des incendies pour tous les ouvriers.

4-19. Dans certaines régions (le Nord par exemple), des programmes de perfectionnement pour les ouvriers de la construction peuvent être nécessaires. Dans ces programmes, l'accent doit être mis sur les points suivants: <sup>(4)</sup>

1. Faire connaître à tous les ouvriers les caractères particuliers de la région où ils sont appelés à travailler, ainsi que les exigences de tous les lois, règlements et codes en vigueur;
2. Inculquer à tous les ouvriers le respect de l'environnement et le désir de le protéger;
3. Enseigner aux ouvriers les bonnes habitudes à prendre afin de protéger l'environnement de la détérioration qui peut être causée par la négligence, que ce soit au travail ou au cours de la vie quotidienne dans la région.

4-20. METHODES D'ARPENTAGE. Les points de contrôle altimétriques et planimétriques doivent être installés de façon à causer le minimum de dommages à la morphologie naturelle. Les ouvriers de la construction doivent savoir reconnaître les points altimétriques et les laisser en place.

4-21. Les lignes d'arpentage doivent être situées de manière à éviter de couper des arbres et de manière à maintenir les opérations de déboisement à l'intérieur des limites établies.

4-22. Le débroussaillage doit se réduire au strict minimum requis pour les lectures.

4-23. Les équipes d'arpentage doivent couper les branches de façon à épargner le plus possible l'arbre ou l'arbuste. Il faut ébrancher avec soin afin d'éviter de mutiler le paysage.

4-24. Tout ébranchage doit se faire avec une scie bien coupante ou un sécateur. Des lames bien tranchantes sont plus sécuritaires et font un travail plus propre. (27)

4-25. Il est défendu d'utiliser des haches pour l'ébranchage, mais l'usage de la machette est permis (si l'on fait suivre un mouvement ascendant à la machette). (27)

4-26. Il faut badigeonner toutes les entailles faites aux arbres avec un produit approuvé, d'une couleur semblable à celle de l'écorce et ce afin d'empêcher que le bois ne pourrisse ou ne soit attaqué par les insectes. (27)

4-27. DEBOISEMENT ET DEFRICHEMENT. Les limites du déboisement doivent être clairement identifiées sur le sol pour tous les tronçons en construction avant le début des travaux de déboisement.

4-28. Durant la construction, il faut protéger les arbres, les arbustes, la végétation, la morphologie naturelle et la couche arable qui doivent rester en place.

4-29. Les travaux de déboisement ne doivent pas dépasser une certaine limite de temps afin de détériorer le moins possible les zones les plus vulnérables.

4-30. Toutes les fois que le cahier des charges comprend des restrictions à propos des véhicules tout-terrain et de l'équipement lourd, les travaux de déboisement doivent être surveillés de près.

4-31. Les bulldozers, les niveleuses et tout autre équipement de déboisement et de défrichage, ne doivent pas être utilisés en dehors des droits de passage désignés.

4-32. Il faut empêcher les arbres et les débris de coupe de tomber en dehors des limites de déboisement car ils pourraient endommager les arbres et les arbustes qui doivent demeurer sur place.

4-33. Les arbres abattus et les débris de coupe doivent être enlevés sans causer de tort aux arbres et aux arbustes qui doivent demeurer sur place. Quand c'est nécessaire, il faut utiliser des câbles ou tout autre moyen pour enlever les arbres ou les débris.

4-34. Il faut couper les arbres au ras du sol. Pour satisfaire à cette exigence, la surveillance doit être particulièrement étroite lorsque les travaux de déboisement se font à la main durant l'hiver et que la couche de neige empêche d'atteindre facilement la surface du sol.

4-35. Près du lit d'un cours d'eau, les travaux de déboisement et de défrichage doivent s'effectuer de manière à préserver le plus possible l'état naturel de la zone. L'équipement lourd ne doit pas être utilisé pour le déboisement à moins de 300 pieds du lit d'un cours d'eau. <sup>(4)(9)</sup>

4-36. Il ne faut pas jeter ou entasser des billots dans un cours d'eau sans autorisation préalable. Les billots ne doivent pas être déposés sur les rives d'un cours d'eau. Quand

l'utilisation de l'équipement lourd peut être dommageable à l'environnement, il faut déboiser à la main. <sup>(4)(5)</sup>

4-37. Le déboisement en vue de l'installation de camps, de surfaces de stockage, etc., doit être réduit au minimum.

4-38. Il faut protéger le tapis végétal là où les plans prévoient un recouvrement. Ce procédé est la méthode la plus efficace dans les régions de pergélisol pour empêcher son dégel. <sup>(4)</sup>

4-39. Le défrichement ne doit pas se faire à moins de 4 pieds de chaque côté de l'emprise.

4-40. Dans le cas où une zone a été défrichée ou perturbée par erreur, il faut exiger de l'entrepreneur qu'il fasse étendre des copeaux de bois sur la zone bouleversée.

4-41. Sauf dans les zones à déboiser, il est défendu d'attacher aux arbres des cordages, des câbles ou des câbles de hauban, à moins d'en avoir obtenu l'autorisation spécifique de l'autorité compétente.

4-42. Si l'autorisation est donnée d'utiliser un arbre pour l'encrage, le tronc doit être enveloppé de 4 épaisseurs ou plus de toile à sac, ou de tout autre rembourrage approprié. Il faut alors placer des taquets de bois de conifères sur le rembourrage. C'est seulement après que cela a été fait que l'on peut attacher le cordage ou le câble au tronc de l'arbre. <sup>(27)</sup>

4-43. Quand il est nécessaire de grimper à un arbre destiné

à demeurer sur place, il est défendu d'utiliser des piolets (harpons). Les échelles escamotables (pliantes) et les échelles doubles dites d'horticulteurs peuvent être utilisées. (27)

4-44. Il faut se débarrasser de tous les débris provenant de travaux de déboisement et de défrichage, par une méthode établie au préalable (voir section 3-182). Aucun de ces débris ne doit se retrouver dans les cours d'eau.

4-45. Il faut soigneusement empiler le long de l'emprise les billots qui intéressent les personnes ayant conclu un accord à ce sujet.

4-46. Il ne faut pas faire, sans autorisation préalable, de feu à ciel ouvert pour se débarrasser des arbres et des arbustes provenant des zones déboisées, ou pour réchauffer les employés quand il fait froid.

4-47. Pour se préserver du froid, de petits poêles au pétrole, au gaz et à l'huile sont fabriqués commercialement et se trouvent sur le marché. Ces petits poêles ne présentent aucun danger d'incendie quand ils sont bien ventilés et qu'aucune fumée ne s'en échappe.

4-48. Une méthode d'incinération qui ne produit presque pas de fumée est souvent utilisée pour se débarrasser des débris des zones déboisées. Le bois est rassemblé dans un lieu central et brûlé dans un feu ardent. Il faut toutefois un permis pour effectuer une telle opération; dans tous les cas, il faut avertir les pompiers de la caserne la plus proche avant d'allumer le feu.

4-49. Le four à combustion à ciel ouvert muni d'un écran d'air (open pit burner) est une autre méthode d'incinération qui est acceptable pour les débris de bois et qui ne produit presque pas de fumée.

4-50. Pour déboiser, il est quelquefois nécessaire d'utiliser des déchiqueteuses qui font souvent un bruit insupportable. Il faut déterminer la place des déchiqueteuses de façon à ce que le bruit soit réduit au minimum autour de la zone de travail.

4-51. TRAVAUX DE TERRASSEMENT ET EXIGENCES POUR L'EXCAVATION

Tous les efforts doivent être faits par le personnel du projet en vue de garantir que l'équipement lourd ne perturbe pas inutilement le terrain. Il faut retarder les travaux sur les rives d'un cours d'eau jusqu'à ce qu'on soit prêt à construire l'ouvrage de franchissement.

4-52. Les talus faits de mains d'homme doivent être aménagés de manière à intercepter les drainages transversaux, à empêcher l'érosion et à favoriser la restitution de la végétation après les travaux. Les talus à faible pente doivent être étagés en terrasse et les talus à pente plus forte, ondulés.

4-53. Les bulldozers doivent être munis de lames en U (full U-blades) pour l'excavation des talus. Ces lames réduisent la quantité de terre et de matériaux qui peuvent se déverser de chaque côté de l'excavation et glisser le long de la pente endommageant ainsi la végétation et les effleurements rocheux. (4)

4-54. Le sommet des terrassements, sauf dans le cas d'excavation de roc, doit toujours être arrondi afin d'empêcher l'enchevêtrement ou la séparation des matériaux déplacés. L'arrondissement permet également d'éliminer l'aspect de lame de couteau que présentent souvent les talus faits de mains d'homme.

4-55. Toutes les fois où cela peut se faire de façon pratique, la couche arable provenant des segments de route qui ont été creusés doit être déposée en tas jusqu'à ce qu'on l'étende sur les pentes qui bordent la route nécessitant une restitution de végétation. Pour freiner l'érosion, ces amoncellements ne doivent pas former de pentes abruptes.

4-56. Le nivellement des zones de construction comme les camps, les aires de stockage, etc., doit être réduit au minimum. Ces surfaces doivent être nivelées de manière à minimiser l'érosion et de manière à suivre la topographie naturelle.

4-57. Quand il est nécessaire de creuser des sols à forte teneur en glace, il faut le faire verticalement et ne pas essayer de creuser en biais de la façon traditionnelle. (5)(6)

4-58. Il faut que les amoncellements de déblais à haute teneur en glace soient maintenus bien compacts et recouverts d'une forme quelconque de matériel isolant quand le déblayage est terminé. Si le dégel était trop rapide, ces montagnes de déblais produiraient des écoulements de boue qui contribueraient à la formation de lourds dépôts sédimentaires dans les cours d'eau voisins. (5)

4-59. Toutes les fois que c'est possible, il faut éviter les zones où les glissements et les effondrements de terrain sont à craindre, ainsi que les zones où le terrain risquerait de se tasser exagérément, de subir une érosion importante ou de s'affaisser. Cependant, si ces zones ne peuvent être évitées ou si elles se présentent inopinément, il faut faire les plans de construction de manière à garantir des analyses de sols durant les travaux de construction. (5)

4-60. Certaines méthodes de construction doivent être utilisées afin d'empêcher la dégradation du pergélisol dans les zones où cette dégradation pourrait causer une érosion préjudiciable ou un affaissement du terrain (voir section 3-36 et 3-82).

4-61. BANCS D'EMPRUNT. Les bancs d'emprunt doivent être exploités et restaurés de façon à perturber le moins possible le paysage.

4-62. Avant de creuser, il faut enlever la couche arable qui soutient la végétation sur l'emplacement d'un banc d'emprunt, la stocker, puis la remettre en place après les travaux d'excavation. La couche arable ainsi remise en place doit être replantée en plantes indigènes.

4-63. Les bancs d'emprunt doivent être exploités de manière à produire l'effet le moins désastreux possible sur la qualité de l'eau d'un bassin versant. Durant l'excavation, il faut empêcher les fuites afin de réduire l'érosion au minimum et d'éviter que les sédiments ne se déposent dans

le cours d'eau principal. Lorsque les travaux d'excavation sont terminés, il faut que le drainage soit fait de manière à ce que l'eau s'écoule hors de l'excavation de la même manière qu'elle le fait dans les zones naturelles environnantes.

4-64. Quelquefois, une mare peut se former dans l'excavation. Si le sol est trop poreux pour retenir l'eau, un "puitsard" naturel peut se former.

4-65. Les talus des bancs d'emprunt doivent être nivelés et aménagés de façon à s'harmoniser avec la topographie naturelle.

4-66. La pente naturelle doit se rattacher à la base de l'excavation sans coupure apparente avec le relief du terrain. Le rebord du banc d'emprunt doit suivre le profil général de la zone et s'y harmoniser. Le banc d'emprunt doit être incliné dans le sens de l'écoulement naturel et doit s'harmoniser avec les pentes voisines.

4-67. Les talus des bancs d'emprunt qui seront submergés par des réservoirs, doivent être creusés dès le début ou aplanis par la suite pour suivre une pente de  $1\frac{1}{2}$  dans 1. Si la zone doit être ouverte au public pour des fins récréatives, la pente doit être réduite à 3 dans 1, ou plus. Les pentes abruptes présentent un danger de chute pour les nageurs et les pêcheurs. (27)

4-68. ROUTES D'ACCES ET CIRCULATION DES VEHICULES. Les routes d'accès et les chemins de construction doivent être situés de façon à protéger la beauté naturelle du paysage et

à prévenir l'érosion. Quand c'est possible, il faut se servir des routes déjà existantes.

4-69. Les chemins de construction doivent être conçus de manière à ce qu'ils puissent être utilisés plus tard en tant que routes d'accès ou de services permanents vers des emplacements de projet tels que des zones minières, zones de récréation, etc.

4-70. Quand des routes temporaires sont nécessaires, elles doivent suivre le relief naturel afin de réduire au minimum les remblais et les déblais. La largeur des routes et le rayon des courbes doivent être réduits à la plus petite dimension satisfaisant les critères de sécurité. Il faut assurer un drainage approprié (voir section 4-106).

4-71. Les routes temporaires doivent être remises aussitôt que possible dans leur état premier.

4-72. Les véhicules de travail et tout autre équipement de construction ne doivent pas être utilisés en dehors des limites de l'emprise, des routes d'accès ou autres routes préliminaires ou des autres surfaces permises, sauf si une permission est accordée ou que c'est nécessaire pour sauver une vie, empêcher un accident grave ou protéger les biens publics.

4-73. Il faut tenir l'équipement mobile loin de tout cours d'eau, sauf pour les traversées à l'intérieur des limites de l'emprise et dans ce cas, cela doit être fait seulement de manière à éliminer ou réduire au minimum toute perturbation (voir section 4-87).

4-74. La toundra, la tourbe ou autres couches organiques du pergélisol se trouvant en-dehors du chantier ne doivent pas être bouleversées de quelque façon que ce soit. Il faut ainsi prendre des mesures pour contrôler la poussière à l'intérieur du chantier, afin d'éviter la destruction de la végétation par la poussière dans les zones les plus près de l'emprise. (4)(5)(6)

4-75. Toutes les fois que l'accès à l'emprise est rendu impossible à cause d'un lac, d'une rivière ou d'un ruisseau, le propriétaire concerné et/ou les services provinciaux compétents doivent être consultés afin de déterminer quels sont les moyens les plus appropriés de se rendre au chantier.

4-76. Une limite de vitesse de 20 milles à l'heure doit être imposée à tous les véhicules pour toutes les routes d'accès que caribous ou autres gros gibiers traversent ou longent. (4)

4-77. Les moteurs à combustion interne de l'équipement lourd de terrassement (bulldozers d'entretien de la route, excavateurs), des génératrices, des compresseurs, des grues et de tout autre équipement, doivent être munis de silencieux pour que le bruit soit réduit à un niveau acceptable. (27)

4-78. Le taux de vapeurs toxiques, de mauvaises odeurs et de pollution par la fumée dans les chantiers de construction doit être réduit au minimum, ou éliminé si c'est possible afin de respecter les règlements locaux, provinciaux et fédéraux sur la pollution atmosphérique. L'utilisation d'un équipement adéquat, la fidélité aux méthodes de travail éta-

blies et le maintien en bon état des moteurs réduiront l'émission des gaz d'échappement. Il ne faut pas laisser tourner un moteur inutilement.

4-79. Le personnel du projet et les habitants du voisinage doivent être protégés des dangers que présente la poussière pour la santé. Les méthodes de contrôle de la poussière, qui ont été utilisés avec succès, comprennent l'arrosage des routes non pavées et le déversement d'une couche de copeaux sur les surfaces où les véhicules circulent.

4-80. CONSTRUCTION DES ROUTES D'HIVER Pour les routes d'hiver, le déboisement doit se faire selon les exigences de la section 4-27.

4-81. L'équipement qu'il faut utiliser pour le déboisement en hiver et pour la construction des routes de neige doit être muni de chenilles et ne doit pas dépasser un poids brut de 25,000 livres. Les véhicules utilisés ne doivent pas exercer une pression au sol de plus de 8 livres au pouce carré. Le rayon d'action d'un tel équipement ne doit pas permettre que la végétation soit endommagée lors de l'utilisation de l'équipement. (4)

4-82. L'Entrepreneur doit enlever du chantier tout le matériel, l'outillage et l'équipement avant de laisser la route d'hiver à l'abandon. Lorsqu'il est impossible de tout enlever, l'Entrepreneur doit entreposer le matériel, l'outillage et l'équipement dans un endroit qui a été approuvé auparavant.

4-83. Les routes d'hiver doivent être construites et entretenues en n'utilisant que la neige provenant des emprises déjà déboisées. Les véhicules de transport nécessaires pour se rendre aux réserves de neige d'urgence se trouvant en-dehors des emprises déjà déboisées ne doivent pas exercer une pression au sol de plus de 4 livres au pouce carré. <sup>(4)</sup>

4-84. Les ponts de glace doivent être situés de manière à réduire au minimum les pentes d'accès. A moins qu'il n'en ait été décidé autrement, il ne faut pas déblayer les rives d'un cours d'eau.

4-85. Lorsque c'est possible, les ouvrages de franchissement temporaires faits en neige ou en glace doivent être construits principalement de neige ou de glace compactées. Il ne faut pas utiliser trop de grosses bûches comme matériau de renforcement. Les broussailles, résidus et autres débris ne doivent pas être employés. Tous les ouvrages temporaires doivent être enlevés et la zone de construction doit retrouver son aspect premier à la fin des travaux. <sup>(4)(9)</sup>

4-86. Les ouvrages de franchissement en neige ou en glace doivent être construits de façon à ne pas entraver ou modifier le débit d'un cours d'eau en période hivernale.

4-87. HABITATS DE LA FAUNE TERRESTRE ET AQUATIQUE. Il faut voir à ce que la faune terrestre et aquatique subisse le moins de perturbations possible dans une zone de travaux de construction.

4-88. Les organismes provincial et fédéral qui s'occupent de la protection de la faune aquatique et terrestre ou les autres autorités compétentes en ces mêmes gouvernements doivent être consultés avant le début même des travaux, pour qu'une protection suffisante soit accordée aux poissons et aux animaux du secteur où doit se construire le projet.

4-89. La construction doit être faite, si possible, durant les saisons de faible activité de la faune comme par exemple entre les périodes migratoires du poisson.

4-90. Pour assurer une protection suffisante aux populations de poissons pendant les travaux de construction, il ne faut pas nuire aux migrations et il ne faut pas perturber la frai pendant la période d'incubation. Il existe deux périodes critiques à cet égard: la première pour les espèces qui fraient au printemps et la seconde pour les espèces qui fraient à l'automne. Il ne faut pas que les cours d'eau soient troublés par les travaux de construction pendant ces périodes. (9)

4-91. Les travaux de construction exécutés dans un cours d'eau doivent être faits de manière à ce que la sédimentation, la vitesse d'écoulement et la température soient maintenues le plus près possible des conditions normales d'un cours d'eau.

4-92. Les frayères et les viviers doivent être protégés contre le limon (silts) ou les dépôts plus solides car ce sont

des secteurs où l'on peut s'attendre à ce que les solides restent en suspension dans l'eau à la suite des travaux de construction. Des bassins de décantation doivent être construits afin d'intercepter les silts ou sédiments portés par l'eau avant que ceux-ci n'atteignent les ruisseaux, rivières ou lacs. Les travaux de construction sur les berges des rivières et qui exigent l'enlèvement de la végétation qui y vit doivent prévoir l'installation de barrières qui empêcheraient la pénétration de sédiments ou limons dans les lacs, rivières et ruisseaux par voie de ruissellement sur la surface de ces régions dénudées. (4)

4-93. Les bassins de sédimentation doivent être débarrassés régulièrement du limon, du sable et des débris qui s'y ramassent. Toutes les constructions temporaires doivent être enlevées et la zone doit reprendre son aspect premier après les travaux.

4-94. L'entrepreneur doit réparer tous les dommages causés par la construction aux frayères et aux viviers par la construction tout en respectant les normes établies par les organismes et services responsables du gouvernement provincial.

4-95. Pour franchir un cours d'eau, l'équipement de construction doit emprunter les ponts en place, les ponts temporaires ou autres ouvrages de franchissement. S'il n'y en a pas, les travaux de construction doivent se faire des deux côtés de la rive du cours d'eau assez loin pour que l'impact sur le cours d'eau soit minimisé.

4-96. L'accès temporaire aux cours d'eau doit se faire conformément aux règles établies dans la section 3-152 à moins qu'une autorisation spéciale n'ait été accordée pour procéder autrement.

4-97. Tout ouvrage de franchissement temporaire construit dans ou au-dessus d'un ruisseau et qui semble obstruer le passage des poissons doit être enlevé sur-le-champ.

4-98. Il ne faut pas occuper plus d'un tiers de la largeur d'un cours d'eau pendant la construction d'un pont ou d'un ponceau.

4-99. L'excavation faite pour les piliers, les empattements et les culées doit être exécutée de manière à séparer clairement le cours d'eau et la zone des travaux.

4-100. La quantité d'eau puisée dans les cours d'eau ou autre source d'eau doit être déterminée de façon à ne pas causer de tort aux écosystèmes aquatiques.

4-101. Aucune substance toxique pour les poissons ou toute vie aquatique ne doit être versée (directement ou indirectement) dans un cours d'eau, une rivière, un lac ou un marécage. Ceci comprend, mais ne s'y limite pas, les combustibles, les fluides d'analyse, les insecticides, les détergents, les herbicides, le ciment, la chaux et le béton. (6) (27)

4-102. Il faut voir à ce qu'aucun débris n'entrave les sentiers réservés aux gibiers et aux promeneurs qui traversent la zone de construction.

4-103. Si des substances toxiques sont renversées accidentellement dans un ruisseau, des surveillants doivent en être avertis aussitôt pour que les travaux d'urgence de nettoyage puissent être commencés sur-le-champ, de manière à réduire l'étendue des dégâts.

4-104. Il faut défendre aux ouvriers engagés pour le déboisement et la construction de chasser, capturer ou déranger animaux, oiseaux et poissons de l'endroit.

4-105. Des réglementations temporaires en vue de prohiber la chasse et la pêche pendant la durée des travaux de construction doivent être adoptées en dernier ressort afin de minimiser les restrictions apportées à la chasse et à la pêche. Il est toujours préférable d'appliquer de façon sévère les règlements qui existent déjà. <sup>(6)</sup>

4-106. CONTROLE DE L'EROSION ET DU DRAINAGE. Des mesures de contrôle de l'érosion et du drainage doivent être intégrées au projet de construction afin d'éviter de perturber le régime hydrologique et afin de minimiser l'érosion.

4-107. Les règlements locaux concernant le contrôle de l'érosion doivent être respectés.

4-108. Le drainage des zones de construction, des aires d'entreposage et des autres zones occupées doit être réglementé de manière à prévenir l'érosion et préserver la qualité de l'eau des cours d'eau. Les méthodes pour contrôler ce drai-

nage comprennent les barrières de contrôle de vitesse, les ballots de paille, les fossés de drainage et les cunettes.

4-109. Il faut appliquer des mesures adéquates pour contrôler l'érosion telles les terres-plein, la protection granulaire, la restitution de la végétation, l'ensemencement et la plantation, les sillons périphériques, les répartisseurs d'eau, les aboteaux ou les tampons afin d'éviter de provoquer ou d'accélérer l'érosion et de diminuer le risque de formation de nouveaux canaux de drainage résultant des travaux de construction sur les voies de l'emprise. Des mesures de contrôle doivent être conçues et construites afin de minimiser les perturbations causées à l'équilibre thermal tout en réduisant les effets nocifs de la dégradation du pergélisol. (5)(6)(28)

4-110. Un enrochement pour protéger le lit du cours d'eau doit être installé aussitôt que les travaux dans le lit sont achevés. Un enrochement de banc de sable peut servir de protection temporaire aux endroits où le roc n'est pas disponible sur place.

4-111. La restitution de la végétation doit être entreprise dès qu'un terrassement ou un déblai est terminé.

4-112. Il faut parfois labourer les surfaces qui ont été compactées avant de procéder à l'ensemencement. Il faut faire les vérifications qui s'imposent pour déterminer si les formules de graines et d'engrais utilisées sont appropriées et si l'usage qu'on en fait est adéquat.

4-113. EXPLOSIFS. Les explosifs apportés sur le chantier de construction doivent faire l'objet d'un contrôle sévère et leur usage doit être réservé au personnel autorisé, c'est-à-dire celui qui a été spécialement formé à utiliser des explosifs de manière à éviter d'endommager l'environnement.

4-114. Les détails des travaux à effectuer, les méthodes de dynamitage, les techniques développées doivent être soumis aux services de réglementation afin de les faire approuver et cela avant même l'usage des explosifs.

4-115. De nouveaux procédés et de nouvelles méthodes doivent être développés et utilisés par les entrepreneurs pour prévenir la dégradation et la déformation de la topographie du paysage, la détérioration ou la destruction des arbres, des massifs d'arbustes et de tout autre végétation environnante, en récupérant les matériaux dynamités tels roches, souches d'arbres ou tout autres débris qui auraient été éjectés à l'extérieur de la zone de travail déjà dégagée. (4)

4-116. Lorsque le dynamitage a lieu le long des côtés extérieurs des remblais, la forme, la profondeur et la capacité de chargement des trous de sondage doivent être établies afin de fournir des arêtes de rétention de rocs. Les arêtes de rétention empêcheront les matériaux dynamités de rouler en bas des côtes. Par exemple, la première élévation d'une coupe doit être une tranchée peu profonde formant une arête sur le côté extérieur. Cette arête retiendra les morceaux de pierre pendant le dynamitage et les empêchera de rouler. Chaque élévation doit remplacer les vieilles arêtes et en créer de nouvelles. (27)

4-117. A moins d'une permission spéciale accordée par le service de réglementation, le dynamitage doit se faire: <sup>(4)</sup>

1. à plus de 10 milles de toute réserve naturelle (voir Connaissance du milieu, section 2-135).
2. à plus d'un quart de mille des ruisseaux, des rivières ou des lacs.

4-118. Avant qu'un dynamitage puisse se faire dans un cours d'eau dans lequel vit une population de castors ou de rats musqués, les services de réglementations compétents doivent en être avertis afin qu'une telle population soit regroupée ou relocalisée.

4-119. Il faut enlever du terrain les roches ou morceaux de roches provoqués par le dynamitage et qui nuisent à l'utilisation que pourraient faire du terrain, par exemple, les animaux qui vont y paître.

4-120. PREVENTION ET CONTROLE DES INCENDIES. Toutes les précautions nécessaires doivent être prises afin d'éviter que les feux de forêt ou de pâturages ne soient causés accidentellement.

4-121. L'entrepreneur doit prévoir l'éventualité d'incendie et à cet effet, préparer des recommandations qui permettront de réduire au minimum les feux de forêt et autres feux causés par les travaux de construction ou encore en rapport avec des travaux, mais aussi de les détecter et de les contrôler. De

plus, des abris devront être prévus pour l'équipement nécessaire ainsi que la présence, sur le chantier, d'un personnel adéquatement formé pour combattre les incendies, partout où les travaux de construction peuvent en provoquer.

4-122. L'étude sur l'éventualité d'incendies doit prévoir:<sup>(12)</sup>

1. des séances d'éducation pour recommander aux employés de prendre des précautions lorsqu'ils se débarrassent d'une cigarette et d'éviter de faire des feux de camp n'importe où tant sur le chantier que sur le territoire.
2. la facilité et la rapidité d'accès à l'équipement servant à lutter contre l'incendie par tout le personnel employé sur le chantier de construction, dans les camps et les zones de dépôts en tas des matériaux, etc.
3. l'entretien à titre préventif de tout l'équipement de manière à réduire les risques d'incendies. Un tel entretien doit consister, entre autres, à nettoyer les systèmes d'échappement de l'équipement afin d'en éviter l'encrassement, à vérifier le bon fonctionnement des pare-étincelles sur tout l'équipement et à inspecter minutieusement les systèmes d'échappement de l'équipement afin de prévenir le contact des points d'échauffement avec les combustibles.

4. l'emplacement stratégique de tours d'observation sur le chantier.
5. la fusion des systèmes détecteurs et avertisseurs proposés par l'entrepreneur et d'autres systèmes similaires déjà existants.
6. la disponibilité des travailleurs en cas d'incendie.
7. la formation d'équipes qui, au sein des équipes régulières du chantier, seraient chargées de combattre les foyers d'incendie et seraient responsables de l'utilisation et de l'entretien de l'équipement anti-incendie. En cas d'incendie, ces équipes auront le pouvoir de répartir en brigades d'incendie le personnel préposé à la construction.

4-123. Après un incendie causé par des travaux de construction, il faut veiller à la restitution de la végétation, au contrôle du ruissellement à la surface du sol, à l'enlèvement et à la réparation de l'équipement et des bâtiments endommagés, enfin faire le nécessaire pour que la zone affectée par l'incendie soit restaurée le plus rapidement possible.

4-124. MANIPULATION ET ENTREPOSAGE DES CARBURANTS. Les emplacements de tous les dépôts de carburant, les lubrifiants et de produits pétrochimiques doivent être situés à plus de 500 pieds d'un lac, d'un ruisseau ou d'une rivière. (4)

4-125. On doit encourager la stabilité de tous les réservoirs d'emmagasinement et de tous les systèmes de distribution (en surface ou sous terre) afin d'éviter tout déversement de produits sur le sol suite à une rupture de ces installations.

4-126. Tous les réservoirs d'emmagasinement et les pompes à essence doivent être munis de dispositifs spéciaux destinés à retenir les pertes d'huiles ou autres matières. La possibilité de retenue de ces dispositifs doit représenter au moins 125% du volume d'entreposage total des réservoirs du dépôt (y compris les réservoirs sur place) avec un volume supplémentaire suffisant pour contenir la précipitation maximale et le ruissellement qui pourraient être recueillis. La profondeur minimale envisagée pour une telle précipitation ou un tel ruissellement à l'intérieur des zones indiquées serait de 2 pieds. (4)

4-127. Tout système de retenue doit aussi être équipé de trappes de drainage fonctionnant manuellement afin de pouvoir effectuer le drainage des eaux de pluie et de neige fondue. (4)

4-128. Il faut employer des matériaux étanches pour aménager les dépôts de réservoirs et les digues ou alors les renforcer d'une deuxième couche et ce, afin qu'aucun produit à base de pétrole ne puisse s'écouler par les digues, le plancher du dépôt, le sous-sol ou le long des rigoles où sont construits les systèmes de distribution. (4)

4-129. Les sous-fondations des zones de ravitaillement en carburant pour les véhicules et l'équipement doivent être étanches pour ainsi empêcher la pollution du sous-sol naturel par du carburant répandu accidentellement.

4-130. Les pompes à essence des stations-service doivent être munies de bassins de réception ou de bacs de manière à éviter la pollution du sous-sol naturel par du carburant répandu accidentellement.

4-131. Le plein d'essence et le graissage télé-commandé de l'équipement doivent être faits de façon à ce qu'il n'y ait absolument aucune goutte d'essence ou d'huile de graissage répandue sur le sol. On ne doit pas faire le plein d'essence de l'équipement à moins de 500 pieds de tout lac, rivière ou ruisseau. (4)

4-132. Aucun navire ne doit vidanger les eaux résiduelles non traitées de ses ballasts (c'est-à-dire les eaux ayant une concentration d'huile supérieure à 10 ppm) dans aucune rivière ou cours d'eau. (4)

4-133. Aucun déversement de produits pétroliers ou autre agent de pollution ne doit être fait sur et dans le sol de même que sur et dans l'eau, pendant la construction et les travaux qui la précèdent. L'entrepreneur doit savoir qu'il est de son devoir de protéger le public et l'environnement contre les méfaits d'une telle pollution.

4-134. L'entrepreneur doit préparer un programme de préven-

tion et de contrôle des déversements accidentels de produits pétroliers et autres substances toxiques. Le programme doit comprendre: (4)

1. les mesures à prendre pour exercer un contrôle sur le déversement d'huile;
2. les mesures à prendre pour que soient rapportés de façon rapide et précise les déversements d'huile;
3. les mesures à prendre pour une action corrective immédiate dans le contrôle du déversement, l'isolement, la restauration et la réhabilitation de l'élément pollué;
4. Une description de tout l'équipement et appareils utilisés pour le contrôle des déversements d'huile ainsi qu'une liste des techniques utilisées pour traiter les matières polluées et les emplacements prévus pour l'enfouissement de celles qui sont intraitables.
5. une liste précise et détaillée des différentes techniques utilisées compte tenu de la nature du nettoyage à effectuer ainsi que l'ordre dans lequel chacune des opérations de nettoyage doit se faire, selon qu'il s'agit de pollution par l'huile sur le sol, dans les lacs, les rivières, les ruisseaux ou au dépôt général des produits pétroliers, à l'entrepôt local, aux pompes à essence, là où se font les réparations de l'équipement, bref, partout où de l'huile peut être répandue accidentellement le long d'une emprise.

4-135. ENTRETIEN DU CAMP ET ACTIVITES CONNEXES. Tous les déchets du camp doivent être traités et éliminés selon les méthodes proposées à la section 3-182.

4-136. Les effluents de collecteurs d'eaux d'égouts ne doivent pas polluer le cours d'eau dans lequel il se déverse. Un traitement adéquat des ordures doit permettre d'attirer le moins possible les animaux sauvages près du camp. Les camps doivent être équipés de pistolets d'artifice ou éclairants ou de fusils de chasse à forte détonnation pour effrayer les ours qui pourraient s'approcher du camp.

4-137. Un usage abusif d'insecticides et d'herbicides doit être évité; une telle tactique produit souvent un déséquilibre écologique. Il vaut mieux n'utiliser que les insecticides et herbicides (facilement biodégradables) et en ce qui a trait aux insecticides, seuls ceux qui font partie d'une liste approuvée par les organismes responsables du gouvernement provincial peuvent être utilisés.

4-138. Les insecticides et herbicides doivent être manipulés, entreposés et utilisés avec un maximum de précautions et ce, en tout temps. Il ne faut pas en utiliser plus que la quantité recommandée par le fabricant et les méthodes d'application doivent être suivies à la lettre et assurer un arrosage uniforme (voir section 5-17).

4-139. CONSIDERATIONS D'ORDRE GENERAL. Des mesures adéquates doivent être prises pour que le chantier de construction se confonde le plus possible au milieu environnant. Un choix judicieux de l'emplacement du bureau de chantier et du matériel d'entretien permettra d'atteindre cet objectif.

4-140. Quand la chose est possible, le camp des ouvriers ou la zone d'entretien doivent être entourés d'une clôture agréable à l'oeil.

4-141. L'éclairage nocturne doit être réduit au minimum autour des zones habitées tout en ayant soin de respecter les normes de sécurité.

4-142. Lorsqu'un camion doit quitter le chantier pour circuler sur les voies publiques, il est préférable qu'il soit propre de façon à donner au public en général une meilleure image des travaux de construction.

4-143. D'autres méthodes telles la cueillette des ordures et des rebuts doivent être mises sur pied afin de réduire l'encombrement du secteur de l'emprise.

4-144. DECOUVERTES HISTORIQUES ET ARCHEOLOGIQUES. Les sépultures, les anciens dépotoirs, les vieilles fondations et autres découvertes paléontologiques, historiques ou archéologiques faites durant des enquêtes en nature et des travaux d'excavation doivent être immédiatement rapportés par le personnel aux contremaîtres.

4-145. Là où de telles découvertes sont faites, il faut éviter à tout prix d'endommager inutilement les artefacts et leurs caractéristiques. Les travaux de construction doivent y être interrompus jusqu'à ce que l'autorisation de poursuivre les travaux en cours ait été accordée par les autorités compétentes.

4-146. Des archéologues, historiens et autres spécialistes doivent être appelés sur les lieux pour prendre connaissance des découvertes qui ont été faites et décider si elles doivent être conservées telles quelles, enregistrées, enlevées, ou autrement disposées.

4-147. RESTAURATION ET NETTOYAGE DES LIEUX . Lorsque les travaux sont terminés, le chantier et la zone d'administration, d'entreposage et de réparation doivent être nettoyés et, dans les limites du possible, retrouver leur aspect premier. Il s'agit donc d'enlever les bâtiments temporaires, l'équipement, le bois de construction, les déchets, les matériaux excédentaires, les clôtures et tout ce qui n'était pas sur les lieux avant les travaux de construction; de réparer les systèmes de drainage; de restaurer les zones de remblais et de déblais; enfin, de replanter les arbres, les arbustes et la végétation propres à la région, sur tout le territoire affecté.

4-148. Tous les talus doivent être laissés dans un état stable.

4-149. Les rampes, les bermes, les digues et tout autre ou-

vrage en terre doivent être nivelés, à moins d'avis contraire.

4-150. Les pierres sèches, les cailloux et les grosses pierres qui se détachent des talus dont la finition est terminée ou qui s'accumulent à leur pied doivent être enlevés ou éparpillés près du versant. Il faut cependant veiller à ce que les roches déplacées n'enlaidissent pas le paysage. (27)

4-151. La terre que l'on a extraite durant la construction et qui n'a pas été utilisée doit être étalée uniformément sur l'emprise ou transportée ailleurs. Le sol doit être nivelé de façon à se confondre avec les terrains avoisinants, la terre végétale doit ensuite être replacée et finalement, une végétation appropriée doit y être plantée et fertilisée.

4-152. Lors de l'abandon ou du déplacement d'un camp, les lieux occupés doivent être nettoyés et remis dans un état qui satisfait les organismes responsables du projet.

4-153. Toutes les zones remaniées doivent être laissées en état de stabilité. Les mesures de stabilisation peuvent comprendre: l'ensemencement, la plantation, le paillage et la mise en place de liants de surface, de liants pour le sol, de couvertures de rocs ou de gravier, ou encore de constructions, selon l'état dans lequel se trouve le site. (28)

4-154. L'ensemencement et la plantation doivent être faits le plus tôt possible durant la première période de germination et l'opération doit être répétée si les résultats excomptés n'ont pas été obtenus. Toute autre restauration doit être

terminée le plus tôt possible après la fermeture du chantier.

4-155. Lors de la restitution de la végétation, il vaut mieux utiliser des plantes et arbustes prélevés dans le milieu environnant afin de réduire au minimum les modifications dans la composition de l'écosystème. Des espèces étrangères peuvent être utilisées à la condition toutefois que l'on soit assuré qu'elles ne nuiront pas aux écosystèmes avoisinants.

4-156. CONTROLE ET SURVEILLANCE ECOLOGIQUES. Les organismes responsables de la protection de l'environnement devraient mettre sur pied un programme de contrôle de routine afin d'enregistrer les effets réels qu'ont les voies de circulation sur l'environnement. Les perturbations écologiques pourront être mesurées par comparaisons avec les données recueillies lors des études du milieu écologique non perturbé (consulter la section 2-112).

4-157. Les responsables de la surveillance de la construction peuvent être appelés à donner aux équipes de travail des détails supplémentaires concernant les restrictions pour la protection de l'environnement et devront constamment réviser ces restrictions.

4-158. Les écosystèmes affectés par différentes techniques de construction doivent faire l'objet d'un contrôle constant.

4-159. Les ruisseaux doivent faire l'objet d'un contrôle pour prévenir une augmentation de la siltation et les obstructions au passage des poissons. Toute perturbation sérieuse du mi-

lieu doit être immédiatement rapportée au chef de chantier afin qu'il prenne les mesures appropriées. (6)

4-160. Il faut aussi noter les modifications du comportement de certaines populations animales et de leur mouvement migratoire.

4-161. L'utilisation de machinerie lourde doit être surveillée de près pour réduire au minimum les dommages causés à l'environnement.

4-162. Il serait bon qu'une étude subséquente soit faite afin de connaître exactement les résultats qu'ont donnés le contrôle et la surveillance écologiques et savoir à quel point l'environnement en a bénéficié.





5-1. COMMENTAIRES D'ORDRE GENERAL. Un entretien adéquat est primordial pour qu'une route puisse rester en service. L'entretien doit donc se poursuivre efficacement et régulièrement bien après la fin des travaux pour demeurer carrossable.

5-2. Bien que l'entretien soit nécessaire tant que la route existe, il est particulièrement important immédiatement après sa construction. Même des tronçons terminés qui ont été ouverts à la circulation régulière doivent être entretenus immédiatement après la construction car c'est à ce moment qu'apparaissent les zones problèmes.

5-3. Avant le début du programme d'entretien et immédiatement après la construction, les responsables de la construction doivent signaler au personnel préposé à la supervision de l'entretien les endroits susceptibles de créer des problèmes d'entretien.

5-4. Le personnel préposé à l'entretien doit être informé de la présence de la faune terrestre et aquatique et de la fragilité de son habitat. On doit lui expliquer les raisons de cette fragilité et les précautions à prendre pour éviter ou réduire au minimum les perturbations écologiques.

5-5. Le personnel préposé à l'entretien doit aussi connaître l'emplacement des ouvrages de contrôle et l'érosion et l'entretien qu'ils nécessitent.

5-6. ENTRETIEN DE LA CHAUSSEE. La principale opération d'entretien de la chaussée est de niveler et d'entretenir la surface de la route. En étalant le gravier sur la surface, l'opérateur de la niveleuse doit veiller à ce que la lame ne pénètre pas l'accotement de la route.

5-7. On ne doit pas laisser de buttes en bordure de la chaussée car elles ont le même effet que des bermes et empêchent le drainage latéral.

5-8. De l'huile ou des produits chimiques peuvent être utilisés pour réduire la poussière sur les routes non pavées et augmenter ainsi le plaisir de conduire et la sécurité routière.

5-9. L'huile contenant des agents de pollution tels que le phosphate tricrésol ne doit pas être utilisée pour réduire la poussière.

5-10. L'application de produits chimiques pour réduire la poussière doit se faire avec soin et seulement lorsque la surface de la route est suffisamment dégelée pour absorber le produit. On doit éviter d'en renverser surtout près des cours d'eau; si le cas se présente, il faut tout nettoyer immédiatement.

5-11. Les chambres d'emprunt bien situées qui servaient lors de la construction doivent être utilisées pour la réparation de sections de route jusqu'à ce qu'elles soient épuisées.

5-12. Des produits chimiques doivent être appliqués sur le pavage pour empêcher la formation de glace, faire fondre celle qui s'est formée et éviter les amas de neige durcie. Les risques de la conduite automobile sur les routes pavées durant l'hiver en seront par le fait même réduits. (30)

5-13. Le sel (chlorure de sodium) est le déglaceur chimique le plus communément utilisé à cause de son coût relativement peu élevé. Il commence à être moins efficace au-dessous de 20°F (-6.7°C) et ne l'est plus du tout à -6°F (-21°C). L'addition de chlorure de calcium ( $\text{CaCl}_2$ ) peut augmenter l'efficacité du sel et en réduire la quantité utilisée; des additifs tels que le ferrocyanure ferrique (bleu de presse) et les ferrocyanures de sodium et de potassium sont employés pour éviter la solidification des tas de sel; enfin, on ajoute parfois du chrome et surtout du banox comme inhibiteurs de la rouille.

5-14. Le type de déglaceur à utiliser et la quantité à appliquer dépendent du type des résultats escomptés, des conditions atmosphériques, du moment où ils sont appliqués, de la circulation, de la topographie, et du type de revêtement de la chaussée. Les chlorures peuvent affecter la végétation et surtout, ils peuvent s'introduire dans les lacs et les rivières à proximité des routes. Ils ne sont vraiment dommageables qu'en très fortes concentrations. Il n'en est pas de même des ferrocyanures qui sont très toxiques; ils libèrent des ions cyanures très dangereux pour toute la faune. Quant aux additifs inhibiteurs de la rouille, ils sont aussi dangereux. On devrait réduire leur utilisation au maximum.

5-15. Il est préférable de ne pas exposer les déglaceurs chimiques à l'eau car ils y sont très sensibles. Les produits chimiques doivent être remisés dans un abri couvert et étanche. Lorsqu'aucun bâtiment n'est disponible, les produits chimiques doivent être placés sur des coussins (en béton asphaltique, par exemple) et recouverts d'une membrane ou d'un matériel imperméable. (30)

5-16. Il existe différents moyens pour réduire l'utilisation de déglaceur chimique, entre autres: (30)

1. Préhumidification du sel avec des produits chimiques liquides. La préhumidification du sel provoque une fonte plus rapide, évite le gaspillage car le sel préhumidifié ne rebondit pas et reste en place, et augmente l'éventail de températures où il est efficace. Une solution de  $\text{CaCl}_2$  est le liquide le plus souvent utilisé pour humidifier le sel.
2. Application directe de produits chimiques liquides. De la saumure ou des solutions de chlorure de calcium appliquées directement accélèrent la fonte et nécessitent moins de produits chimiques.
3. Calibrage des épandeurs mécaniques. Le calibrage est essentiel au contrôle de la quantité de produits à répandre. On peut utiliser différentes méthodes, mais il est important de calibrer cha-

que épandeur car il est peu probable qu'il y en ait deux pareils. Il semble que les dispositifs permettant de proportionner l'étalement du produit à la vitesse du véhicule réduisent la quantité de produit utilisé. Ces moyens permettent de déverser une quantité prédéterminée de produits chimiques par secteur donné sans égard à la vitesse du camion.

4. Meilleur contrôle de l'administration du projet. La détermination de la qualité du service et des normes d'application des produits chimiques l'instauration de rapports d'utilisation de l'équipement et d'application des déglaceurs permettent aux administrateurs un meilleur contrôle de l'usage de produits chimiques.
5. Formation. De nombreux ingénieurs chargés d'entretien croient qu'une formation appropriée du personnel impliqué dans les travaux de contrôle de glace et de neige est un des facteurs les plus importants dans le contrôle d'utilisation des produits chimiques. Plusieurs organismes ont organisé des programmes pour assurer une formation complète dans ce domaine.
6. Prévisions atmosphériques exactes. L'élément le plus significatif pour commencer les opérations de contrôle de la glace et de la neige est de prévoir à temps une tempête. Plusieurs organis-

mes sont en communication directe avec des météorologues et d'autres ont déjà expérimenté des systèmes de détection de glace par détecteur dans le pavage.

7. Usage d'abrasifs. Bien que les abrasifs n'empêchent pas l'accumulation de neige durcie et ne l'éliminent pas non plus, ils peuvent être utilisés à la place des produits chimiques aux endroits où la circulation n'est pas assez dense pour les enlever de la route ou encore, là où les forces aérodynamiques ne les enlèvent pas.
8. Déneigement. Les camions équipés de lames permettent un meilleur déneigement du pavage. Le déneigement progressif durant les moyennes et grosses chutes de neige réduit l'utilisation de produits chimiques.

5-17. ENTRETIEN DE L'EMPRISE. Règle générale, l'emprise doit être débarrassée de gros arbres et des buissons afin d'assurer suffisamment d'espace pour doubler et arrêter en toute sécurité. On peut, toutefois, conserver les arbres qui ne nuisent pas pour l'instant. Les arbustes, les plantes et la végétation en général aident à réduire l'érosion, enjolivent le paysage et rendent, en partie, l'emprise à son rôle d'habitat de la faune.

5-18. L'entretien de la bordure de la route doit être conçu en fonction de la végétation qui convient le mieux pour les

trois aspects suivants: contrôle de l'érosion, encouragement de la faune, meilleure visibilité dans les courbes, enlèvement facile et acculmination minimum de neige, et mise en valeur de la beauté de la route. (31)(32)

5-19. Il faut éviter de râcler périodiquement la végétation de l'emprise avec un véhicule muni de lames. Cette pratique crée des problèmes plus qu'elle n'en résout. (5) (6)

5-20. On peut utiliser des herbicides sélectifs pour la destruction des mauvaises herbes, des arbustes et des arbres. D'autres produits de même nature, tels que les retardants et les stérilisants du sol peuvent aussi être employés. Les retardants sont utilisés pour contrôler la croissance de la végétation ce qui a pour effet d'en réduire l'entretien notamment pour les talus dont la pente trop forte est inaccessible à la machinerie. Les stérilisants, d'autres part, suppriment toute croissance là où le contrôle de la végétation est difficile. Tous ces produits peuvent être dangereux s'ils sont mal employés.

5-21. L'arrosage des herbicides doit se faire avec discernement et seulement où elle peut répondre efficacement aux besoins d'aménagement de la route et de l'emprise sans pour autant éliminer d'autres valeurs plus importantes et entraîner des conséquences écologiques et esthétiques inacceptables. Il faut veiller, en règle générale, à proscrire l'épandage des herbicides par temps de pluie et dans le voisinage des ruisseaux, des lacs et des rivières.

5-22. Un grand nombre de routes québécoises sont agrémentées d'un type de gazon qui exige un entretien régulier pour satisfaire aux normes minimales d'utilité et d'esthétique. L'équipement pour la tonte, les tondeuses multilames, rotatives, à hélices ou à lames courbées par exemple, doit être choisi selon les conditions du terrain, le genre de végétation et l'ampleur de l'aménagement.

5-23. Une fertilisation adéquate fait partie de l'entretien d'un bon gazon. Un programme de fertilisation doit être établi selon les recommandations d'un spécialiste en la matière.

5-24. La nécessité d'une fertilisation est particulièrement importante pour les deux catégories d'emprises: <sup>(31)</sup>

1. Les allées du milieu et les sections de gazon entre les bermes extérieures et les premières limites du fossé. Ces zones sont tondues fréquemment et doivent être agréables à l'oeil pour les usagers de la route.
2. Les talus recouverts de gazon et qui doivent être entretenus pour des raisons esthétiques et pour contrôler l'érosion.

5-25. Le matériel d'entretien doit être utilisé avec soin de façon à ne pas perturber les talus stabilisés.

5-26. On doit faire manuellement le travail qui ne peut se faire mécaniquement sur un terrain.

5-27. ARBRES. Les projets de route comprennent la conservation d'arbres au milieu et en d'autres endroits de l'emprise (voir section 3-1). Les services d'entretien doivent donc utiliser les moyens qui s'imposent pour les préserver. Un programme d'entretien destiné à obtenir la valeur potentielle esthétique et utilitaire des arbres en bordure de route inclut les principaux aspects suivants: (31)

1. Les arbres morts et malades doivent être enlevés et détruits. Les pertes causées par une épidémie d'insectes, la maladie de l'orme hollandais par exemple, peuvent nécessiter des mesures spéciales pour empêcher la maladie de se répandre. Des précautions doivent aussi être prises pour enlever et détruire les branches des arbres atteints.
2. Les arbres particulièrement précieux en raison de leur grosseur, de leur espèce, de leur emplacement ou de leur état doivent être traités avec une attention spéciale en ce qui concerne les maladies, les insectes, les blessures et leur besoin de fertilisation. Les arbres d'une valeur exceptionnelle doivent être fertilisés lorsque le sol ne semble plus être en mesure de leur fournir les éléments nutritifs indispensables à une croissance vigoureuse.
3. Des groupes d'arbres et des bandes de forêt conservés dans les limites de l'emprise doivent être aménagés de façon à être hautement esthétiques.

Si les broussailles sont trop denses, les espèces moins importantes doivent être enlevées pour permettre à celles qui sont plus précieuses de se développer. Le panorama est plus agréable pour l'automobiliste lorsque l'orée du bois est dégagée et le sous-bois visible de la route. Lorsque c'est possible, les arbres à fleurs doivent être privilégiés par rapport aux autres. Les branches mortes et quelquefois des branches intactes doivent être coupées pour améliorer l'état et l'apparence d'un arbre.

4. Il faut s'occuper des arbres endommagés par les tempêtes le plus tôt possible. Les branches cassées doivent être enlevées et les parties blessées traitées selon les normes des arboriculteurs. Tous les arbres abattus par le vent doivent être détruits pour éviter qu'ils ne deviennent des foyers de maladies et d'insectes.
5. Les arbres situés trop près du pavage peuvent être dangereux et les équipes d'entretien ont parfois la tâche difficile d'enlever les arbres mal situés pour des raisons de sécurité.

5-28. La beauté de la route peut être rehaussée par un panorama dégagé et des bosquets le long de la route. Il vaut mieux attendre que la construction soit terminée pour ce faire afin d'avoir une vue d'ensemble de la route et faire le déboisement qui s'impose. (6)

5-29. PLANTES NUISIBLES. On doit enlever soigneusement les espèces qui causent de graves irritations cutanées (comme le sumac vénéneux ou herbe à puce) et les plantes allergènes (comme la petite herbe à poux ou embroisie à feuilles d'ar-moise) en bordure routière, des terrains de pique-nique, des belvédères, des lieux historiques et autres haltes possibles le long de la route. (31)

5-30. Les formules régulières 2, 4-D et 2, 4, 5-T d'herbicides assureront un contrôle efficace des plantes nuisibles à un coût raisonnable si elles sont utilisées selon les indications du fabricant. (31)

5-31. DECHETS. Tout programme qui entend traiter de façon efficace le problème des déchets sur les routes doit entraîner la mise sur pied d'une unité administrative responsable de tous les stades de l'opération, dont une vaste campagne d'information destinée au public avec l'aide de la presse et d'organismes sympathiques à la cause. Le contrôle et l'élimination des déchets sur les routes est avant tout une question d'éducation.

5-32. Le programme de contrôle des déchets doit, en plus de l'éducation du public, songer à fournir des poubelles attrayantes, assez nombreuses, bien placées et entretenues scrupuleusement. Toutes les haltes en bordure des routes, les terrains de camping et de pique-nique, les sites panoramiques par exemple, doivent être pourvus de poubelles. Un service régulier de cueillette des ordures doit être organisé pour garder ces endroits propres.

5-33. ENTRETIEN DES SYSTEMES DE CONTROLE DE L'EROSION ET DU DRAINAGE. Il faut veiller à ce que tous les remblais et les déblais menacés par l'érosion soient recouverts de végétation ou de tout autre matériau pour stabiliser ces zones fragiles.

5-34. Les bassins qui recueillent les dépôts de sédiments doivent être nettoyés lorsqu'ils sont pleins au deux tiers (2/3) ou à la moitié.

→ 5-35. Les matériaux enlevés des fossés ne doivent pas être déplacés là où ils pourraient s'infiltrer dans un cours d'eau.

5-36. Il faut permettre aux sols composés de limon calcaire de se stabiliser en laissant les pentes devenir presque verticales; ce sont les pentes les plus stables pour ce genre de matériaux. Dans de telles conditions, le drainage doit se faire et être entretenu de façon à empêcher l'eau de déborder par-dessus le bord du canal.

5-37. On doit vérifier si des débris ou une accumulation de sédiments n'obstruent pas les ponceaux.

5-38. Des barrières peuvent être utilisées pour empêcher les castors de s'approcher et d'endiguer les ponceaux. (6)(18)(19)(20)

5-39. Une méthode possible pour éviter l'endiguement des ponceaux consiste à briser le barrage du castor et d'y insérer un tuyau de petit diamètre d'environ 40 pieds de longueur en gardant la plus grande partie de ce tuyau dans l'étang du castor. Ensuite, pour aider le castor, l'équipe préposée à

l'entretien répare du mieux possible le barrage. Evidemment, le barrage perdra de l'eau par le tuyau étant donné l'incapacité du castor de trouver un moyen de bloquer l'orifice, celui-ci normalement se décourage et va s'établir ailleurs. C'est alors que l'équipe préposée à l'entretien doit enlever le barrage et le tuyau. (18)(19)(20)

5-40. Là où la chose est possible, les castors qui endiguent les ponceaux doivent être capturés et transportés dans une région où leurs activités n'affecteront pas la route.

5-41. PROBLEMES DE GLACE. Les problèmes de glace sont une entrave à l'entretien de la route et des mesures adéquates doivent être adoptées au plus tôt pour les éliminer complètement.

5-42. Déglacer les ponceaux à la vapeur, placés des digues de toile en amont des ouvrages de drainage, draper les entrées des ponceaux avec des toiles, dynamiter, niveler et faire des feux, font partie des méthodes "passives" pour contrôler la glace.

5-43. Les digues de toile empêchent la formation de glace d'atteindre la route ou d'obstruer les ponceaux. Les barrières de toile deviennent des digues imperméables lorsque l'eau mouille la toile et monte légèrement par action capillaire. La toile mouillée gèle et l'eau commence à reculer vers le haut du talus. Le tissu continue de produire cet effet jusqu'au printemps à moins que la partie supérieure de la toile ne soit trouée. La toile produit le même effet lorsqu'elle

recouvre toute l'extrémité du ponceau. Bien que l'entrée du ponceau puisse éventuellement être complètement couverte, il n'y a pas de glace à l'intérieur. Au printemps, on peut faire fondre ou découper un petit trou dans la glace pour entraîner le premier écoulement. Ces méthodes ne peuvent être utilisées que si la zone en amont du ponceau est relativement plate pour contenir l'amas de glace et l'empêcher ainsi de briser la surface de la route. (6)(18)

5-44. Des mesures "actives" peuvent être prises afin d'enrayer la formation de glace. On peut installer des drains souterrains pour empêcher l'eau d'infiltration de gagner la surface du sol. Des drains français et des ponceaux en gradins peuvent aussi être installés pour empêcher la formation de glace. On peut former des ceintures gelées plus haut que la route en déneigant le sol, permettant ainsi au gel de s'infiltrer et éventuellement de bloquer le débit. L'eau d'infiltration devra alors faire surface à cet endroit et formera donc une condition de glace là plutôt que sur la route. Cependant, on doit veiller à ne pas endommager sérieusement la couche végétale des terrains sensibles. Les zones bourbeuses formées au haut des ouvrages de drainage par les digues ou les fossées vont aussi former des conditions de glace loin de la route. (6)(18)

5-45. FRANCHISSEMENT DES COURS D'EAU. Des inspections périodiques de tous les ponts et ponceaux doivent se faire avant et pendant la débâcle au printemps.

5-46. On doit faire des relevés périodiques autour des piliers pour évaluer le degré d'affouillement d'érosion et/ou de dépôts. On doit prendre les niveaux nécessaires aussitôt que les conditions le permettent après le dégel du printemps, et avant que de nouveaux dépôts ne se fassent autour des ouvrages. (6)

5-47. Les débris accumulés autour des piliers et à l'entrée des ponceaux doivent être enlevés aussitôt que possible afin d'éviter les inondations en amont et de réduire la pression qui s'exerce sur les ouvrages de franchissement.

5-48. En ce qui concerne les digues de castors, on doit procéder comme on le suggère aux paragraphes 5-38, 5-39 et 5-40.

5-49. PROGRAMME DE SURVEILLANCE. Le programme de surveillance commencé lors de la construction doit se poursuivre quelques temps encore durant la période d'entretien pour permettre d'évaluer l'efficacité du programme de protection de l'environnement.

5-50. On doit observer la faune et ses patrons d'abondance et de distribution pour noter les modifications indésirables qui sont survenues.

5-51. Là où des hordes importantes de caribous ou autres gros gibiers franchissent une route lors de leur mouvement migratoire, il peut s'avérer nécessaire de fermer la route jusqu'à ce qu'ils soient tous passés. Ceci implique une ob-

servation préalable de la horde afin de prédire le temps, le lieu et la durée de la migration.

5-52. On doit surveiller étroitement les animaux pour éviter qu'ils se fassent frapper ou tuer lors de leur passage.

5-53. Les cours d'eau doivent continuer d'être surveillés pendant un an ou deux après la fin de la construction pour découvrir tout effet nocif des travaux sur la faune aquatique.

5-54. Les connaissances acquises au cours de cette étude pourront s'appliquer aux futures constructions routières et permettront de signaler les zones où des restrictions supplémentaires devraient s'ajouter.

Mise hors  
service

6-1. CONSIDERATIONS D'ORDRE GENERAL. Dès la planification d'une voie de circulation, il faut prévoir qu'un jour elle sera désuète et devra être mise hors service. La décision de fermer une route ou de la laisser en service doit donc être le reflet des prévisions à long terme qui avaient été faites lors de la planification.

6-2. MISE HORS SERVICE ET REAMENAGEMENT. Les recommandations qui suivent ont pour but de limiter les dommages causés à l'environnement, tant au point de vue écologique qu'esthétique, lors de la mise hors service de route.

6-3. Il faut enlever toutes les installations et tous les ouvrages tels les ponceaux, les ponts, etc., l'équipement, les matériaux récupérables et les débris de démolition et redonner au terrain son aspect naturel original.

6-4. L'emprise de route doit être reboisée et réaménagée de façon adéquate afin de la rendre stable et ainsi en prévenir l'érosion.

6-5. Les matériaux provenant des fondations de la chaussée, des rampes, des bermes, des digues et de tout autre ouvrage en terre, doivent être utilisés lors des travaux de réaménagement ou bien éliminés d'une manière et à un endroit appropriés.

6-6. Si la chose est possible, le terrain de recouvrement et les autres matériaux enlevés durant les travaux de construction doivent servir aux travaux de réaménagement.

6-7. Là où la stabilité du sol a été affectée par les travaux de mise hors service, il faut faire le nécessaire pour la rétablir. Les méthodes utilisées à cet effet seront déterminées par les besoins de chaque site ou zone spécifique. Elles doivent inclure, entre autres, l'ensemencement, la plantation, le paillage et la mise en place de liants de surface, le liants pour le sol, de couvertures de roc ou de gravier, etc.

6-8. Tous les remblais et tous les déblais doivent être laissés en état de stabilité.

6-9. Les opérations d'ensemencement et de plantation comprises dans le programme de restitution de la végétation doivent être entreprises aussitôt que possible après que les travaux de mise hors service sont terminés. Si nécessaire, l'ensemencement, la plantation et la fertilisation doivent se répéter jusqu'à ce que la restitution de la végétation soit un succès.

6-10. Lors des travaux de réaménagement, il faut aussi tenir compte des problèmes d'érosion et mettre en place des installations adéquates pour éliminer la quantité d'eau accumulée lors de précipitations ou de la fonte des neiges, caractéristique à la région concernée. La méthode utilisée doit aussi être en mesure de détruire les effets pouvant résulter d'un dégel en zone de pergélisol, provoqué par un écoulement trop abondant ou de l'eau stagnante.

6-11. Les travaux de réaménagement ne doivent pas provoquer la création de nouveaux lacs, le drainage de lacs ou de marais déjà existants, la déviation des drainages naturels, la perturbation du lit ou des caractéristiques hydrauliques d'un cours d'eau ou encore la détérioration de la qualité de l'eau.

6-12. Il faut fermer l'entrée d'une route mise hors service pour empêcher les véhicules de passer. Supprimer l'entrée des ponceaux est souvent suffisant dans les parties où les fossés sont profonds; on peut aussi construire une berme. Dans les sections transversales, la berme doit demeurer plus courte que l'empatement des véhicules de promenade. (7)

6-13. Il faut effectuer une inspection annuelle de toute route fermée pour au moins les deux années qui suivent la mise hors service. Il faut aussi observer la vitesse et le mode de développement de l'écosystème et si nécessaire, évaluer quels sont les traitements additionnels à apporter aux écosystèmes perturbés.



## BIBLIOGRAPHIE

1. HENDRICKSON, P.L., BAHL, R.W., GRAY, B.A. et MAYNARD, W.S. 1974 "Measuring the Social Attitudes and Aesthetic and Economic Considerations which Influence Transmission Line Routing." Batelle Pacific Northwest Laboratories, Richland, Washington.
2. WILLARD, B.E. 1975 "Ecological Considerations in Transportation Systems", Engineering Issues - Journal of Professional Activities, ASCE, Vol. 101, No. E13, pp. 329 - 336.
3. WOODS, K.B., BERRY, D.S. et GOETZ, W.H. 1960. "Highway Engineering Handbook", McGraw-Hill Book Co. 1st edition. Toronto, Ont.
4. ENVIRONMENT PROTECTION BOARD. 1974. "Environmental Impact Assessment of the Portion of the Mackenzie Gas Pipeline from Alaska to Alberta - Vol. II: Towards an Environmental Code".
5. LOTSPEICH, F.B. 1971 "Environmental Guidelines for Road Construction in Alaska" U.S. Environmental Protection Agency, Report No. 1610 G01.
6. CURRAN, H.J. et ETTER, H.M. 1974. "Environmental Design for Northern Road Development". Environmental Protection Service, Northwest Region, Environment Canada.
7. ONTARIO, MINISTRY OF NATURAL RESOURCES. - "Design Guidelines for Forest Management". Toronto, Ontario.
8. COWAN, I.M. - "Some Environmental Considerations in Northern Road Planning, Construction and Maintenance". Special Report.

9. DRYDEN, R.L. et STEIN, J.N. 1974. "Guidelines for the Protection of the Fish Resources of the Northwest Territories During Highway Construction and Operation". Technical Report Series No. CEN/T-74, Fisheries and Marine Service, Environment Canada.
10. MCHARG, I.L. - "A Comprehensive Highway Route Selection Method". U.S. Highway Record 246, pp. 1-15.
11. SMITH, B.L. 1975. "Visual Quality Controls in Highway Design", Transportation Engineering Journal, ASCE, Vol. 101, No. TE3, pp. 479 - 490.
12. VOYTKO, J.D. 1972. "How do you Quantify Power-Line Impact?" Electrical World, p. 46, Nov. 15.
13. WOLSKO, T.D. NELSON, K.E. et HABEGGER, L.J. 1974. "Environmental Impact Handbook for Highway Systems". Argonne National Library, Argonne Illinois.
14. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 1973. "Guidelines for Review of Environmental Impact Statements - Volume I: Highway Projects" E.P.A., Office of Federal Activities, Washington, D.C.
15. CARTER, E.C., HALL, J.W. et HAEFNER, L.E. - "Incorporating Environmental Impacts in the Transportation System Evaluation Process" Highway Research Board, Report No. 467, National Research Council, Washington, D.C.
16. KITCHINGS, J.T., SHUGART, H.H. et STORY, J.D. 1974. "Environmental Impacts Associated with Electric Transmission Lines" Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee.
17. INTERAGENCY COMMITTEE AND OFFICE OF STATE PLANNING COMMITTEE 1974. "Criteria for the Identification of Areas of Environmental Concern" North Carolina Land Policy Council.

18. DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS. 1973. "Mackensie Highway - Mile 297 to Mile 543: General Design Data", Western Region, Edmonton, Alb.
19. DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS, 1974. "Mackensie Highway - Mile 544 to Mile 725: General Design Data", Western Region, Edmonton, Alb.
20. DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS, 1974. "Mackensie Highway - Mile 715 to Mile 936: General Design Data", Western Region, Edmonton, Alb.
21. CORNEIL, E.R. 1973. "The Artic Railway - Environmental Aspects" Engineering Journal, March, pp. 23 - 27
22. U.S. HIGHWAY RESEARCH BOARD. 1973. "Environmental Considerations in Planning Design and Construction" Special Report 138, National Research Council, Washington, D.C.
23. NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM (U.S.) 1973. "Erosion Control on Highway Construction" Synthesis of Highway Practice No 18, Washington, D.C.
24. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 1972. "Guidelines for Erosion and Sediment Control Planning and Implementation" Environmental Protection Technology Series, EPA-R2-72-015.
25. VAN RIPER, D. 1972. "Aesthetics in Highway Design" Civil Engineering, ASCE, April. pp. 47 - 49.
26. ZULFACAR, A. et CLARK, C.S. 1974. "Highway Noise and Accoustical Buffer Zones" Transportation Engineering Journal, ASCE. Vol. 100, No. TE2, pp. 389 - 401.
27. U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR. 1974. "Environmental Guidebook for Construction". U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.

28. GREEN, J.T., WOODRUFF, J.M. et BLASER, R.E. - "Stabilizing Disturbed Areas During Highway Construction for Pollution Control", Virginia Polytechnic Institute & State University, Blacksburg, Virginia.
29. U.S. FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. 1972. "Noise Standards and Procedures", Washington, D.C.
30. U.S. TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. 1974. "Minimizing Deicing Chemical Use", Synthesis of Highway Practice 25, National Research Council, Washington, D.C.
31. U.S. HIGHWAY RESEARCH BOARD - "The Art and Scenic of Roadside Development". Special Report 88, National Research Council, Washington, D.C.
32. U.S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1968. "Principles of Plant and Animal Pest Control - Vol 2: Weed Control".

