

Ministère des transports

**Assurance de la qualité
dans le domaine de
l'enrobé bitumineux**

Service de l'assurance de la qualité

CANQ
TR
GE
SM
226





NOTE: Aux lecteurs

DE: Serge Jacques

OBJET: Assurance de la qualité dans le domaine de l'enrobé bitumineux.

DATE: Québec, le 7 février 1989

Ce document est la conclusion de deux expériences pilotes sur l'assurance de la qualité. La recherche a eue pour effet d'analyser les applications techniques et de promouvoir les systèmes et méthodes de l'assurance de la qualité.

Sur le plan technique nous étions régis par un devis expérimental. Il nous a servi de toile de fond pour modéliser les aspects opérationnels, organisationnels et communicationnels.

Dépendant de ses intérêts, le lecteur pourra analyser le projet suivant:

- les implications dans les opérations (chapitre 2)
- le dossier technique (section 2.5)
- les implications dans l'organisation (chapitre 3)
- les implications dans les communications (chapitre 4)

Que votre lecture soit partielle ou totale, j'apprécierais que me soit retournée l'annexe 6, elle me permettra d'évaluer l'efficacité du document.

Mes salutations et bonne lecture!

Serge Jacques, M.Sc. ing.
Service de l'assurance
de la qualité

842889

MINISTÈRE DES TRANSPORTS

Service de l'assurance de la qualité

Contrat : 294 - 0201 - 7

Projet spécial

sur

L'assurance de la qualité dans le domaine de l'enrobé bitumineux préparé et posé à chaud

Rapport présenté par

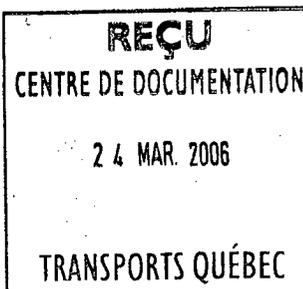
Serge Jacques, ing., MSc.

Conseiller en gestion de la qualité

Québec

Novembre 1988

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
930, CHEMIN SAINTE-FOY
6^e ÉTAGE
QUÉBEC (QUÉBEC)
G1S 4X9



QTRD
—
GANQ
TR
GE
SM
226

AVANT-PROPOS

L'objectif de la recherche est de concevoir, de développer et d'expérimenter l'assurance de la qualité dans le domaine de l'enrobé bitumineux préparé et posé à chaud.

Il est donc important de bien cerner ce qu'est l'assurance de la qualité ainsi que toutes ses implications. Suivant la définition de l'ACNOR, l'assurance de la qualité est l'ensemble des actions préétablies et systématiques nécessaires pour donner une confiance adéquate que les produits ou les services offerts satisferront aux exigences spécifiées. On peut d'ores et déjà concevoir que "l'ensemble des actions" à exécuter n'est pas limitatif. Qu'elles sont d'autant d'ordre interne que d'ordre externe au Ministère. L'assurance de la qualité est bien plus un processus qui commence par la conception d'un besoin et qui se termine par sa mise en service, voire sa performance à long terme. Le tout doit cependant être en relation directe avec des exigences bien spécifiées. Il va de soi que certaines de ces actions relèvent de l'entrepreneur. Elles font l'objet des principaux points de l'expérience et ont de grandes incidences opérationnelles.

Toutefois afin de tenir compte des fondements de l'assurance de la qualité nous avons voulu dégager dans ce rapport les principaux encadrements inhérents à l'objectif global. Nous traiterons donc l'expérience de l'été 1987 non pas seulement sur le plan contrôle mais aussi sur les plans de l'organisation et de la communication; plans qu'il est nécessaire d'instaurer dans un processus d'assurance de la qualité.

REMERCIEMENTS

Je désire mentionner en premier lieu que ce travail n'aurait pu être exécuté de façon efficace sans la participation et l'implication d'un bon nombre de personnes.

Il est difficile d'identifier tous ceux qui y ont été mêlés. Toutefois je désire remercier tout particulièrement toute l'équipe de la section de Jonquière, la direction de la région 02 et du district 94 ainsi que l'équipe de Québec qui m'a supporté dans cette réalisation.

Je termine en remerciant tout particulièrement l'entreprise Inter-Cité Construction limitée qui s'est prêtée à cette expérience dans un esprit de recherche, d'échange et de partnership accentué.

Nous avons cherché à faire de ce rapport un outil de sensibilisation sur les principes de l'assurance de la qualité. Nous avons donc extensionné l'analyse de cette expérience pour faire une démonstration de ce que pourrait être l'application pratique du concept.

Toutefois, la présente démonstration du concept et de ses fonctions fait en sorte que nous ne sommes pas limité aux rôles actuels de certaines unités administratives. Il reviendra au Ministère de les préciser et d'assurer l'intégration des unités impliquées dans un système d'assurance de la qualité.

TABLE DES MATIERES

	Page
Remerciements	II
Avant-propos	III
Table des matières	V
Liste des figures	IX
Liste des tableaux et annexes	X
Chapitre I Introduction	11
1.1 Historique	11
1.2 Projet pilote 1987	11
Chapitre II Plan technique et opérationnel	13
2.1 Révision du devis	13
2.2 Engagement des parties	13
2.3 Objectif de l'expérience	14
2.4 Evaluation des laboratoires	14
2.5 Dossier technique	16
2.5.1 But de l'analyse	17
2.5.2 Acceptation des formules	17
2.5.3 Essai de concordance	17
2.5.4 Production des granulats	20
2.5.4.1 Gravier de rechargement	20
2.5.4.2 Granulat pour mélange bitumineux	23

TABLE DES MATIERES (SUITE)

	Page
2.5.5 Contrôle en cours de production	25
2.5.5.1 Distribution statistique des résultats	28
2.5.5.2 Représentativité de la formule de mélange	30
2.5.5.3 Concordance des résultats des mélanges	30
2.5.5.4 Echantillonnage restreint	31
2.5.5.5 Autres points de contrôle	31
2.5.6 Contrôle en chantier	33
2.5.7 Plan d'inspection et d'essai	34
2.5.8 Conclusion	35
2.6 Critères de décision lors de la fabrication	38
2.7 Temps de réaction	42
2.8 Identification des lots	44
2.9 Rechargement avant pavage	45
2.10 Délais de transmission	47
2.11 Autres clauses techniques	47
2.12 Charge de travail	48
2.12.1 Profil de l'entrepreneur	48
2.12.2 Profil du Service de l'assurance de la qualité	49
2.13 Révision du devis	50
2.14 Documents complémentaires	51

TABLE DES MATIERES (SUITE)

	Page
Chapitre III Plan organisationnel	52
3.1 Aspect externe (étape 5)	52
3.1.1 Entrepreneur vs la gestion de la qualité	54
3.1.2 Entrepreneur vs la preuve de conformité	57
3.2 Aspect interne (étapes 1, 2, 3, 4, 6 et 7)	59
3.2.1 Définition du besoin (étape 1)	59
3.2.2 Description du besoin (étape 2)	60
3.2.3 L'adjudication (étape 3)	60
3.2.4 Les audits (étape 4)	61
3.2.4.1 Laboratoire	61
3.2.4.2 Système de gestion de la qualité	62
3.2.5 Suivi de l'exécution (étapes 4 et 6)	62
3.2.5.1 Fonction audit	63
3.2.5.2 Fonction inspection finale	64
3.2.5.3 Fonction inspection de réception	65
3.2.6 La mesure des écarts (étape 7)	65
3.3 Relation entrepreneur - ministère	66
Chapitre IV Plan des communications	70
4.1 Aspect externe	70
4.1.1 Point de vue administratif	70
4.1.2 Point de vue technique	71

TABLE DES MATIERES (SUITE)

	Page
4.2 Aspect interne	71
4.2.1 La planification	72
4.2.2 Suivi de l'exécution	72
4.2.2.1 Rapport d'audit	72
4.2.2.2 Rapports techniques	73
4.2.3 La mesure des écarts	76
 Chapitre V Conclusion	 80
 Fiche d'évaluation du rapport	 88

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 2.1	Evaluation de la droite de Henry 29
Figure 2.2	Variation de l'épaisseur du rechargement en fonction 46 de la position au chaînage et de la période d'échantil- lonnage.
Figure 3.1	Les étapes de la qualité 53
Figure 3.2	Spécifications sur l'assurance de la qualité 55
Figure 3.3	Principes recherchés par rapport aux entrepreneurs 56
Figure 3.4	Relation entrepreneur - ministère vs devis standard 68
Figure 3.5	Relation entrepreneur - ministère vs assurance de la 69 qualité.
Figure 4.1	Programme d'assurance de la qualité 79
Figure 5.1	Inter-relation fournisseur -client 86

LISTE DES TABLEAUX ET ANNEXES

	Page
Tableau 2.1	Objectif de l'expérience 15
Tableau 2.2	Résultats de l'essai de concordance 19
Tableau 2.3	Granulats de rechargement 22
Tableau 2.4	Granulats pour mélanges bitumineux 24
Tableau 2.5	Production du mélange MB2 26
Tableau 2.6	Production du mélange MB4 27
Tableau 2.7	Plan de surveillance 39
Tableau 2.8	Ecartés décisionnels 40
Tableau 2.9	Analyse du temps de réaction 43
Annexe 1	Avis interne
Annexe 2	Avis externe
Annexe 3	Rapport de l'entrepreneur
Annexe 4	Rapport de la section de Jonquière
Annexe 5	Devis spécial
Annexe 6	Fiche d'évaluation du rapport

CHAPITRE I

INTRODUCTION

1.1 Historique

Le présent rapport résulte d'une volonté du Ministère à développer l'assurance de la qualité dans le domaine des enrobés bitumineux. La phase expérimentale du projet a débutée en mai 1986 avec un premier projet pilote dans la région de la Beauce. Cette première expérience était fortement axée sur l'aspect contrôle de la qualité par l'entrepreneur. Elle touchait principalement l'aspect externe d'un programme.

1.2 Projet pilote 1987

La deuxième expérience a été exécutée dans le parc des Laurentides. Pour l'encadrer adéquatement, des notions inhérentes à l'assurance qualité ont été introduites aux devis. Cela nous permet aujourd'hui de tracer un portrait plus global des relations entre le fournisseur et le client. En effet, à l'aspect contrôle, s'est ajouté l'aspect communication et mesure de l'aptitude de l'entrepreneur à réaliser un service professionnel de qualité.

En première analyse, nous aborderons le projet sur le plan des techniques de contrôle, de la représentativité des résultats et de leur fiabilité par rapport à la conformité du produit. En second lieu, nous traiterons de plusieurs fonctions inhérentes à l'assurance de la qualité. Ces dernières couvrent les différentes

évaluations et audits qui supportent les principes en cause et qui constituent la stabilité des programmes à moyen et long terme.

Une dernière analyse portera sur la communication au sein des programmes. L'expérience encadrera adéquatement les responsabilités de l'entrepreneur en ce domaine. Nous analyserons donc la valeur et le cheminement de ces informations.

De plus, nous extrapolerons les besoins du Ministère en matière de gestion des données qualitatives afin de supporter à l'interne l'ensemble des activités inhérentes à l'assurance de la qualité.

CHAPITRE II

PLAN TECHNIQUE ET OPERATIONNEL

Nous analyserons à travers ce chapitre le déroulement de l'expérience proprement dite. Les sujets qui seront traités sont principalement reliés à l'aspect technique et par conséquent à l'appréciation de la valeur des résultats recueillis par les parties. Quelques aspects opérationnels seront abordés afin de situer l'encadrement de l'expérience.

2.1 Révision du devis

Le devis spécial qui a été utilisé dans ce projet fait suite aux commentaires reçus des cinq entrepreneurs participants. A cela s'est ajouté l'expertise de l'expérience pilote de 1986.

Globalement, nous nous sommes assurés que l'aspect contrôle qualitatif était compatible à la capacité des entrepreneurs à l'exécuter. En outre, des prescriptions inhérentes à l'assurance de la qualité ont été introduites sur recommandation du Service de l'assurance de la qualité.

2.2 Engagement des parties

Il était nécessaire que les dirigeants de l'entreprise s'engagent fermement à respecter le cadre de l'expérience et former ainsi équipe avec le Ministère.

Cet engagement nous l'avons eu de l'entreprise Intercité Construction Limitée. Elle a démontrée sa volonté d'expérimenter le projet du Ministère. De plus, elle était la seule qui s'était vu octroyer un contrat compatible avec les contraintes de volume, de lieu et de temps.

2.3 Objectif de l'expérience

Le projet avait six objectifs principaux. Ils sont énumérés sur le tableau 2.1 "Objectifs de l'expérience".

Les trois premiers sont d'ordre technique. Ils font l'objet du présent chapitre. Les trois autres seront abordés dans les chapitres subséquents.

2.4 Evaluation de laboratoires

Le laboratoire principal de l'entrepreneur a été évalué par le Laboratoire Central. Les mesures correctives demandées ont été faites. L'entrepreneur peut ainsi soutenir la validité des résultats contenus dans ses rapports d'inspections finales. Lesquels sont transmis au client.

Toutefois nous avons constaté que certaines analyses en chantier sont faites suivant des méthodes et équipement non normalisés. Les informations ainsi obtenues sont des indicateurs de production à caractères informels et propres à la gestion interne de l'entreprise.

TABLEAU 2.1**OBJECTIFS
DE L'EXPÉRIENCE**

- A) Évaluer si les contrôles requis:**
- assurent la qualité,
 - constituent un minimum.
- B) Évaluer l'application des critères du C.C.D.G. comme critères de décision pour la production.**
- C) Vérifier si le M.T.Q. peut valider les résultats de l'entrepreneur.**
- D) Assurer l'intégration des indicateurs de qualité dans un réseau de communication efficace.**
- E) Sensibiliser les intervenants aux exigences portant sur l'assurance de la qualité.**
- F) Démontrer les fondements d'un programme d'assurance de la qualité.**

2.5 Dossier technique

Nous intercallons ici le rapport couvrant les aspects techniques de l'expérience. Les données qu'il contient ont pour but d'apporter des éléments de solutions ou de recommandations par rapport aux objectifs A et C du tableau 2.1.

PROJET D'ASSURANCE QUALITE

EN BETON BITUMINEUX

CONTRAT: 295-0201-7

2.5.1 But de l'analyse

Les observations que nous faisons dans ce dossier technique, font surtout prévaloir les préoccupations du ministère client en ce qui concerne l'évaluation et la validation des contrôles. Les préoccupations de l'entrepreneur ne sont pas nécessairement considérées dans l'analyse de ce dossier. En effet nous lui avons demandé de formuler sa propre analyse, laquelle est jointe en annexe #3.

2.5.2 Acceptation des formules

A la suite de la production des quantités de granulats nécessaires, l'entreprise a établi ses formules pour les mélanges MB-2 et MB-4. Ces dernières ont été analysées et acceptées par les représentants de la section Jonquière du Service de l'assurance de la qualité suivant les procédures prévues.

2.5.3 Essai de concordance

Un essai de concordance a été exécuté tel que décrit au devis spécial. Cinq échantillons de mélange bitumineux dont les caractéristiques sont connues, ont été analysés par les laboratoires de l'entreprise et du Ministère. Ceux-ci provenaient d'une banque d'échantillons servant à l'autocontrôle de certains laboratoires du Ministère.

La comparaison des moyennes de résultats à l'aide du test de Student démontre une différence significative au tamis 1,25 mm, 315 um, 80 um ainsi qu'aux vides, stabilité et à la déformation.

Cependant nous croyons que la plupart de ces différences est due à l'application stricte de la méthode mathématique prévue. En effet, comme ces essais ont été exécutés dans des conditions optimales, ex: même période, mêmes conditions de tous les instruments, nombre limité d'échantillons etc., la variation des résultats est très faible et dans certains cas nulle. Cette variation ne correspond donc pas à celle mesurée dans les opérations courantes d'un laboratoire et a une influence directe sur l'application mathématique du test de Student. Nous avons donc décidé d'utiliser l'écart type de la population comme écart type minimum. Ce dernier provient de 60 analyses effectuées sur ce même produit par différents laboratoires du Ministère. Pour les fins du présent document, nous appellerons "population" les résultats des essais d'autocontrôle du Ministère et "facteur de concordance" les différences significatives mesurées.

Le tableau 2.2 liste donc les différentes moyennes et écarts types des résultats d'essai pour les deux laboratoires et pour le produit connu servant de référence.

TABLEAU 2.2
RÉSULTATS DE L'ESSAI DE CONCORDANCE

Tamis	Ministère		Entreprise		Population	
	moy.	écart type	moy.	écart type	moy.	écart type
12.5 mm	98.8	1.1	99.2	0.45	100	
10 mm	94.2	<u>1.3</u>	95.4	1.1	96	<u>1.1</u>
5 mm	68.4	0.9	69.4	0.9	70	<u>2.00</u>
2.5 mm	56.2	0.45	57.2	<u>1.1</u>	57	<u>1.00</u>
1.25 mm	47.8	0.45	48.6	0.55	48	<u>1.40</u>
630 µm	38.2	0.45	38.4	0.55	38	<u>0.9</u>
315 µm	21.0	0.00 ****	20.2	0.45	21	<u>0.60</u>
160 µm	10.2	<u>0.45</u>	10.0	0.00	10	<u>0.30</u>
80 µm	6.5	0.12 ****	5.7	0.24	6.1	<u>0.27</u>
T.G.	541	4.7	544	3.8	546	<u>7.0</u>
Bitume	5.33	.124	5.45	.104	5.4	<u>0.14</u>
Vides	3.4	0.26	2.8	0.33	2.8	<u>0.55</u>
Stabilité	10564	1066	12033	605	12613	<u>2016</u>
Déformation	2.22	0.16 ****	3.02	0.05	2.5	<u>0.35</u>
Den. brute	2.396		2.404		2.404	0.124

**** Indique une non concordance après pondération.

0000 Variations utilisées dans le test de Student.

Par l'analyse du tableau 2.2 on peut voir que l'application de cette modification à la méthode statistique prévue au devis spécial, limite les différences significatives aux tamis 315 um, 80 um et à la déformation. Les travaux étant débutés, nous n'avons pu déclencher un mécanisme d'évaluation des causes de ces différences. Dans ces circonstances nous avons dû appliquer un facteur de concordance correspondant à la différence entre les deux moyennes soit de 0,8% pour les tamis précités (art. 6.4 du devis). Il sera systématiquement appliquée dans les calculs subséquents.

L'application du test de Student tel que mentionné au devis est rendu difficile par le fait que l'écart type est limité à un volume restreint d'échantillons. Par contre la modification que nous avons effectué pour cette analyse, ne serait pas plus pratique pour les opérations courantes. En effet, elle implique un gros volume d'échantillons et d'analyses ainsi que l'établissement d'une population connue.

Nous suggérons donc qu'une autre méthode soit développée, tel que écarts maximum ou autres provenant de l'établissement de différences statistiques entre deux laboratoires. Cela permettra de faciliter la prise de décision sur la concordance.

2.5.4 Production des granulats

2.5.4.1 Gravier de rechargement

Lors de la production, le gravier de rechargement a été contrôlé par l'entreprise

et aussi échantillonné par le Ministère. Les résultats sont à l'intérieur du fuseau granulométrique du C.C.D.G. pour le granulat 20-0.

Le tableau 2.3 donne les moyennes et écarts types pour les résultats d'échantillonnage en réserve fait par le Ministère et l'entrepreneur. Un troisième résultat traite de l'échantillonnage du Ministère sur la route. Les limites du fuseau granulométrique sont également indiquées.

TABLEAU 2.3
GRANULATS DE RECHARGEMENT

Tamis		Réserve		Route	Limite C.C.D.G.
		Ent. n = 54	Min. n = 30	Ministère n = 28	Fuseau
28	mm	100	100	99.8	100
20	mm	94.8	96.6	97.2	90 - 100
	σ	3.3		2.1	
14	mm		80.7	83.9	68 - 93
	σ			6.5	
5	mm	48.3	52.0	56.2	35 - 60
	σ	6.4		5.9	
1.25	mm	24.5	28.7	31.9	19 - 38
	σ	4.6		4.1	
315	um	11.1	13.3	16.3	9 - 17
	σ	2.7		2.5	
80	um	3.1	4.7	6.2	2 - 8
	σ	.75		.89	

Nous constatons qu'il y a une différence appréciable entre les résultats de l'entreprise et du Ministère. Avec un échantillonnage aussi important, les moyennes devraient être semblables.

Les méthodes d'échantillonnage et d'essai joint à l'absence d'essai de concordance entre le laboratoire du Ministère et le laboratoire de chantier de l'entrepreneur sont autant de raisons pouvant expliquer cette différence. En ce qui

concerne l'échantillonnage sur route il faut aussi tenir compte de la dégradation du matériau causée par le chargement, l'épandage, le compactage, le roulement du trafic, etc.

2.5.4.2 Granulats pour mélange bitumineux

Les granulats 20-16 et 16-0 ont été produits et contrôlés par l'entreprise. Elle a aussi contrôlé l'approvisionnement de sable. En cours de production ou d'approvisionnement, le Ministère a aussi échantillonné ces granulats. Le tableau 2.4 liste les moyennes et les écarts types des résultats d'essais effectués sur ces produits.

Les différences que nous pouvons noter au niveau des granulats de béton bitumineux, représentées dans ce tableau, peuvent être expliquées par les mêmes raisons invoquées lors de l'interprétation des différences au niveau des matériaux de rechargement.

Malgré ces différences, nous avons combiné, mathématiquement ces granulats selon les proportions des formules MB-2 et MB-4. Il en résulte des distributions que nous avons comparées aux formules de mélange correspondantes (réf. tableaux 2.5 et 2.6) ainsi qu'au combiné à froid.

Nous pouvons déduire que ces résultats sont représentatifs de la formule et sont similaires au combiné à froid. Les différences granulométriques que nous pouvons noter s'expliquent par les mêmes raisons invoquées lors de l'analyse des granulats de rechargement.

TABLEAU 2.4
 GRANULATS POUR MELANGES BITUMINEUX

TAMIS			20 - 16		16 - 0		SABLE	
			ENT. n=13	MIN. n=22	ENT. n=21	MIN. n=13	ENT. n=23	MIN. n=17
20	mm	moy.	95.5	95.6	99.9	100.	99.4	100.
		σ	3.2	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0
12.5	mm	moy.	31.7	35.8	97.9	99.6	98.0	98.1
		σ	9.4	10.5	1.3	0.5	2.1	1.6
10	mm	moy.	7.8	7.7	87.1	90.5	96.6	96.1
		σ	3.2	4.3	4.7	2.3	2.0	1.6
5	mm	moy.	3.8	2.9	61.0	65.6	92.5	90.2
		σ	2.6	2.0	7.2	3.6	2.7	2.1
2.5	mm	moy.	2.9		43.9	49.5	86.2	83.1
		σ	2.0		5.9	4.4	3.4	2.7
1.25	mm	moy.			30.3	35.2	75.9	72.1
		σ			4.2	3.7	5.3	3.7
630	um	moy.			20.9	24.9	56.9	54.9
		σ			2.6	3.1	5.8	3.7
315	um	moy.			14.0	17.0	30.7	30.2
		σ			1.8	2.1	4.6	3.1
80	um	moy.			3.9	5.9	1.8	3.2
		σ			0.9	0.7	0.4	0.6

N.B. Il est à noter que ces résultats ne sont pas pondérés par un essai de concordance. En effet l'entrepreneur a utilisé son laboratoire de chantier au lieu de son laboratoire d'usine certifiée pour la circonstance.

2.5.5 Contrôle en cours de production

Tel que prévu au devis l'entreprise a effectué un contrôle des granulats combinés à froid et du mélange sur route. A ceci elle a ajouté son contrôle habituel sur le mélange à la sortie de l'usine.

Pour sa part, le Ministère a analysé le mélange prélevé sur la route seulement, suivant sa cadence habituelle d'un échantillon par 300 tonnes. Le technicien du Ministère a prélevé les échantillons sur la route pour les deux parties. Un nombre de 40 et 34 échantillons ont été prélevés respectivement pour les mélanges MB-2 et MB-4. Après séparation en 6, une partie a été analysée par le Ministère, une partie a été remise à l'entrepreneur et la troisième servait de témoin. Afin d'analyser les résultats du contrôle de l'entrepreneur et ceux du Ministère, nous considérons les moyennes de 40 et 34 résultats du Ministère comme étant représentatives des populations MB-2 et MB-4. Ces moyennes ont été utilisées comme base de référence et leurs écarts types comme variation minimum.

De ces mêmes échantillons l'entrepreneur en a analysé 18 et 11, respectant ainsi les fréquences du devis. Ils représentent respectivement les mélanges MB-2 et MB-4. Un contrôle sur le bitume et sur les températures a aussi été effectué par l'entreprise.

Les tableaux 2.5 et 2.6 listent les moyennes et écarts types des analyses portant sur: la population, le résultat moyen de chaque lot, les résultats à la sortie de l'usine, le combiné à froid ainsi que les granulométries résultantes des analyses des réserves de la part du Ministère et de l'entrepreneur.

TABLEAU 2.5
PRODUCTION DU MELANGE MB-2

F O R M U L E	MELANGE BITUMINEUX				GRANULATS		
	ROUTE			USINE	USINE	RESERVE	
	P O P U L A T I O N	M I N I S T E R E	E N T R E P R I S E	S O R T I E U S I N E	C O M B I N E	M I N I S T E R E	E N T R E P R E N E U R
Tamis	N=40	n= 8	n= 8	N=14	N=25		
20 mm 99	97.7	97.9	98.4	97.6	98.6	97.8	97.6
12.5 mm 61	57.3	56.8	57.3	63.6	62.2	67.8	64.8
	5.5	3.7	1.9	3.8	6.1		
10 mm 50	49.8	50.0	49.4	52.1	50.4	50.5	49.8
	3.9	2.8	2.1	4.2	4.8		
5 mm 42	40.5	40.9	39.4	41.4	39.8	40.4	40.3
	3.3	2.4	1.9	3.5	4.2		
2.5 mm 34	33.7	34.1	32.9	34.6	32.5	33.2	34.0
	2.6	2.2	1.6	3.2	3.4		
1.25 mm 27	28.1	28.4	27.4	28.2	25.9	26.8	26.6
	2.3	2.1	1.5	2.9	3.0		
630 um 20	21.9	22.1	21.2	21.1	19.5	20.0	19.5
	1.8	1.6	1.1	2.1	2.2		
315 um 12	14.1	14.4	*14.0	13.1	11.3	11.8	11.2
	0.9	0.7	0.5	1.4	1.5		
80 um 2.3	4.2	4.2	* 4.0	2.5	1.7	2.3	1.4
	0.33	0.24	0.49	0.28	0.42		
T.G.	355	357	349	361			
	19	13	8	19			
Bitume	4.73	4.74	4.65	4.89			
	0.23	0.19	0.11	0.20			

n - Nombre de lots faisant l'objet de l'étude.

N - Nombre d'échantillons faisant l'objet de l'analyse.

* - Résultat ajusté.

TABLEAU 2.6
PRODUCTION DU MELANGE MB-4

F O R M U L E	MELANGE BITUMINEUX				GRANULATS		
	ROUTE			USINE	USINE	RESERVE	
	P O P U L A T I O N	M I N I S T R E E	E N T R E P R I S E	S O R T I E R I S I E N E	C O M B I N E	M I N I S T R E E	E N T R E P R E N E U R
Tamis	N=34	n= 7	n= 7	N=14	N=20		
20 mm 100	99.0	99.4	99.9	99.2	99.2	99.3	99.3
					1.0		
12.5 mm 89	84.6	86.6	86.3	86.9	86.4	89.8	88.3
	3.6	3.2	2.1	4.0	3.8		
10 mm 78	78.2	80.5	78.5	78.4	78.2	79.1	77.4
	3.7	3.3	3.9	4.8	4.5		
5 mm 62	60.9	62.9	60.9	61.7	58.8	60.7	58.7
	3.4	2.1	3.1	4.2	4.9		
2.5 mm 47	48.2	49.4	48.3	48.9	46.8	48.1	45.8
	2.6	1.4	2.2	3.5	4.6		
1.25 mm 36	37.9	38.8	37.8	37.9	35.6	35.5	34.9
	1.8	1.2	1.8	2.2	3.6		
630 um 26	28.5	28.8	28.1	27.8	26.1	26.5	25.0
	1.2	0.7	1.1	1.7	2.6		
315 um 15	18.4	18.7	*18.4	17.0	15.2	16.8	15.2
	0.8	0.5	0.5	1.0	1.5		
80 um 4.0	5.5	5.6	* 5.4	3.7	2.7	4.5	2.9
	0.29	0.26	0.25	0.26	0.63		
T.G.	471	481	472	470			
	17	12	14	19			
Bitume	5.54	5.63	5.47	5.48			
	0.19	0.07	0.17	0.17			

n = Nombre de lots faisant l'objet de l'étude.

N = Nombre d'échantillons faisant l'objet de l'analyse.

* = Résultat ajusté.

2.5.5.1 Distribution statistique des résultats

Avant de procéder à l'analyse statistique des résultats nous nous sommes assuré, à l'aide de la droite de Henry, que la population, soit l'échantillonnage du Ministère sur la route, suive bien une distribution normale.

MÉLANGE MB 4
TAMIS 80 um

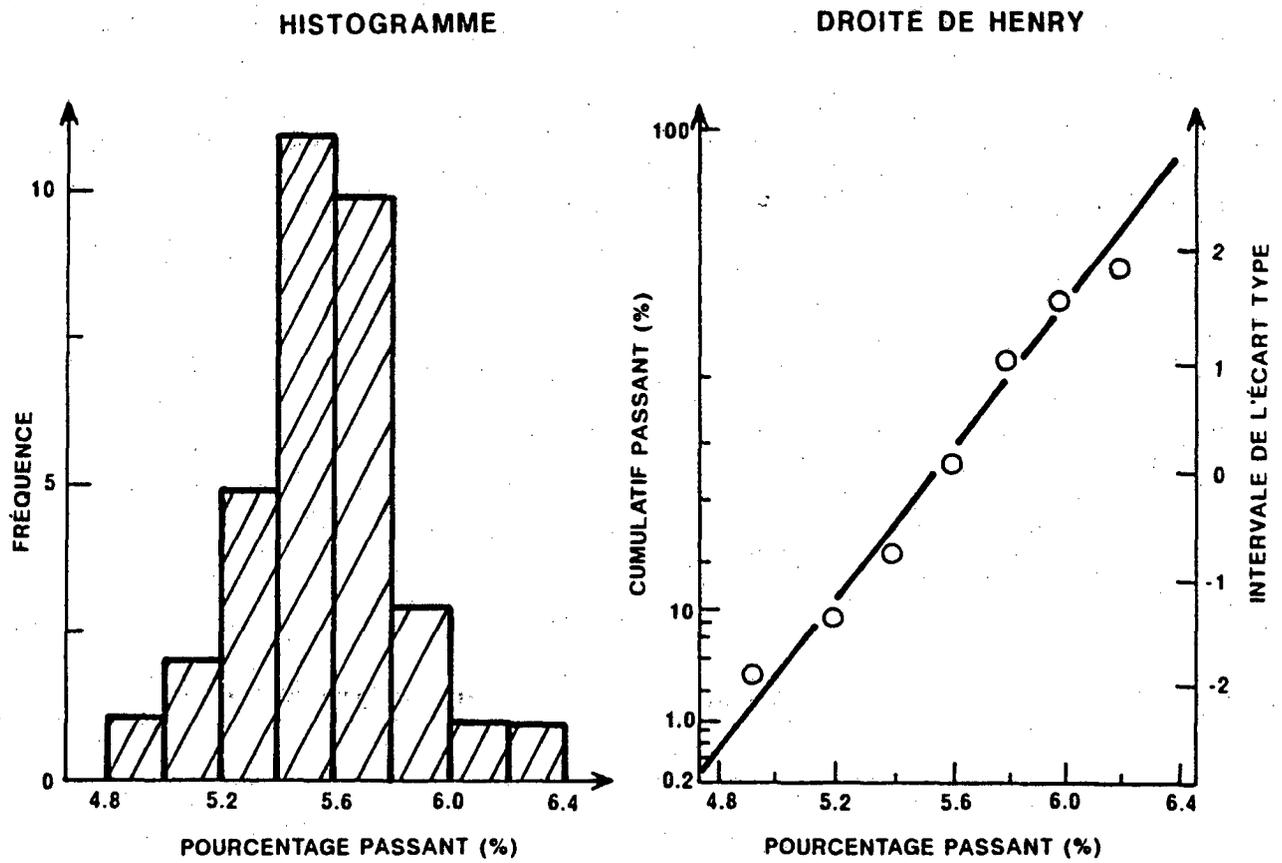


Fig. 2.1 Évaluation de la droite de Henry

Un exemple d'une vérification sur papier gaussien-arithmétique est représenté par cette figure. Ces graphiques montrent la distribution des résultats au tamis 80 um du mélange MB-4. Tous les tamis ainsi que le pourcentage de bitume ont été analysés de cette façon. Une droite a pu être tracée dans chacun des cas. Une méthode statistique correspondant à une distribution normale peut donc être utilisée pour l'analyse de nos données.

2.5.5.2 Représentativité de la formule de mélange.

Les tableaux 2.5 et 2.6 démontrent que les formules de mélange présentées représentent bien la production. Les granulats échantillonnés lors de la mise en réserve et mélangés suivant les proportions des formules ainsi que le combiné à froid reproduisent assez fidèlement la formule présentée. Les différences au tamis 315 um et 80 um sont possiblement attribuables aux différentes méthodes utilisées dans les deux laboratoires de l'entrepreneur et pourraient être éventuellement corrigées par un essai de concordance interne de l'entreprise.

Malgré certaines différences granulométriques causées principalement par l'usage, la formule est aussi représentative du mélange bitumineux.

2.5.5.3 Concordance des résultats des mélanges

La comparaison des moyennes des résultats du Ministère et de l'entrepreneur confirme leur concordance pour les mélanges MB-2 et pour le MB-4. Le test de Student, modifié suivant la méthodologie utilisée à l'article 2.5.3, ne démontre aucune discordance granulométrique. Les deux organismes sont donc en mesure de produire des résultats d'essai comparables. L'application d'un facteur de con-

cordance a été cependant nécessaire pour pallier aux différences de certaines procédures d'essai. Plus ces procédures d'essai seront respectées, plus le facteur tendra vers zéro.

2.5.5.4 Échantillonnage restreint

Tel que mentionné au devis, l'entreprise a analysé un nombre restreint d'échantillons lorsque sa production était sous contrôle. Si nous comparons (tableaux 2.5 et 2.6) les résultats de l'échantillonnage de l'entreprise à la population déterminée par le Ministère, toujours à l'aide du test de Student, nous constatons qu'il représente bien cette population pour un niveau de confiance de 90%.

Il semblerait donc que, pour déterminer les caractéristiques d'une production à un niveau de confiance de 90%, les exigences du devis spécial soient suffisantes. Cette déduction n'est toutefois valable que pour une entreprise qui a un système de contrôle de la qualité conforme, axé sur la prévention et l'élaboration de critères d'encadrement aux étapes importantes de fabrication. En exécution, la dynamique du système maintient la stabilité des différents critères de qualité tout au cours des opérations de fabrication. Supporté ainsi, un seul échantillon par lot pourrait s'avérer fiable.

2.5.5.5 Autres points de contrôle

Nous ne pouvons utiliser de méthodes statistiques pour croiser les résultats des analyses granulométriques provenant des différents points de contrôle du processus de fabrication. En effet,

- L'absence de facteur de concordance entre le laboratoire central de

l'entrepreneur et celui du chantier.

- L'absence de facteur d'ajustement pour compenser la dégradation granulométrique causée par l'usinage.
- Les méthodes d'échantillonnage différentes entre l'entrepreneur et le Ministère font en sorte que les différentes mesures peuvent s'écarter lorsque comparées.

Voici cependant quelques observations que nous faisons suite à l'examen des résultats.

Les moyennes de résultats du mélange bitumineux échantillonné à l'usine sont très près des résultats provenant de l'échantillonnage sur route mais la variation est généralement plus grande.

Si le volume de l'échantillonnage de l'entreprise est basé sur une méthode statistique, ce point de contrôle éventuel demandera un échantillonnage plus volumineux pour compenser la variabilité du produit à ce stade de la production.

Pour les granulats combinés, l'entreprise a développé une méthode d'échantillonnage sur la courroie d'alimentation de l'usine. Les moyennes de ces résultats sont aussi très près de l'échantillonnage sur route mais la variation est encore plus grande qu'à la sortie de l'usine. Les différences de moyennes sont dues à l'usinage ainsi qu'aux méthodes d'essais différentes.

Le choix de ce point de contrôle de la part de l'entreprise exigerait un échantillonnage encore plus volumineux que le précédent.

Nous déduisons que plus le contrôle est tôt dans le procédé de fabrication plus la variation est grande. Ainsi pour un même degré de confiance le volume d'essai doit logiquement augmenter. Cette plus grande variabilité est normale puisqu'il n'existe pas de méthode d'échantillonnage standard pour ces points de contrôle. La fluctuation des résultats s'en trouve d'autant affectée. Nous constatons toutefois une cohérence dans la mesure de la dégradation des matériaux. Cette dernière permet d'entrevoir des possibilités intéressantes pour l'évaluation voire l'audition des données techniques par l'établissement d'un système de facteurs de correction pour pouvoir comparer les différentes étapes de la production.

L'entrepreneur a effectué les contrôles requis sur le bitume, la température et a tenu un registre de ces données. Aucun audit n'a été effectuée par le Ministère.

2.5.6 Contrôle en chantier

Le technicien du Ministère a effectué les divers contrôles en chantier en accord avec les pratiques établies.

Le carottage a cependant été fait par le technicien de l'entrepreneur. La présence du technicien du Ministère servait de vérification pour ce point d'inspection.

Pour diverses raisons le nucléodensimètre n'a pu être utilisé pour la mesure de la densité du pavage.

2.5.7 Plan d'inspection et d'essai

Dans un tel plan l'entreprise devait inclure des points de contrôle en laboratoire ainsi que ceux sur la manutention des constituants et du produit fini. À titre d'exemple il pourrait élaborer sur:

- Les inspections et essais du laboratoire.
- Le réapprovisionnement des réserves en cours d'exploitation.
- L'utilisation de lubrifiant dans les boîtes de camion.
- Les autres points touchant la manipulation en cours de production et de livraison du produit.
- Tout point jugé important pour assurer la qualité du produit.

Un tel plan devrait préciser les renseignements sur lesquels elle s'appuie pour assurer la fiabilité de ses résultats aux divers points de contrôle soit entre autres:

- Facteur de concordance entre ses laboratoires.
- Facteur d'ajustement pour compenser la dégradation granulométrique due à l'usinage.
- Tous autres critères d'encadrement nécessaires à la prise de décision et à la bonne réalisation des vérifications sur le produit et sa pose.

Ces renseignements permettraient à l'entreprise de s'assurer de la justesse de son procédé par une rigueur sur ses points de contrôle particuliers. De son côté, le Ministère pourrait auditer le procédé et juger de sa fiabilité sur des

données concrètes, précises et vérifiables, préalablement établies par l'entrepreneur.

2.5.8 Conclusion

Cette expérience démontre que l'application d'un système d'assurance qualité dans le domaine des mélanges bitumineux est lié essentiellement à la capacité des parties à unir et à harmoniser leurs efforts. Techniquement chacune des parties doit être appuyée par des méthodes d'échantillonnage et d'analyse conformes à des pratiques normalisées, standardisées et reconnues par elles.

Au cours de l'expérience nous avons canalisé nos énergies sur les attentes du devis en terme de volume d'essai. Nous avons optimisé la planification et la coordination des fonctions inspection en cours de fabrication et inspections finales. La méthodologie des essais et leur précision respective n'a pas fait, à part une évaluation de laboratoire, l'objet d'une recherche planifiée. Dans ce contexte les différences constatées ont pu être ajustées parce que nous avons en premier lieu utilisé un mélange connu pour la concordance et en second lieu une technique d'ajustement. Le premier a permis de mieux cerner les discordances entre les laboratoires alors que le deuxième a délimité le facteur de concordance.

Ainsi, dans le cas des mélanges prélevés sur la route, l'application de cette technique d'ajustement joint à une fiabilité dans la collecte des échantillons (prélèvement fait unilatéralement par le Ministère) nous pouvons conclure qu'il y a concordance réelle entre la mesure du produit faite par l'entrepreneur et celle faite par le Ministère.

Au stade d'expérimentation l'utilisation d'un facteur de pondération permet d'ajuster les écarts systématiques rencontrés. Il reviendra au développement futur d'expertiser la nature de ces écarts, d'en connaître la provenance, de les minimiser voire de les éliminer.

Dans les cas où chacune des parties a procédé à son propre échantillonnage, la concordance des résultats est moins évidente. C'est pourquoi nous croyons qu'il est important que l'entreprise élabore un plan d'inspection et d'essai. Elle devra ainsi définir ses propres pratiques et se référer aux mêmes normes que le Ministère. Ce dernier pourra alors mettre de l'emphase sur la fonction audit. Les précisions que l'entreprise mettra dans son plan constitueront ses engagements par rapport à son système de contrôle de la qualité. Elles permettront à l'auditeur d'évaluer les divergences dans les méthodes et façons de faire. Ce dernier recommandera des correctifs qui accentueront d'autant la concordance désirée et la fiabilité à long terme.

L'expérience nous permet de croire qu'il est possible et réalisable d'obtenir une justesse et une précision dans les mesures. Techniquement le Ministère pourra auditer les contrôles à diverses étapes de la production et s'assurer ainsi de la qualité du service offert par l'entrepreneur et en conséquence du produit.

Notre analyse des données recueillies est valable pour supporter le développement et recommander d'approfondir l'aspect croisement des données physiques.

Nous suggérons donc qu'une nouvelle expérience soit tentée suivant une rigueur mathématique préétablie. L'objectif serait de valider nos conclusions par une expérimentation orientée statistiquement respectant ainsi l'ensemble des lois et

conditions afférentes, d'élaborer une technique simple et opérationnelle permettant de valider les données de l'entrepreneur sur la base de limites de concordance préalablement établies.

Jean-Paul Higgins

Jean-Paul Higgins
Agent de maîtrise
service de l'assurance
de la qualité

2.6 Critères de décision (fabrication)

Le contrôle de la qualité de l'entrepreneur était encadré par un plan de surveillance décrit au tableau 2.7. Ce plan contenait des critères de références tels que définit au tableau 2.8 intitulé "écarts décisionnels".

Nous avons constaté que les écarts admissibles, tolérables et critiques du C.C.D.G. sont applicables et compatibles avec les objectifs du projet. L'expérience nous permet, en outre, de valider le plan d'action établi dans le plan de surveillance.

Elle démontre toutefois que l'application de ce plan nécessite, de la part de l'entrepreneur, une très bonne préparation au niveau de la représentativité de sa formule de mélange ainsi qu'une bonne planification dans sa production. Il doit aussi s'assurer qu'il connaît les principales variables de ces intrants tout au long de son processus de fabrication. Ainsi les ajustements de production se font sur des bases mieux connues et en accord avec les limites définies par le plan de surveillance.

Il devient donc très important pour l'entrepreneur que les critères qualitatifs définis par sa formule de mélange soient dès le départ représentatifs d'une production sous contrôle. Dans notre projet, l'entrepreneur nous a acheminé trois demandes pour des corrections granulométriques. Nous avons constaté que les granulométries de départ l'ont placé dans une situation de production marginale alourdissant ainsi la charge de contrôle. Les amendements qui ont été demandés ont permis aux intervenants d'ajuster leur référence qualitative et confirmer ensuite une production sous contrôle.

TABLEAU 2.7

"Plan de surveillance"

PRODUCTION (PRODUIT)				
Sous contrôle (CONFORME)		Marginale (MARGINAL)		Hors contrôle (NON CONFORME)
Analyser les résultats à l'intérieur d'un lot	<u>Analyse suivant N=1</u>	<u>Analyse suivant N= 1</u>		<u>Analyse sui- vant N= 1</u>
	Tous les résultats sont à l'intérieur des écarts admissibles. Dans le cas du 1er lot, les 3e, 4e et 5e résultats sont progressivement analysés pour démontrer que l'écart tolérable est continuellement respecté.	Un résultat entre l'écart admissible et critique implique la prise de deux échantillons consécutifs suivant la fréquence du 1er lot pour former un échantillonnage de taille égale à trois.		Un résultat est en dehors de l'écart critique.
Action à prendre	Echantillonner suivant fréquence du 2e lot.	<u>Analyse suivant N = 3</u>		Suspendre la production, effectuer les correctifs et échantillonner suivant la fréquence du 1er lot.
		Si le résultat demeure dans les écarts tolérables	Si le résultat se situe entre écart tolérable et écart critique	
		Echantillonner suivant la fréquence établie.	Effectuer les correctifs et échantillonner suivant fréquence du 1er lot	

TABLEAU 2.8**"Ecart décisionnels"**

Caractéristique Pour	Mélange type	Ecart adm. pour N=1	E c pour N=1 à 5	E t pour N=5	E t pour N=4	E t pour N=3
Passant 10 mm	MB-2	5	10	4,8	5,4	6,2
	MB-3-4	5	8	3,7	4,1	4,8
	MB-5-6	5	7	3,3	3,7	4,3
Passant 2,5 mm	MB-2	6	6	3,0	3,3	3,8
	MB-3-4-5-6	6	9	3,7	4,1	4,8
Passant 80 um	tous	2	2	0,8	0,9	1,0
Total granulo- métrique	MB-2	25	60	20	21	25
	MB-3-4-5	25	30	18	20	23
	MB-6	25	30	16	18	21
Bitume	tous	0,5	0,75	0,35	0,39	0,45

E = écart
 Adm= admissible
 t = tolérable
 c = critique

Cette pratique serait à éviter puisqu'elle est lourde de conséquence sur la charge de contrôle de l'entrepreneur. De plus, il faudra toujours garder à l'esprit que les demandes de modification des entrepreneurs devront être soutenues par une argumentation technique démontrant le maintien du niveau de la qualité. En effet, il est de la responsabilité de l'entrepreneur de maintenir et de soutenir son équivalence. Dans le cas contraire, les demandes pourraient être refusées plaçant l'entrepreneur devant une production potentiellement marginale avec les conséquences que nous avons mentionnées.

Regardons sommairement les situations rencontrées dans notre projet.

Production de MB2

Lors de la fabrication du premier lot une production marginale a été constatée. Elle a justifiée une fréquence d'inspection continue (un (1) échantillon au 300 tonnes) pour les 2 100 premières tonnes (7 éch.). Les 1 500 tonnes suivantes, toujours analysées au 300 tonnes (5 éch.), confirmèrent une production sous contrôle. Les six lots qui suivirent ont soutenu le jugement précédent avec une (1) analyse au 1 500 tonnes. Les ajustements granulométriques des 3600 premières tonnes ont donc occasionné 12 échantillons soit six (6) analyses supplémentaires par rapport à une situation sous contrôle.

Production de MB4

La fabrication du premier lot (5 analyses) a démontrée une production sous contrôle supportant une seule analyse pour les six lots subséquents. Ce qui est nettement avantageux pour l'entrepreneur justifiant par le fait même l'effort de

planification au niveau de sa formule de mélange et de sa procédure de fabrication.

2.7 Temps de réaction

L'analyse suivante a pour but de démontrer le volume de mélange que ce type d'usine produirait avant qu'elle ne décèle une non-conformité. Nous partons du principe que chaque échantillon, pris individuellement, suscite une remise en question du procédé de fabrication. L'entrepreneur peut alors juger de prendre action immédiatement ou suivre l'application du plan de surveillance (référence tableau 2.7)

Le tableau reprend donc les exigences du plan de surveillance par rapport aux données de l'usine soit:

- une production de 150 tonnes / hre
- Analyse du mélange - 2 hres
- Analyse du combiné - 1 h 30 (sans lavage)

Tableau 2.9

Analyse du temps de réaction

Séquence (hres)	Production (tonnes)	Analyse du combiné à froid		Analyse du mélange sur route	
		Échant.	Résultat	Échant.	Résultat
8	200	1a			
8:40	300			Ia	
9:30	425		1a		
10	500	2b			
10:40	600			IIb	Ia
11:30	725		2b		
12:00	800	3c			
12:40	900			IIIc	IIb
13:30	1 025		3c		
14:00	1 100	4d			
14:40	1 200			IVd	IIIc

Cette situation idéale découle des délais directs et ne tient pas compte des délais indirects (capacité de transport, secrétariat, etc.) inhérents et propres à chaque entreprise. Elle ne démontre pas moins qu'une analyse du combiné (1a), dont le résultat soutient une production marginale, est validé après 1 025 tonnes de production. Cette validation s'appuie sur le cumul des résultats 2b et 3c. Par contre les résultats sur le mélange Ia et IIb peuvent servir d'indicateurs et devancer la prise de décision. Un tel système permet donc d'intervenir dans un volume variant entre 425 tonnes (1er résultat sur le combiné) et 1 025 tonnes (5 résultats répartis sur le combiné et le mélange).

Dans le cas de notre expérience les cadences ont été respectées sur le combiné. Par contre l'analyse de l'ensemble des échantillons prélevés sur la route se faisait en fin de journée. Elle était globale et servait de rétro information que pour le début de la production du lendemain. Les échantillons n'étaient donc pas analysés individuellement.

Les différences dans les délais d'analyse par rapport à la situation prévue idéalement ont une incidence monétaire importante (transport des échantillons, délais etc...). Dans de futurs projets, il y aurait lieu d'évaluer les conséquences d'une modification au plan de surveillance par rapport aux objectifs d'assurance de la qualité visés.

2.8 Identification

Nous avons constaté que l'application du plan de surveillance affectait la séquence d'identification des lots. En effet, l'introduction d'une mesure corrective par rapport à une production hors contrôle ou marginale signifie la fin d'un

lot. Cela implique que l'entrepreneur aura des lots dont le tonnage pourra varier de 300 à 1 500 tonnes.

Le Ministère devra adapter ses procédures d'identification de lot afin de tenir compte des modifications apportées par l'entrepreneur. Il comparera ainsi des échantillons représentant des productions identiques.

2.9 Rechargement avant pavage

Lors de notre suivi en chantier nous avons constaté que l'épaisseur du rechargement n'était pas respectée. (figure 2.2)

Les questions qui ont été posées aux intervenants tant du Ministère que de l'entrepreneur nous confirmèrent que l'exigence n'était pas réaliste. En effet, un manque de prévision au niveau des accotements a dû être comblé à même les matériaux de rechargement. Cette situation fit en sorte que l'épaisseur était moindre que prévue laissant à chacun le soin de définir un "minimum acceptable". Cet état de fait découle sans doute d'un ensemble de problématiques et d'ajustements supportés par les expériences passées. Il n'en demeure pas moins qu'un minimum acceptable non défini laisse place à toute une argumentation laborieuse. Une telle situation génère souvent une très grande tolérance laissant place à une qualité aléatoire. Cette situation est inacceptable dans un programme d'assurance de la qualité.

De fait, suite à notre remise en question, les décisions ont été prises résultant en une augmentation des quantités prévues avec les ajustements monétaires appropriés.

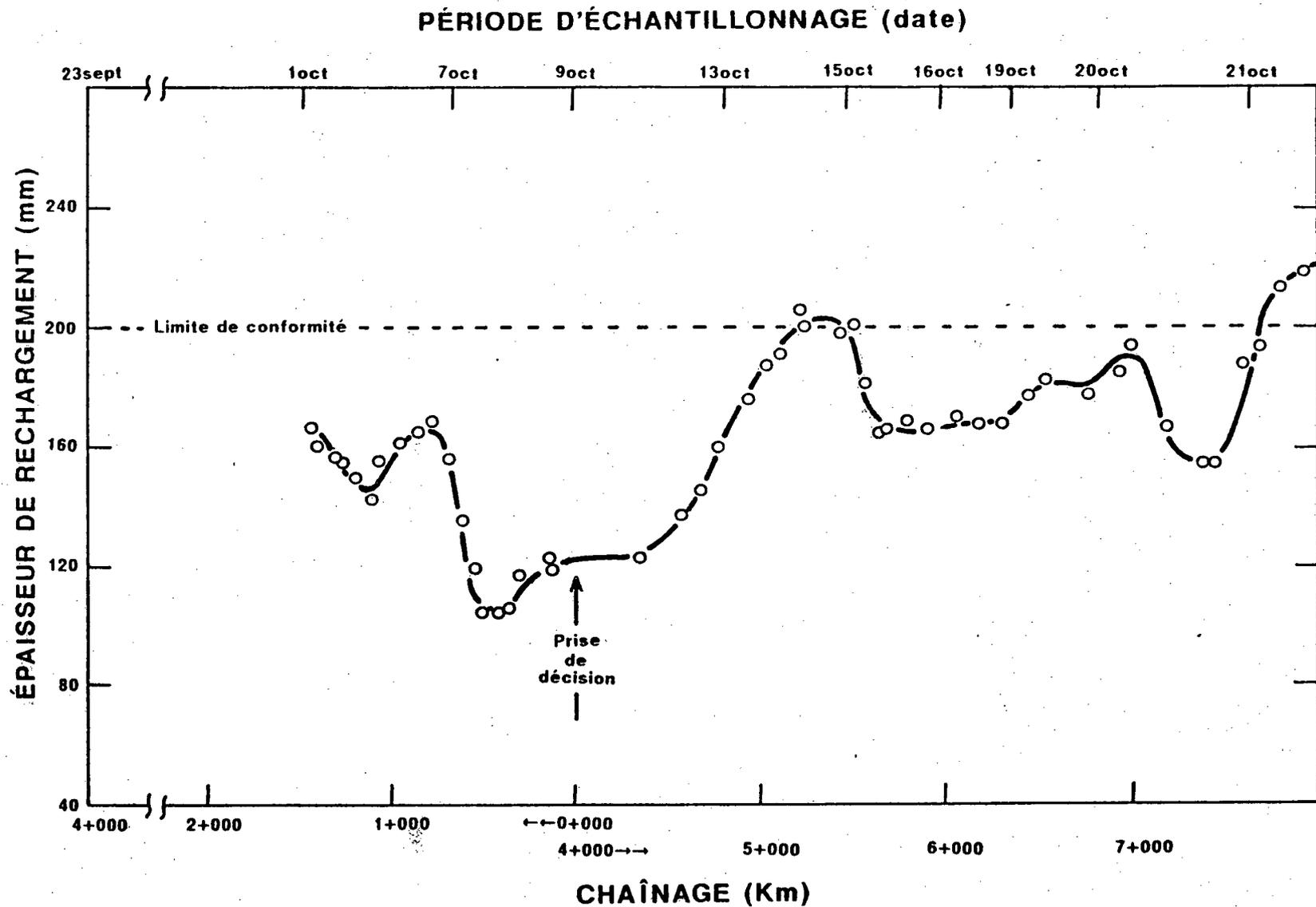


Fig. 2.2 Variation de l'épaisseur du rechargement en fonction de la position au chaînage et de la période d'échantillonnage.

2.10 Délais de transmission

Un des éléments fondamentaux de l'assurance de la qualité porte sur le fait que l'entrepreneur doit fournir la preuve que le produit et service offert est de qualité.

Il est donc obligé de transmettre au Ministère certains rapports techniques et informations. Plus la date de transmission se rapprochera de celle de la livraison, plus nous pourrons rapidement juger de la valeur de leur contenu. Nous pourrons donc acquérir, évaluer et vérifier une fiabilité en tout début de contrat. Elle sera par la suite transposée sur le produit et service livré et à être livré.

Le devis précisait des délais de transmission de 24 heures pour les résultats primaires et de 72 heures pour les résultats de lots. Dans notre expérience, ils nous ont été transmis dans des temps variant entre 4 et 9 jours ouvrables à partir de la date d'échantillonnage. En moyenne ces délais comprennent deux jours pour la poste alors que trois jours ont été utilisés pour l'analyse, la compilation et la dactylographie.

Une optimisation de ces délais serait à considérer.

2.11 Autres clauses techniques

L'application de certaines clauses techniques du devis a quelque peu été modifiée pour s'harmoniser avec les pratiques de l'entrepreneur. Il a par contre tenu à jour un ensemble de dossiers permettant de démontrer que des contrôles afférents

au dosage (granulat, bitume) à la température et autres avaient été mis en place et exécutés. L'analyse de ces dossiers nous permet de supporter que l'esprit du devis a été respecté.

2.12 Charge de travail

L'expérience avait pour but de mettre en application certains principes inhérents à l'assurance de la qualité et d'évaluer leur implication sur le produit et le programme. Voyons donc les ajustements inhérents à chaque partie.

2.12.1 Profil de l'entrepreneur

Du côté de l'entrepreneur il y a une augmentation de la tâche puisqu'il y a remise de responsabilité à son endroit. En effet il doit faire la preuve que son procédé assure tant la qualité physique du produit que celle de son service professionnel.

Une telle approche est nécessaire puisqu'elle sensibilise et implique le responsable de l'exécution. Dans le cas de notre expérience les constatations suivantes ont été faites:

- i) deux systèmes de contrôle ont été mis en place par l'entrepreneur. Celui qu'il effectuait habituellement et celui correspondant au devis spécial.
- ii) Le contrôle de la qualité a nécessité trois techniciens; un au laboratoire principal, un à l'usine et un en chantier (ce dernier a été fourni par le Ministère).

iii) Pour l'entrepreneur, l'analyse du combiné à froid est une charge supplémentaire d'environ 33 1/3% par rapport à la charge de contrôle antérieure pour ce point. Dans le cas de l'inspection finale du mélange, l'augmentation de la charge est de l'ordre de 75%.

En tant que client le Ministère doit obtenir de l'entrepreneur un rapport d'inspection finale. Il s'agira dans l'avenir d'en ajuster la teneur en fonction des indicateurs de qualité les plus représentatifs. De plus, le système de contrôle de la qualité de l'entrepreneur devra être compatible avec les principes de gestion de la qualité exigés par la norme de référence utilisée. Il devra donc contenir un minimum de fonctions tout en étant conciliable avec les besoins propres de l'entrepreneur.

2.12.2 Profil du Service de l'assurance de la qualité

Compte tenu du statut expérimental, le Service n'a pas modifié son plan de surveillance. Il se voulait donc identique aux pratiques reconnues. Toutefois certaines inspections particulières ont été ajoutées afin de cumuler des informations techniques sur les granulats et l'épaisseur de rechargement. Le prélèvement d'un 3e échantillon et autres actions complémentaires ont aussi été exécutés.

Dans ce contexte le S.A.Q. a maintenu une fréquence d'échantillonnage et d'analyse élevée ainsi qu'une présence en chantier constante et exécutoire. Dans un programme d'assurance de la qualité fonctionnel, les tâches associées à ces fonctions seraient largement diminuées. De nouvelles tâches inhérentes à la fonction évaluation (audit) seront à instaurer. Elle seront par contre moins

systematiques, variables selon le degré de fiabilité et/ou spécifiques aux endroits présumément déficients.

2.13 Révision du devis

A la lumière de cette expérience nous pouvons constater que plusieurs points d'inspections peuvent potentiellement soutenir la conformité du produit. Ils ne sont pas nécessairement limités à ceux décrits aux devis actuels.

Pour accentuer le partenariat entre le Ministère et ses entrepreneurs nous aurons à établir des exigences de contrôle de la qualité compatibles avec les contraintes de volume, de lieu, de temps et de coût. Ces exigences devront refléter la fiabilité du système de gestion de la qualité propre à chaque entrepreneur. Elles devront, en outre, sécuriser le Ministère en soutenant un réseau de preuves qui supportera la conformité du produit et du service offert.

Il y aurait donc lieu de réviser le devis pour intégrer et harmoniser les besoins du Ministère et les facilités des entrepreneurs. Le projet nous a permis de mettre en place plusieurs éléments tels que :

- la sensibilisation des intervenants aux problématiques de l'assurance de la qualité.
- l'expérimentation de modalités de contrôle de la qualité
- l'apprentissage des techniques de gestion de l'information

Un comité formé entre autres des participants à cette expérience pourrait effectuer cette révision. Il aurait l'avantage de réunir des intervenants qui ont le

même objectif, la qualité de l'ouvrage ainsi qu'une expérience très valable en assurance de la qualité.

2.14 Documents complémentaires

Nous avons joint en annexe deux rapports traitant de ce projet.

L'annexe 3 correspond à l'analyse faite par l'entrepreneur sur l'ensemble du projet. L'annexe 4 traite de l'appréciation de la section du S.A.Q. impliquée directement dans les opérations en chantier. Dans les deux cas nous n'avons joint que la partie analyse et recommandation. Les rapports techniques sont néanmoins disponibles pour ceux qui en feront la demande.

L'annexe 5 est le devis spécial qui a régi l'application de ce projet.

CHAPITRE III

PLAN ORGANISATIONNEL

Nous avons soulevé déjà que l'assurance de la qualité est un processus axé sur la prévention. Pour ce faire, plusieurs exigences traitent non pas du produit mais plutôt de la capacité et du professionnalisme de l'entrepreneur à exécuter de façon régulière et continue un ensemble de fonctions qui en dernier ressort assure la qualité du produit.

Dans cette perspective, le constat final sur la qualité ne devrait être que la conséquence d'un processus dont la fiabilité a préalablement été évaluée et obtenue l'aval du client. Il ne faudrait toutefois pas s'attendre qu'un entrepreneur exécute un produit de qualité si la spécification provenant du client est déficiente. En effet, la qualité ne s'atteint qu'à travers plusieurs étapes telles que présentées à la figure 3.1. Cette figure en dénombre sept dont une seule relève directement de l'entrepreneur (étape 5: exécution)

Voyons donc comment l'expérience de 1987 nous permet de visualiser et d'extrapoler les bases organisationnelles d'un tel programme, tant sur le plan externe, qu'interne.

3.1 Aspect externe (étape 5)

Il va sans dire qu'un jugement de valeur de la part du Ministère ne peut pas s'appuyer que sur des paroles. Il existe donc plusieurs normes (ACNOR, AFNOR,

Les étapes de la qualité

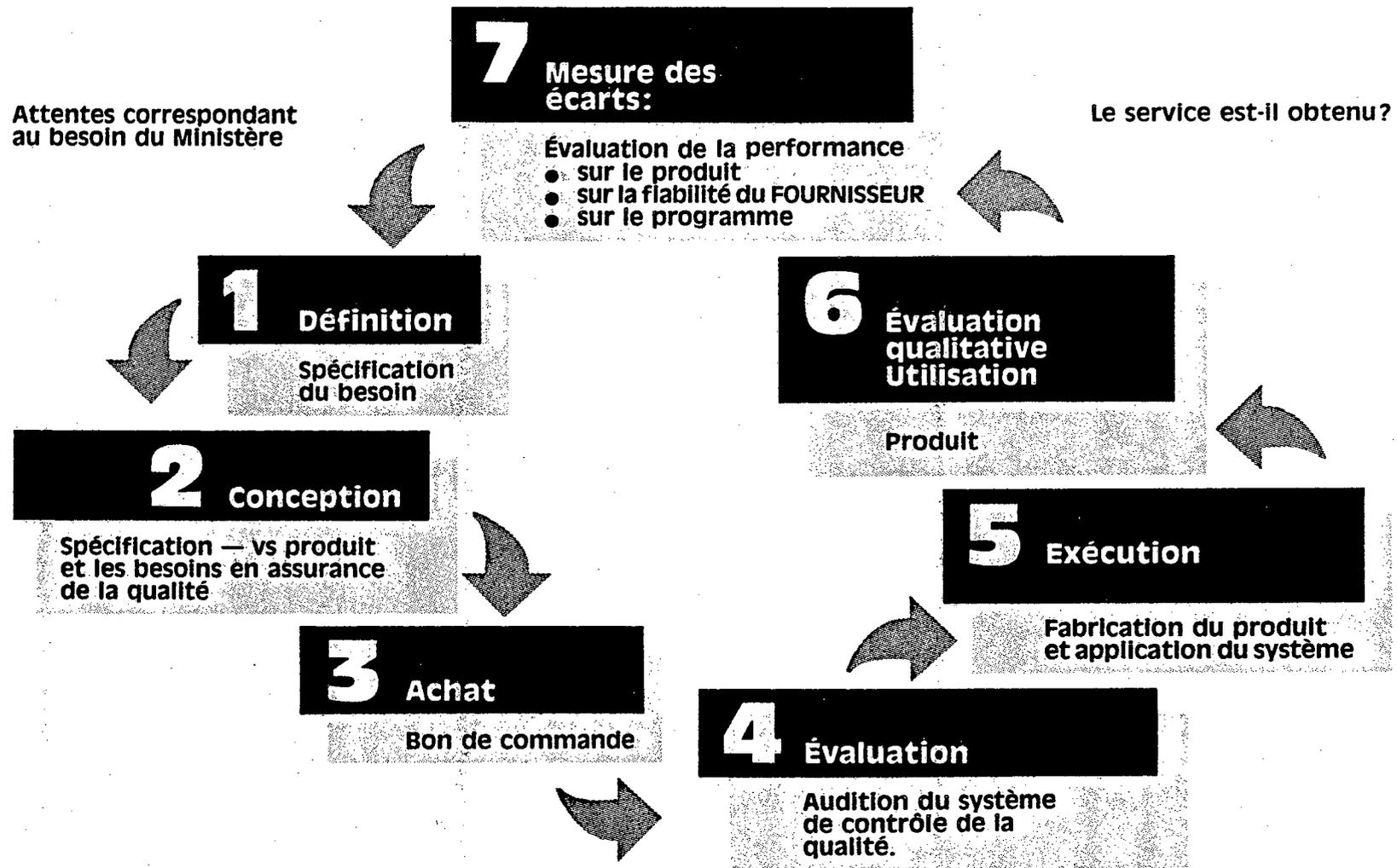


Fig. 3.1 Les étapes de la qualité

BNQ...) qui traitent de la gestion de la qualité. Elles deviennent l'outil de référence pour soutenir contractuellement le Ministère. En effet, ces normes nous permettent de supporter une appréciation sur des façons de faire. Elles encadrent l'évaluation d'un système par l'analyse de sa logique, de ses éléments de planification et d'un ensemble de prescriptions ou de fonctions relevant des bonnes pratiques. Ainsi, une évaluation, qui au premier abord apparaît subjective, devient structurée et pragmatique. L'appréciation de la fiabilité d'un système de gestion de la qualité devient alors un élément de prévention d'une grande portée.

Dans l'expérience nous avons encadré nos attentes en matière de système de gestion de la qualité en introduisant au devis les spécifications sur l'assurance de la qualité décrites à la figure 3.2. Les trois premiers items de celle-ci couvrent l'aspect gestion interne de l'entreprise alors que le dernier couvre l'aspect qualité physique du produit.

Ces nouvelles exigences supportent les principes décrits à la figure 3.3. Elles ont pour fondement d'engager l'entrepreneur face à ses responsabilités par rapport à la fiabilité de sa gestion. Par ces exigences, le Ministère peut évaluer et s'assurer en cours de contrat que l'entreprise respecte ses engagements vis-à-vis des principes que l'assurance de la qualité lui confère.

3.1.1 Entrepreneur vs Gestion de la qualité

Comme les trois premières notions décrites à la figure 3.2 sont nouvelles en tant qu'exigences contractuelles, qu'elles sont supports et qu'elles ont une vocation

SPÉCIFICATIONS SUR L'ASSURANCE DE LA QUALITÉ

A) SYSTÈME DE GESTION DE LA QUALITÉ BNQ 9911-200

B) PROGRAMME DE SURVEILLANCE

- 1) P.I.E. sur le produit (*)
- 2) P.I.E. sur la pose
- 3) Fiabilité des équipements

i) Laboratoire

ii) fabrication

iii) pose

- 4) Compétence du personnel

C) DOSSIERS DE QUALITÉ

D) RAPPORTS D'INSPECTION FINALE

(*) P.I.E.: Plan d'inspection et d'essais

Figure 3.2

à plus long terme, nous avons cherché à sensibiliser les entrepreneurs à leur importance.

Pour la plupart, une évaluation préliminaire de leur système de gestion de la qualité (fig. 3.2: item A) a été faite en 1986. Pour le moment il n'est pas nécessaire de développer davantage.

Certains ont débuté la réflexion sur leur programme de surveillance (fig. 3.2: item B). Par contre, nous avons constaté qu'il n'est pas dans les mentalités actuelles de soutenir un système de gestion de la qualité par une documentation traitant des bonnes pratiques. Les dossiers (item C) qui doivent découler de cette documentation sont donc très partiels voire déficients.

Cette situation est très normale puisque dans le cadre expérimental actuel il ne peut y avoir de développement à ce niveau que sur une base volontaire et avec un support accentué de la part du Ministère ou de l'ACRGTQ. Il ne faudrait toutefois pas oublier que sur une base opérationnelle les exigences précitées constitueront les références sur lesquelles s'appuiera l'assurance d'une bonne exécution par l'entrepreneur. Pour le Ministère, elles serviront de base documentée à son acceptation et à ses audits futurs. Les spécifications sur l'assurance de la qualité devront donc être respectées si l'on désire implanter un programme d'assurance de la qualité.

3.1.2 Entrepreneur vs preuve de conformité

Il est bien évident qu'au stade de développement où nous sommes, la concentration des efforts des entrepreneurs et du Ministère est technique. Les énergies sont

donc majoritairement axées sur cet aspect. De son côté l'entrepreneur cherche à avoir un contrôle de la qualité optimum et efficace. Pour sa part le Ministère cherche à soutenir la relation entre la qualité physique du produit et le rapport d'inspection finale transmis par l'entrepreneur (figure 3.2: item D).

En outre, il est à noter que le seul fait de transmettre des rapports signés, constitue un élément de responsabilisation important. Par contre, pour que cet élément garde son importance, l'entrepreneur doit avoir à l'esprit que le Ministère gère les informations qu'il reçoit. L'entrepreneur constate alors que la perception qualitative qu'il génère a une incidence directe sur la fréquence d'inspection du Ministère, la fréquence des avis administratifs, en somme, sur l'ensemble de la relation fournisseur-client.

L'expérience de l'été 1987 était encadrée par rapport à la nécessité de transmettre des résultats. L'entrepreneur a exécuté son mandat dans des délais optimums compte tenu du caractère expérimental du dossier. Il a supporté la qualité physique de son produit par une documentation appropriée et complète. Il revenait alors au Ministère de développer des techniques pour évaluer la valeur des informations qu'elle contenait.

Le devis ne définissait toutefois pas la fonction contrôle de la qualité associée aux opérations de pose du mélange. Nous avons constaté qu'avec les années le Ministère s'est grandement impliqué dans l'appréciation voire le contrôle du processus d'épandage. Les entrepreneurs se sont donc retirés de ce champ d'action et ne jugent pas pertinent de nommer un responsable de la qualité en chantier autre que le contremaître des opérations.

Cette situation devra être rectifiée dans l'avenir de manière à ce que l'entrepreneur soit responsable d'évaluer la qualité de la pose et d'en soutenir la valeur par une documentation et un contrôle appropriés. Le Ministère s'assurera pour sa part que les plans d'inspections et d'essais en ce domaine sont fiables et réellement appliqués.

3.2 Aspect interne (étapes 1, 2, 3, 4, 6 et 7)

Dans un programme d'assurance de la qualité le Ministère doit s'assurer que l'entrepreneur respecte les principes décrits à la figure 3.3. Il ne peut toutefois pas se limiter à responsabiliser l'entrepreneur. Il doit tout autant que l'entrepreneur s'engager vis-à-vis de la qualité. Il doit lui aussi instaurer un système de gestion interne approprié à l'assurance de la qualité. Il doit donc s'assurer que toutes les étapes de la qualité sont respectées soit: de définir des besoins appropriés, de les transposer dans des spécifications claires et précises, de procéder à l'adjudication en tenant compte d'un contexte d'exécution réaliste et optimum, d'évaluer la qualité reçue, de mesurer les divergences par rapport aux attentes exprimées et de voir à ce que les correctifs soient apportés pour éviter toutes récidives.

Nous reprendrons ici chacune des étapes nommées précédemment et analyserons leur incidence sur les différentes fonctions de l'assurance de la qualité expérimentées à travers le projet.

3.2.1 La définition du besoin (étape 1)

Traditionnellement le besoin à combler en est un d'ordre "physique" soit la

construction d'une route pour divers usages destinés à la société. Il est donc encadré par des prescriptions qualitatives connues.

Dans notre projet nous ne voulions pas seulement un produit mais aussi l'assurance que tout sera mis en oeuvre par l'entrepreneur pour fabriquer et livrer un produit conforme. Nous cherchons donc à évaluer le niveau de professionnalisme de notre fournisseur.

Le Service de l'assurance de la qualité a donc proposé une approche à cet effet.

3.2.2 La description du besoin (étape 2)

Le besoin ainsi conçu couvre deux volets et est exprimé à travers les spécifications décrites au devis spécial. Un premier volet traite des spécifications d'ordre physique alors que l'autre couvre les spécifications sur l'assurance de la qualité (figure 3.2).

Le service de l'assurance de la qualité a élaboré les exigences pour statuer sur la fiabilité des entrepreneurs. Il a de plus remis en question avec l'aide des entrepreneurs et de certaines directions du Ministère la charge de contrôle prévue au devis spécial.

3.2.3 L'adjudication (étape 3)

L'entrepreneur a été mandaté suivant les procédures établies au Ministère. L'aspect expérimental a de ce fait exclut les problématiques inhérentes à l'éva-

luation de la conformité des soumissionnaires sur le plan assurance de la qualité.

3.2.4 Les audits (étape 4)

L'évaluation de la fiabilité d'un système de contrôle de la qualité se fait entre autres par des audits. En effet, elles ont pour fondement d'évaluer objectivement le degré de conformité d'un produit ou d'un service à des critères spécifications, normes etc. Dans le cas d'un système ou procédé, l'audit est essentiellement un examen systématique d'activités, de critères de décision et de mécanismes de remise en question. Elle se fait par rapport aux prescriptions opérationnelles qu'engendrent le système de l'entrepreneur. Dans le cas d'un produit, l'audit fait référence aux prescriptions du devis ou du contrat. Les exigences sur le système étant nouvelles, nous n'avons pas favorisé l'exécution d'audit formel. Il est à noter que pour les fins du présent document, nous appellerons "audit système" une évaluation préalable à l'exécution du contrat et appellerons "audit" une évaluation en cours d'exécution du contrat.

3.2.4.1 Laboratoire

Au départ comme les objectifs de l'expérience étaient à forte consonance technique, une grande attention fut alors portée sur l'audit système au niveau du laboratoire. Elle fut exécutée par le Laboratoire Central et l'ensemble des recommandations qu'elle contenait furent respectées par l'entrepreneur. Cette étape était nécessaire pour assurer la validité des analyses techniques qui ont découlées de l'expérience.

3.2.4.2 Système de gestion de la qualité

Nous savons que le développement sur ce point se fait à moyen terme. Il touche un aspect de la gestion qui est impliquant pour les hautes autorités de l'entreprise. Nous avons donc fait de la sensibilisation et en sommes resté à l'audit système de 1986. Cette dernière a été faite par le Service de l'assurance de la qualité.

Toutefois nous avons rappelé aux entrepreneurs l'importance de développer leur programme de surveillance soit: l'élaboration des différents points qui sont considérés comme déterminant pour assurer la qualité. Depuis 1986, le Service de l'assurance de la qualité sensibilise les entrepreneurs à l'importance de ces documents. C'est à partir de ces derniers que le Ministère pourra évaluer théoriquement et par la suite concrètement à travers les contrats qu'un entrepreneur suit les bonnes pratiques qu'il s'est données.

Actuellement l'élaboration des documents du programme est volontaire et le Service a offert son support à ceux qui en ferait la demande.

3.2.5 Suivi de l'exécution (étapes 4 et 6)

Au cours de l'exécution plusieurs fonctions inhérentes à l'assurance de la qualité ont été analysées. Nous nous proposons dans la présente section d'établir certains constats. D'autre part pour compléter l'analyse nous extrapolerons l'application de certaines fonctions qui n'ont pu être expérimentées et élaborerons sur les objectifs recherchés.

3.2.5.1 Fonction audit

Cette dernière a pour but d'évaluer en cours d'exécution l'application des bonnes pratiques que se donne un entrepreneur. L'accent préventif de l'assurance de la qualité requiert une évaluation accentuée sur les façons de faire et sur la gestion qui les entoure.

L'analyse qui en découle se fait à travers des dossiers. Elle constitue pour nous un élément important de notre perception. En effet, dans un premier temps l'entrepreneur définit son approche de gestion par des descriptions, des procédures ou autres. Dans un deuxième temps il les met en application, par la fonction audit, nous en évaluons la fiabilité. Cela nous assure d'une continuité, d'une prise de responsabilité constante et donc d'une assurance de la qualité. Cette qualité de gestion se retrouvera infailliblement sur le produit.

Compte tenu que nous ne disposions pas de document de référence nous avons canalisé notre relation d'échange et de "partnership" autour des perceptions et des implications des clauses du devis spécial.

Nous avons analysé de façon attentive les activités et le suivi de l'entrepreneur par rapport à son système de contrôle de la qualité. Nous avons donc évalué l'exécution sur les plans suivants:

i) La gestion de l'information découlant des dossiers qualité tel que:

- a) application des critères de décision
- b) application de mesures correctives

- c) délais d'exécution
- d) cohésion dans le cheminement de l'information
- e) respect des exigences du devis

ii) L'application des bonnes pratiques de fabrication et de pose.

Par ces évaluations nous avons pu nous assurer que l'entrepreneur appliquait l'ensemble des principes du devis tant sur le plan contrôle que sur le plan de l'assurance de la qualité. Nous n'avons toutefois pas développé de guide d'audit pour soutenir et présenter un rapport écrit sur la fiabilité des opérations de l'entrepreneur en cours d'exécution.

3.2.5.2 Fonction inspection finale

Tout au cours de l'exécution, l'entrepreneur devait fournir la preuve de la conformité de son produit par l'intermédiaire d'un rapport d'inspection finale.

Le contenu de ces rapports est analysé dans la section technique du présent document. Eventuellement ces résultats pourront être confrontés à nos propres résultats et confirmer la qualité du produit. Cette corrélation nous permettra d'ajuster le plan de surveillance du Ministère tout en validant les perceptions découlant des différents audits.

Durant l'expérience nous nous sommes attardé à ce que ces rapports soient délivrés. Nous avons analysé les problématiques opérationnelles qu'ils soulèvent ainsi que les délais de transmission.

3.2.5.3 Fonction inspection de réception

Cette fonction traite des aspects du suivi tel que connu dans les pratiques courantes du Ministère. Elle couvre la prise d'échantillon et la mesure de certaines caractéristiques en chantier. Le rapport final relatif aux travaux de contrôle qualitatif émis par le S.A.Q. en est le résultat.

La présence du représentant du S.A.Q. en chantier tel que reconnu actuellement dépasse largement les limites de cette fonction. La fréquence et la nature des activités de contrôle du procédé qu'il exécute devront être réorientées en corrélation avec les activités d'audit décrites précédemment.

3.2.6 La mesure des écarts (étape 7)

La mesure des écarts est essentiellement la différence entre les attentes exprimées et le produit ou service obtenu. Dans un programme d'assurance de la qualité cette notion d'écart traite autant de la qualité physique du produit que de l'efficacité des étapes du programme nécessaire à sa réalisation. La remise en question est autant systémique que physique.

Ainsi l'évaluation de la performance tant des étapes de réalisation d'un produit que du produit lui-même se fait par l'analyse des différents faits soulevés dans chacun des contrats. L'objectif n'est pas de relever les écarts dit ponctuels ou particuliers aux opérations mais bien plus de déceler et de quantifier les écarts résultant d'une lacune dans une des étapes de gestion du Ministère ou de l'entrepreneur. Ainsi une appréciation négative en cours d'exécution provoque une rectification en cours d'exécution. Toutefois, lors de l'analyse du dossier,

elle sert de preuve pour soutenir une remise en question des systèmes en cause pour éviter les répétitions dans de futurs contrats. Il est toutefois fréquent d'avoir à cumuler plusieurs appréciations négatives de provenance diverses avant de pouvoir susciter une remise en question du système.

Cette mesure des écarts se doit donc d'être cumulative. Elle a pour rôle de remettre en cause l'efficacité de l'étape qui aurait dû la prévenir. Son objectif est de responsabiliser l'intervenant, l'unité administrative ou encore le niveau hiérarchique qui a en main le pouvoir d'apporter pour le futur, une solution définitive. Compte tenu qu'elle doit s'appuyer sur plusieurs faits, elle doit être supportée par un système de gestion de données, cumulatif contrat après contrat. Actuellement la mesure des écarts est essentiellement axée sur les propriétés physiques du produit et cloisonnée à un contrat.

Dans un processus d'assurance de la qualité, l'évaluation de la "performance", au sens large du mot, constitue l'élément déterminant du processus, elle assure la dynamique du programme car elle n'est plus limitée à un contrat et au seul produit. Elle constitue en fait le "feed back" de tout un système de gestion d'information qualitative. Le croisement des données des différentes fonctions précitées dans ce chapitre permet ainsi de tracer un portrait clair d'un critère apparemment subjectif qu'est la fiabilité tant du système de l'entrepreneur que du programme du Ministère.

3.3 Relation entrepreneur - Ministère

Afin de faire la synthèse de l'aspect organisationnel d'un programme d'assurance de la qualité, nous avons schématisé une situation où l'on retrouve notre fonc-

tionnement par rapport à un devis standard (figure 3.4) et celle où serait implanté l'assurance de la qualité (figure 3.5). Il est à noter que ces deux représentations schématisent la relation entrepreneur - ministère une fois que le contrat est en exécution. Elles ne traitent donc pas les attentions qui sont portées sur les granulats, leur provenance, les formules de mélange etc.

En outre nous y avons indiqué les étapes de la qualité qui ont été présentées à la figure 3.1. Nous voulons ainsi identifier l'unité potentiellement responsable, sa situation et son implication par rapport à l'ensemble des activités du programme d'assurance de la qualité.

Le parallèle entre ces deux figures démontre les différences dans les approches. L'inter-relation entre l'entrepreneur et le Ministère est bien plus grande dans le cas de l'assurance de la qualité. Les rôles et les responsabilités sont sans équivoque. Les actions sont supportées par des faits et documents écrits. Le processus est rapidement remis en question lorsqu'une défaillance génère une mauvaise qualité. Le système s'en trouve d'autant dynamique et en constante évolution.

Relation entrepreneur-ministère vs DEVIS STANDARD

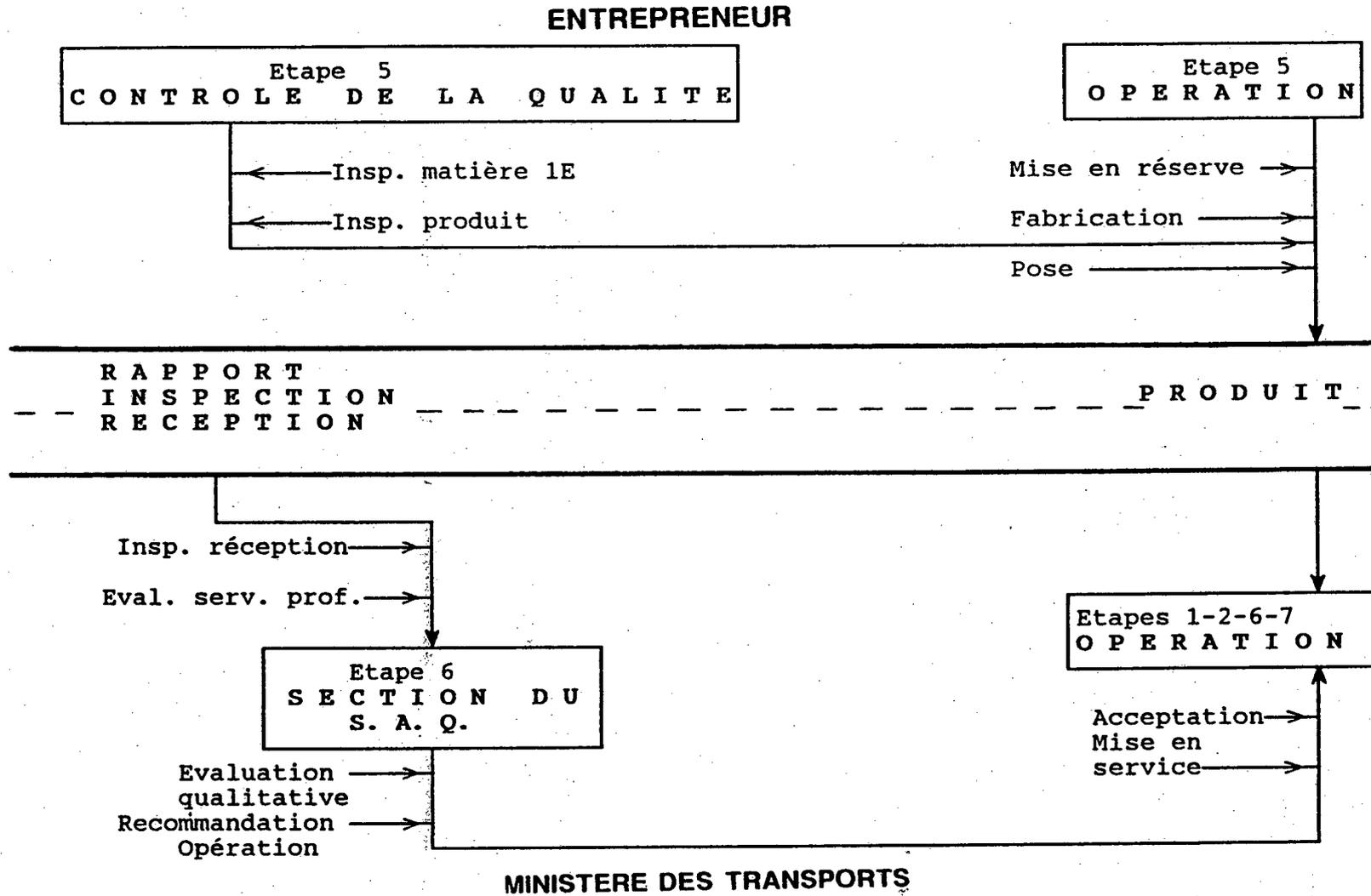


Fig. 3.4 Relation entrepreneur - ministère vs devis standard

Relation entrepreneur-ministère vs ASSURANCE DE LA QUALITE

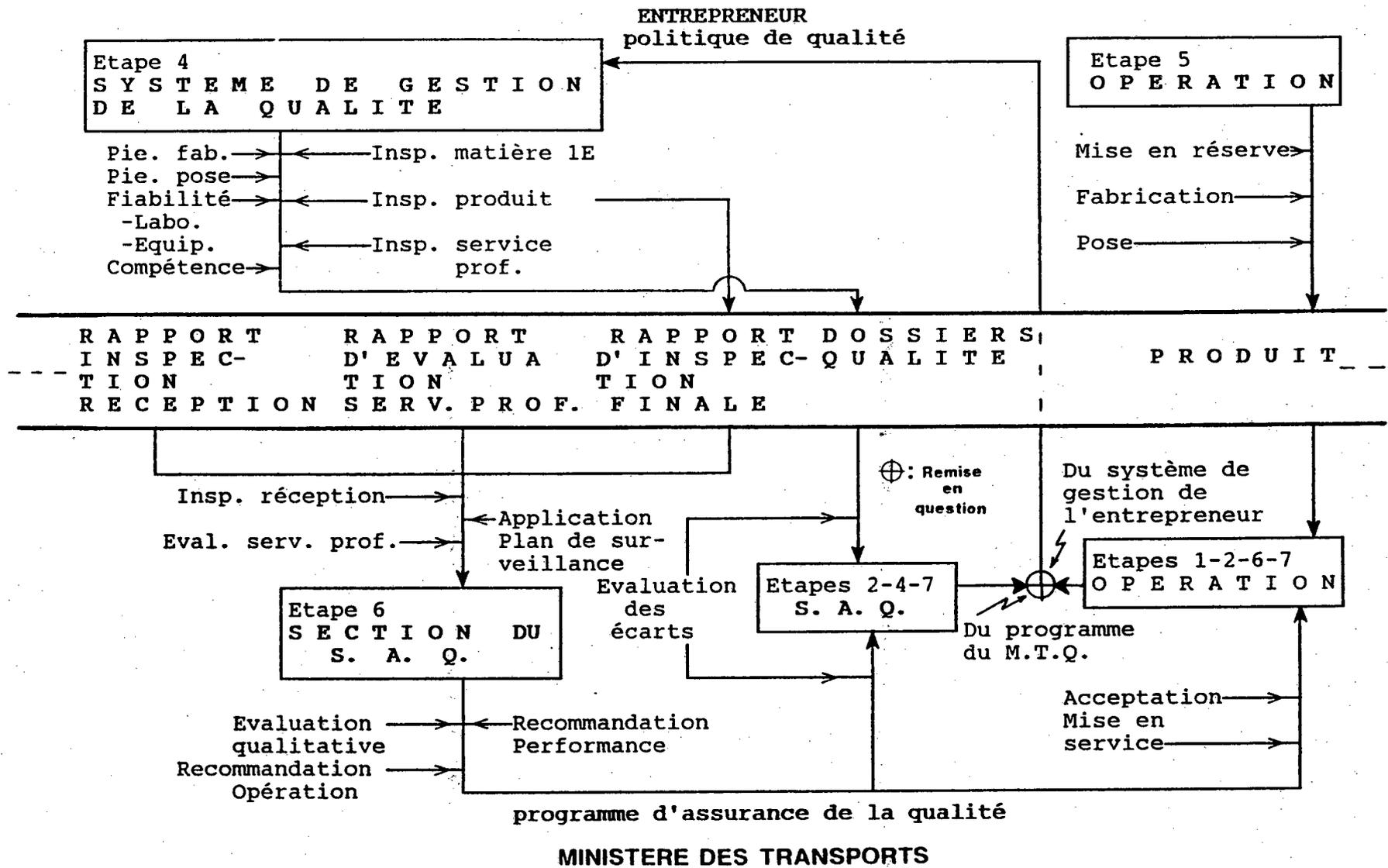


Fig. 3.5 Relation entrepreneur - ministère vs assurance de la qualité.

CHAPITRE IV

PLAN DES COMMUNICATIONS

Nous avons vu précédemment l'ensemble des activités d'un programme d'assurance de la qualité. Nous analyserons le réseau de communication en élaborant sur les outils, les moyens ainsi que sur la relation entre les intervenants. Nous préciserons certains fondements associés à chacune des activités et occasionnellement nous joindrons à titre d'exemple certains mécanismes supportant les principes en cause.

Dans un tel programme, le Ministère constitue le principal intervenant sur le plan des communications. En effet, l'entrepreneur s'engage à respecter quelques exigences en ce domaine alors que le Ministère doit, par certains mécanismes, attribuer un niveau de confiance aux informations reçues. Tel que le chapitre précédent, nous analyserons les aspects internes et externes de l'assurance de la qualité sur le plan des communications.

4.1 Aspect externe

L'entrepreneur se doit de fournir des informations couvrant les perspectives administratives et techniques.

4.1.1 Point de vue administratif

Avant l'exécution des travaux, l'entrepreneur transmet le nom du responsable de

la qualité et toutes autres informations relevant des mécanismes de communication nécessaires au programme.

Ces informations ont une grande importance; elles situent un responsable au sein de l'entreprise, mettent en contact les responsables des parties, situent les rôles et responsabilités et accentuent par le fait même la prévention.

4.1.2 Point de vue technique

Nous avons déjà précisé le but des rapports que doit transmettre l'entrepreneur. Ils ne reflètent pas seulement la qualité physique du produit mais sont une représentation du niveau de professionnalisme de l'entrepreneur, de sa qualité de gestion. Nous verrons dans la section suivante comment ils deviennent des outils de communication importants.

4.2 Aspect interne

Un programme d'assurance de la qualité est le résultat de l'intégration harmonieuse de l'ensemble des activités d'un processus. La facette communication au sein du Ministère prend donc toute sa dimension et doit être efficace et positive tant sur le plan interne qu'externe.

L'information qualitative qui découle de l'application d'un programme touche tous les niveaux. Nous n'aborderons toutefois le sujet que sur le plan de la planification et du suivi de l'exécution de notre projet expérimental. Nous terminerons l'analyse en introduisant la notion de "performance".

4.2.1 La planification

Nous réunissons ici les activités de définition, de spécification du besoin ainsi que l'adjudication de contrat. Actuellement ses activités se déroulent selon les procédures établies, avec les problématiques inhérentes.

Toutefois avec l'assurance de la qualité, l'entrepreneur devra avoir mis en place un système de gestion de la qualité avant l'exécution du contrat. Le Service de l'assurance de la qualité et le Laboratoire Central devront donc être informés dans les délais compatibles avec la tâche à accomplir. En effet, suite à leur audit système, ils auront à porter un jugement sur le système de gestion des entrepreneurs. A ces informations ils joindront la perception qualitative provenant des exécutions antérieures et formuleront une recommandation appropriée. Ils auront donc à informer les gestionnaires responsables pour que les décisions et des plans d'action soient élaborés avant l'exécution du contrat.

4.2.2 Suivi de l'exécution

Le projet avait comme objectif l'encadrement des activités techniques sous la responsabilité de l'entrepreneur (autocontrôle). Le Service de l'assurance de la qualité devait donc s'assurer que les exigences inhérentes étaient respectées alors qu'il expérimentait en parallèle l'application des techniques de l'assurance de la qualité. Pour ce faire un nouvel outil doit s'ajouter aux rapports techniques conventionnels soit les rapports d'audit.

4.2.2.1 Rapport d'évaluation

Rappelons que les rapports d'évaluation ont pour objectif de soutenir officielle-

ment une appréciation basée sur des normes et sur des engagements préétablis. Sur le plan des communications ils ont pour effet d'engager un dialogue constructif et de servir de référence pour soutenir des mesures correctives au procédé.

L'expérience a permis d'évaluer les problématiques reliées à ce type d'évaluation et à en promouvoir les fondements. Aucun rapport écrit ne porte sur le sujet puisque les délais d'exécution du projet et la compréhension du bien fondé des exigences en ce domaine sont toujours en cheminement au sein des parties en présence.

4.2.2.2 Rapports techniques

L'expérience comportait trois outils d'information soit:

- les essais de concordance
- les inspections finales (Entrepreneur)
- les inspections de réception (MTQ)

a) L'essai de concordance

Cet essai permet aux parties qui entreront en interrelations d'échanger et de rechercher, dans un climat positif, les causes des divergences sur les résultats et méthodes d'analyse. L'essai sert donc à vérifier, avant l'exécution d'un contrat, la corrélation des services techniques impliqués. Il est essentiellement préventif. Il remet en cause plusieurs aspects, que ce soit au niveau des équipements, des méthodes, de leur application, voire des normes en vigueur.

L'essai est effectué sous la coordination du Service de l'assurance de la quali-

té. Il permet de supporter la corrélation recherchée entre les inspections finales et les inspections de réception. Lorsqu'il y a divergence les intervenants se remettent mutuellement en question. Ils se lient et communiquent entre eux pour déceler les lacunes de systèmes, de procédés, de méthodes, d'essais et en tout dernier essor d'individus.

Compte tenu que l'échange d'informations est conjointe et appuyée sur des bases communes, les discussions entre l'entrepreneur et le Ministère sont de ce fait positives et évolutives.

b) Les inspections finales

Le rapport d'inspection finale représente la perception qualitative de l'entrepreneur. Il est émis par lui, il le responsabilise et constitue la preuve de ses engagements sur le plan de la qualité physique.

Sur réception de ce document le Ministère doit en évaluer la fiabilité par "entrecroisement" avec les autres données recueillies. Ces dernières correspondent à la perception du Ministère sur les inspections de réception en cours et antérieures ainsi que sur la gestion qualitative que se donne l'entrepreneur.

Dépendant des éléments d'information associés à ces croisements, le Service de l'assurance de la qualité communique avec l'entrepreneur tout au long de l'exécution de son contrat. Il l'informe de ses perceptions. Il les appuie sur des faits et les supporte par un cheminement de pensée logique, cohérent et global. Enfin il doit être ouvert aux problématiques tant de l'interne que de l'externe. Il vérifie donc si des améliorations ou mesures correctives peuvent être appor-

tées. Par cette pratique, un dialogue positif s'enclanche et fait ressortir les difficultés techniques ou autres sur lesquelles il faut s'attarder. Les problématiques qui émergent de ce dialogue sont souvent départagées entre les parties. L'avantage c'est qu'il y a concertation et harmonisation dans les recherches de solutions, puisque la base de référence des échanges est toujours axée sur des responsabilités inhérentes aux exigences contractuelles.

Les parties se lient de façon constructive car chacune a des responsabilités et engagements face à l'objectif commun, la qualité d'un ouvrage. Les énergies se liguent vers un système dynamique compatible avec un domaine toujours en évolution.

c) Inspections de réception

Dans notre projet les inspections du Ministère étaient encadrées dans un plan de surveillance statique et volontairement en accord avec les pratiques courantes. L'objectif était d'assurer le Ministère vis-à-vis l'obtention du niveau de qualité requis et d'accumuler des informations techniques pour statuer sur la valeur des croisements de données que nous voulions établir.

Dans un programme d'assurance de la qualité ces inspections stabilisent la perception qualitative établie préalablement par les audits du client. Leur fréquence est ajustée en fonction du niveau de fiabilité qu'elles corroborent ou infirment. Compte tenu qu'elles sont l'outil privilégié pour le croisement des données techniques, elles servent d'appui factuel pour le dialogue mentionné dans la section précédente. Les échanges techniques sont donc accentués. Ils se font en cours d'exécution, sans délais administratifs, dès qu'un sujet le justifie.

La recherche des divergences et de leurs causes est ainsi optimisée favorisant l'évolution de la technologie.

4.2.3 La mesure des écarts

Cette notion de mesure des écarts (performance) est essentielle à la survie de l'assurance de la qualité. En effet, les communications qu'elle suscite rendant dynamique les systèmes. Elle permet aux ressources humaines impliquées d'évaluer l'atteinte de leurs objectifs et d'assurer un feed back. Elle remet donc en question les diverses lacunes constatées et optimise ainsi le potentiel de réussite pour les futurs objectifs.

Ces ressources peuvent donc, à l'aide des faits que génère l'évaluation des écarts, réviser ou adapter les procédures et systèmes en cause. Le but étant bien plus de soulever les problématiques des organisations que de surveiller ou contrôler les individus qui les constituent.

L'analyse de ces écarts cherche à susciter l'évolution, la discipline des structures et la prise de responsabilité; trois éléments essentiels pour atteindre à moyen et long terme un programme d'assurance de la qualité efficace.

Le résultat de cette analyse qualitative globale se concrétise par l'envoi d'avis administratif écrit précisant les problématiques factuelles, les exigences contractuelles auxquelles elles se rapportent ainsi qu'une attente encadrée requérant des mesures correctives. Elle touche toutes les problématiques, tant internes qu'externes et cherche à intégrer l'ensemble des étapes de l'assurance de la qualité.

Cette notion d'intégration des données qualitatives sur l'ensemble du processus d'un contrat n'est évidemment pas développée. Nous avons donc utiliser certains faits rencontrés tout au long de l'exécution de ce contrat pour démontrer, à titre d'exemple, qu'elle pourrait être cette remise en question.

Le contexte associé à l'expérience pilote fait en sorte que nos exemples sont ponctuels et ne touchent pas le contrôle physique. En effet tant du côté de l'entrepreneur que de celui du Ministère, les intervenants ont rencontré les attentes du projet et ont cherché individuellement et collectivement à développer le projet. Nous avons toutefois l'opportunité de soulever certaines lacunes. Pris individuellement les sujets peuvent paraître trop dimensionnels, trop précis ou autre. Il n'en demeure pas moins que par le principe de la répétition et du cumul des avis, les priorités émergent pour faire réagir les organisations. Car les faits et leurs conséquences présentés dans un dossier cumulatif et évolutif sont des outils privilégiés à la solution des problèmes de nos structures.

Nous avons donc joint les annexes 1 et 2 qui sont essentiellement deux avis pouvant résulter d'un tel contrat. Ils s'adressent aux deux responsables des opérations impliqués dans l'exécution de ce contrat. En tant que responsables, ils conservent toute l'autorité qui leur est actuellement dévolue. Ils ont l'entière responsabilité de réaliser la qualité et de maintenir les dossiers afférents. Ils doivent donc remettre en question l'exécution des contrats, les systèmes qui les supportent et engager les mesures correctives appropriées. Toutefois dépendant des situations rencontrées ils peuvent être appelés à répondre aux questions posées par un intervenant indépendant des opérations. Ce dernier n'a que pour seul objectif la qualité du produit par l'intégration des systèmes, il est le coordonnateur de la qualité. Par cette approche les

problématiques d'exécution sont sous pesées par rapport à celles inhérentes à l'obtention de la qualité désirée, le tout suivant le modèle d'une balance à deux plateaux. Il reviendra à l'organisation de définir le niveau de qualité qu'elle veut atteindre et de supporter sa politique de qualité par des actions appropriées.

Nous croyons donc qu'il sera nécessaire d'implanter un système de gestion de l'information qualitative. Pour ce faire le Ministère aura à définir les responsabilités et les rôles des intervenants impliqués dans la gestion de ces informations ainsi que des mécanismes de transmission intégrés aux étapes de la qualité.

Finalement nous concluons ce chapitre sur une figure. Elle a pour but de démontrer le concept de l'assurance de la qualité. La figure 4.1, "programme d'assurance de la qualité" présente l'ensemble des fonctions générant des données sur lesquelles s'appuie la mesure de l'efficacité d'un programme. Elle montre l'inter-relation des parties en présence et résume par le fait même les énoncés de ce chapitre. Elle schématise les corrélations et la remise en question décrites dans le présent chapitre.

PROGRAMME D'ASSURANCE DE LA QUALITÉ

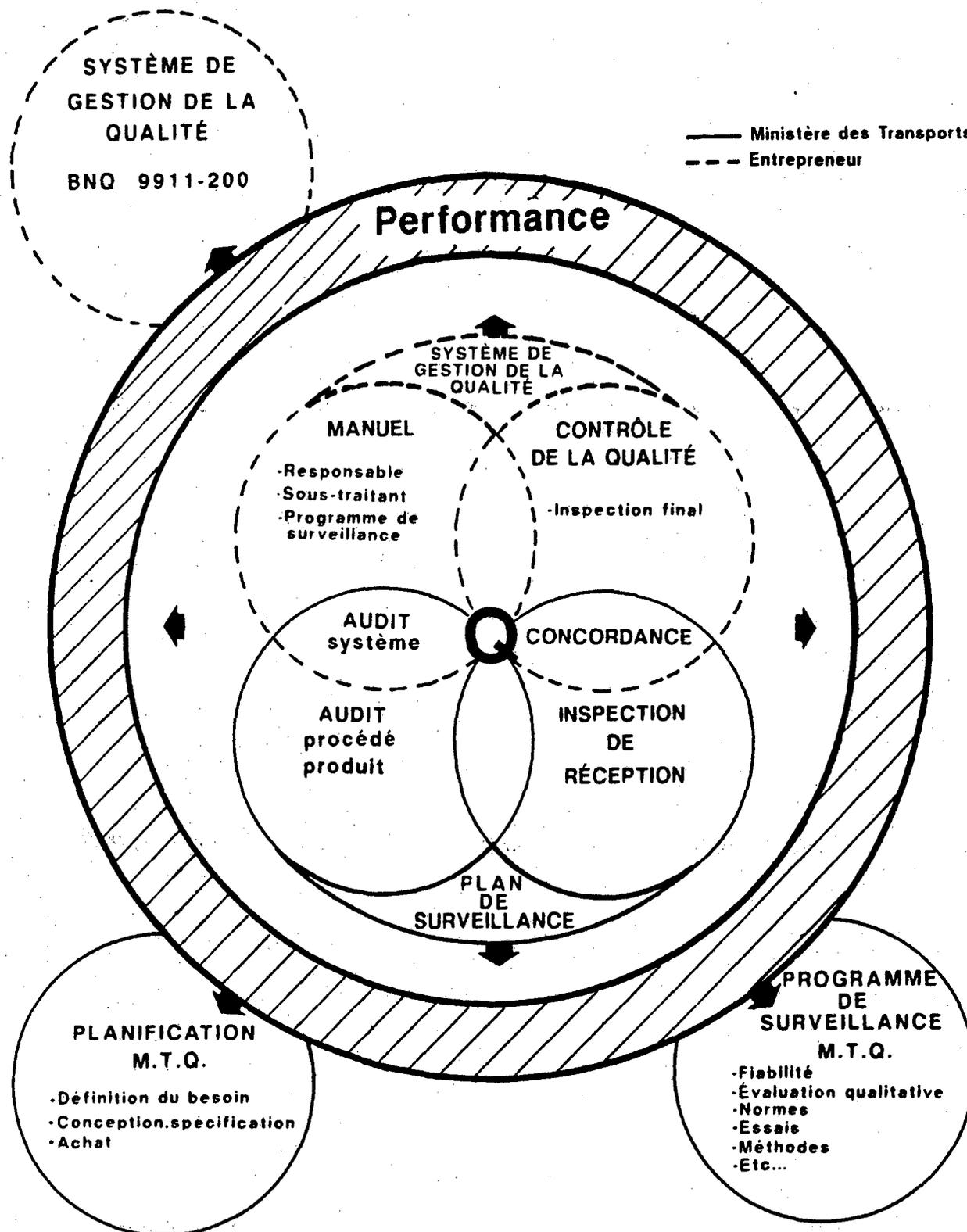


Fig. 4.1 Programme d'assurance de la qualité.

CHAPITRE V

CONCLUSION

Riche de l'expérience acquise au cours de l'été 1986, nous avons pu planifier efficacement l'encadrement du projet de 1987. Notre analyse technique s'en trouve solidement supportée par des données fiables. Cela nous permet d'avancer qu'il est possible d'implanter les techniques de l'assurance de la qualité dans le domaine des enrobés bitumineux.

Toutefois nous nous devons d'y apporter certaines réserves pour que les conclusions tirées respectent leur encadrement et soient dosées par rapport à une éventuelle transposition dans les opérations courantes: les réserves font référence aux techniques de validation des résultats et portent sur la méthode de concordance des résultats. Quoiqu'efficace la méthode utilisée nécessitera une lourde charge d'analyse si tous les entrepreneurs adhéraient au programme.

CONCORDANCE

La méthode de concordance prévue au devis a guidé notre analyse. Nous en avons toutefois modifié son application compte tenu que nous connaissions la variabilité de la population. Nous nous sommes cependant assuré que cette modification respectait l'esprit statistique de la méthode d'origine.

Cela nous a permis d'établir les facteurs de concordance nécessaires à l'établissement des corrélations et à supporter les conclusions qui suivront. Les problématiques rencontrées rendront toutefois difficile son application pour l'ensemble

des contrats (volume d'échantillonnage, application erronée dans certains cas précis). Nous recommandons donc l'utilisation de limites de concordance entre les laboratoires (ASTM, BNQ, etc.). Elles auront pour avantages d'être statiques, opérationnelles et d'enlever les problématiques inhérentes aux particularités mathématiques.

ASSURANCE DE LA QUALITÉ: OPÉRATION

Dans notre cas, nous avons évalué nos différences significatives à l'aide du test de Student "T". Nous avons élaboré des facteurs de concordance pour ajuster les résultats appropriés. Des objectifs techniques recherchés, nous pouvons supporter les conclusions suivantes:

- Charge de contrôle

- i La charge de contrôle du devis assure la qualité dans un contexte où l'entrepreneur possède un système de contrôle de la qualité fonctionnel et conforme.
- ii Cette charge peut être revue et modifiée pour ajustement par rapport aux problématiques opérationnelles et aux besoins en assurance de la qualité.

- Critères de décision

Les critères de décision du C.C.D.G. sont compatibles avec les variables de la production donc applicables à celle-ci. Les entrepreneurs devront toute-

fois se développer des indicateurs de qualité précis. Avec la connaissance de leur variabilité ils pourront mesurer et accentuer la prévention aux étapes intermédiaires de fabrication.

- **Corrélation des résultats**

- i Par une gestion interne appropriée, il serait possible pour l'entrepreneur d'établir la corrélation entre les étapes de production et définir ses propres facteurs d'ajustement.
- ii Il serait possible pour le Ministère d'auditer le produit et ses sous composantes en des points d'inspections différents des points de contrôle de l'entrepreneur et vérifier ainsi la valeur du système de contrôle de la qualité de l'entrepreneur.
- iii Une étude spécifique devrait être entreprise dans le but de vérifier, expérimenter et développer une méthode pour fixer les facteurs d'ajustement d'un entrepreneur.

- **Validation des résultats sur le produit fini**

- i Il est donc possible de valider et contrevérifier les rapports d'inspections finales de l'entrepreneur.

Les données recueillies dans ce projet supportent ces conclusions. Elles présupposent toutefois que l'entrepreneur tient à jour des dossiers qualité en accord avec un système de contrôle de la qualité fonctionnel. Le client auditeur pourra

avec les techniques expérimentées dans ce projet référer aux données contenues dans les dossiers de l'entrepreneur et en établir la valeur par le processus de croisement des résultats recueillis lors des différents audits.

L'implantation d'un programme d'assurance de la qualité devra donc prévoir un processus de pondération pour pallier aux discordances et/ou aux différences pouvant être rencontrées. Un ensemble de procédures devra être développé pour intégrer au programme l'utilisation, des limites de concordance entre les laboratoires, les facteurs d'ajustement entre les parties et ceux inhérents à la gestion interne de l'entreprise. Cet ensemble de facteurs permettra aux parties en présence d'entreprendre un dialogue sur une perception qualitative le plus uniforme possible en égard aux réalités inhérentes au développement scientifique du moment. Les parties pourront ainsi amorcer des processus de remise en question sur une base plus solide et globale.

L'expérience a été faite dans le contexte d'une usine continue. Il va de soi que la stabilité du processus en est d'autant améliorée par rapport à une usine à batch. Dans ce dernier cas, l'entrepreneur se doit d'avoir un système de contrôle de la qualité adapté. Il doit cerner les variables qui lui sont propres et mettre les indicateurs qualité qui lui conviennent. La stabilité des éventuelles limites de concordance sera fonction de la stabilité et de la rigueur de ses bonnes pratiques, cela pourra pallier à un procédé potentiellement plus variable. Quel que soit le type d'usine, l'objectif demeure le même, une qualité définie et quantifiable correspondant à l'attente contractuelle bien définie par le client.

ASSURANCE DE LA QUALITÉ: ORGANISATION - COMMUNICATION

Les autres objectifs de l'expérience portent sur les problématiques organisationnelles et communicationnelles de l'assurance de la qualité comme tel. Ce concept relativement nouveau voire impliquant par rapport aux mentalités du système actuel nécessite donc une période de sensibilisation et de prise de conscience.

Les chapitres III et IV se veulent être un portrait d'un tel système, le contexte de l'expérience ne favorisait cependant pas l'expérimentation de toutes les fonctions d'assurance de la qualité et donc de leur coordination à travers un processus de communication intégré. Néanmoins, nous avons voulu traiter de chaque fonction pour en faire une représentation et servir de base concrète à titre de référence et d'élément de sensibilisation.

Globalement, l'assurance de la qualité fait évoluer l'approche appréciation du produit vers une approche d'audit soit l'appréciation des bonnes pratiques, du processus, voire du système de gestion dans son ensemble. L'appréciation qualitative du produit est optimisée et ajustée suivant un plus grand ensemble de perceptions.

Le transfert de l'approche inspection vers l'approche audit n'est pas nécessairement exhaustive comme il pourrait paraître. La charge est peut-être forte dans la phase d'implantation. Au début, l'audit système stabilise la perception du client face à chaque système de gestion de la qualité. Par la suite, s'ajoute un plan de surveillance adapté. La perception du client n'est alors remise en cause que lorsqu'un ensemble de données factuelles le justifie. Ainsi l'appréciation du niveau de fiabilité de l'entrepreneur s'ajuste à l'ensemble des données que

son système génère contrat après contrat. Un climat de confiance s'instaure sur une base beaucoup plus globale et sécurisante dans le temps.

Toutefois l'ensemble des appréciations qualitatives que génère un tel programme oblige le Ministère à développer un système de gestion des données pour mesurer les écarts. En phase d'implantation la performance des entreprises n'est pas consolidée. Elle se structure avec les divers audits, évaluations, inspections etc. Avec le temps elle se quantifie et supporte l'optimisation des fonctions contrôles ajustant les fréquences ou niveau de fiabilité des entrepreneurs.

Nous concevons par cette approche qu'elle nécessite une approche de gestion non limitative à une étape quelconque, telle que la technique. Elle est conceptuelle, justifiant tant à l'interne qu'à l'externe un coordonnateur de la qualité. Ce dernier a pour mandat d'axer la cohésion du programme et l'intégration des étapes qualité. Il n'est pas "responsable" de la qualité. Il assure la dynamique par la remise en question que génère le programme.

ASSURANCE QUALITÉ: RELATION FOURNISSEUR-CLIENT

Nous présentons ici une représentation graphique qui schématise la relation fournisseur-client. La figure 5.1 démontre la progression des efforts qualité en fonction du temps d'implantation d'un programme d'assurance de la qualité. Au stade de sensibilisation, les efforts qualité sont rehaussés puisque nous sommes dans une étape de transition, de prise de conscience. Elle suscite l'implication profonde nécessaire à l'expérimentation et au développement de l'inter-relation des systèmes à mettre en place.

Inter-relation fournisseur — client

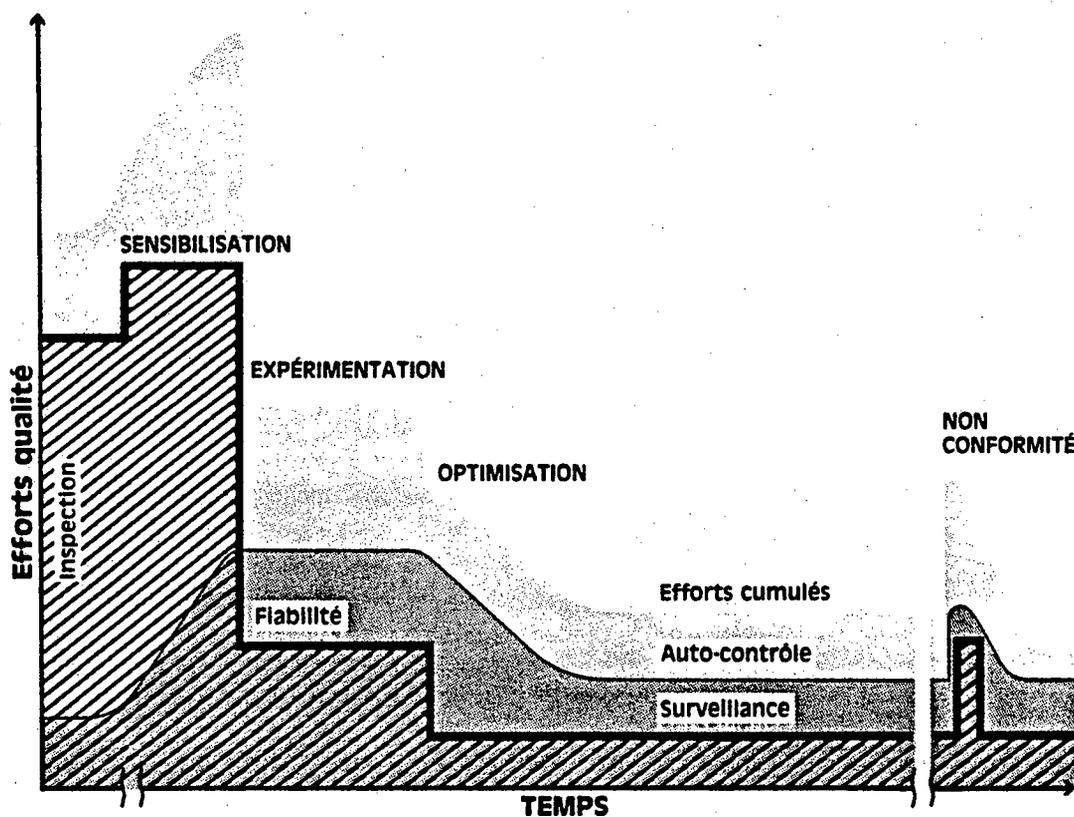


Fig. 5.1 Inter-relation fournisseur - client

Nous pouvons voir qu'avec l'harmonisation des structures client-fournisseur, l'intégration du processus et la responsabilisation des intervenants, il y a accroissement de la fiabilité résultant en une optimisation des efforts qualité. Cette optimisation a déjà été éprouvée dans nos programmes existants et confirme cette représentation graphique.

Pour notre part, nous demeurons convaincus qu'à moyen et court terme la qualité est rentable et constitue un défi qu'il faut relever tant au sein du Ministère qu'au sein de ses partenaires.

ASSURANCE QUALITÉ: ENGAGEMENT

Quelque soit l'intervenant, Ministère ou entrepreneur, tous deux ont des engagements à faire vis-à-vis d'un programme d'assurance de la qualité. Du côté du Ministère, il doit supporter sa démarche à l'interne et démontrer à l'externe ses volontés par rapport à la qualité. Il devra par ses politiques et autres, développer un climat de partnership avec ses entrepreneurs.

Du côté des entrepreneurs, ils sont fournisseurs de biens et services. Ils sont dans un système de compétition. Ils ne peuvent se fier que sur un seul client, le Ministère. La qualité est pour eux leur chance de progression pour l'avenir. Ainsi quelle que soit l'approche du Ministère, ils doivent se tourner vers la gestion de la qualité et développer leur propre politique à cet effet. Actuellement plusieurs mouvements et associations s'engagent vis-à-vis la qualité. Dans le domaine de la construction, une démarche en ce sens est en plein essor à l'Association Béton Québec. Le Ministère veut favoriser et assister le développement de ses entrepreneurs, il cherche à accélérer le processus tant à l'externe

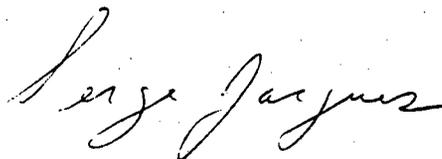
qu'à l'interne. Il n'en demeure pas moins que la volonté première devra provenir de la haute direction des parties concernées.

FICHE D'ÉVALUATION DU RAPPORT

La volonté de fournir un produit ou service de la qualité s'appuie sur une bonne prise de conscience des attentes du client. Nous nous permettons donc de réquérir un peu plus de votre temps pour remplir la fiche d'évaluation placée en annexe 6, à la fin du présent document. Elle nous permettra de quantifier la performance de ce rapport et de statuer sur l'atteinte de nos objectifs.

Nous apprécions votre collaboration et demeurons à votre disposition pour toutes informations complémentaires.

Vous remerciant à l'avance.



Serge Jacques, M.Sc. ing.
Conseiller en gestion
de la qualité
Service de l'assurance
de la qualité

ANNEXE 1

Avis interne

Monsieur le Directeur régional

Objet: Dossier 635-294-0201-7

Monsieur,

En cours d'exécution de son suivi, nous avons constaté une anomalie qui mérite d'être portée à votre attention pour analyse et mesure corrective versus le programme d'assurance de la qualité en vigueur.

Elle porte sur le fait que les quantités de rechargement prévues étaient incompatibles avec les réalités du projet. Le besoin de correction au niveau des accotements a largement affecté les quantités exigées pour le renforcement (devis descriptif, clauses techniques no. 111).

Nous croyons donc que cette lacune peut introduire plusieurs facteurs qui sont propices à la réalisation d'un niveau de qualité inférieur. Nous demeurons à votre disposition pour toutes informations ou assistance dans la recherche d'une solution.

En conséquence, nous apprécierions être informé des mesures correctives que vous comptez prendre pour rectifier cette situation.

Le coordonnateur de la qualité

c.c. Dossier de performance

ANNEXE 2

Avis externe

Monsieur le Directeur
Entrepreneur général

OBJET: Dossier 635-294-0201-7

Monsieur,

En cours d'exécution de son suivi, nous avons constaté des anomalies qui méritent d'être portées à votre attention. Des mesures correctives pourraient éventuellement être apportées à votre système de gestion de la qualité.

Vous trouverez donc en annexe le rapport du Service de l'assurance de la qualité concernant le contrôle de la qualité en chantier. Il relève les différentes interventions que nous avons dû faire pour obtenir un service professionnel compatible avec la qualité et les exigences requises. De plus, vous avez avisé le surveillant le 26 octobre que les travaux étaient terminés. Nous déduisons qu'ils devaient avoir la qualité requise. L'inspection qui suivit démontra certaines déficiences sur lesquelles il vous revenait de porter jugement. Des correctifs auraient dû être apportés avant la remise au client.

Nous aimerions donc connaître la nature et la cause de ces problèmes ainsi que les moyens que vous entendez prendre pour éviter leur renouvellement. Nous croyons qu'il est de votre responsabilité de prendre les dispositions nécessaires pour assurer la qualité du produit et du service offert. Il vous appartient d'éviter les situations de ce genre.

Sur réception de votre perception, nous joindrons les informations pertinentes à notre dossier de performance. Nous sommes toutefois confiant que votre système de gestion de la qualité saura dans l'avenir, soutenir votre fiabilité sur les points soulevés.

Veillez agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

Le coordonnateur de la qualité.

c.c. Directeur régional
Dossier performance



Chicoutimi, le 3 novembre 1987

Inter-Cité Construction Ltée
2277, boul. Talbot, C.P. 396
Chicoutimi, Qué.
G7G 5C2

OBJET: Acceptation finale
Contrat #294-0201-7.

Monsieur,

Suite à votre avis du 26 octobre 1987 mentionnant que vos travaux sont terminés et ayant en main tous les documents requis, nous avons procédé le 28 à l'inspection de votre chantier.

Lors de cette inspection, nous avons relevé un certain nombre de déféctuosité que nous listons en annexe.

Tous les travaux défectueux devront être corrigés conformément aux plans et devis avant que nous puissions faire l'acceptation finale.

Claude Collard, Ing.

CC/lb

C.C. : M. Normand Lapointe, Ing., chef de district
M. Gilles Labarre, Ing.
Dossier
M. Serge Jacques, Ing.

LISTE DES DEFICIENCES

CONTRAT #294-0201-7

LE 28 OCTOBRE 1987

- Banc de gravier: Fossé à creuser.

- Joints: Les joints du début et de la fin sont à reprendre. Tous les joints transversaux suivants doivent être corrigés:

1+710 G, 2+710 G, 4+245 G.D., 4+680 G, 6+310 G.

- Grosses roches rejetées dans le fossé: Lors de la pose de l'emprunt avant le gravelage toutes les grosses roches ont été poussées dans le fossé. Elles obstruent l'écoulement de l'eau et doivent être enlevées.

- Accotement Ch. 4+000 @ 4+300 D: L'accotement n'a pas la largeur requise et est en dentelle. A élargir et le traitement devra être refait.

- Dépression à corriger: 1+710 G, 2+710, 3+290 et 5+260 G.

- Gravier dans le fossé: Là où il y a eu des érosions (côte du 3) le gravier doit être enlevé dans le fossé.

- Ponceaux (Note générale): La plupart n'était pas complété lors de notre passage. Le régalage n'est pas satisfaisant sur tous les ponceaux.

Ch. 1+910 D: Ajouter un bloc côté D. Manque de gravier.
Ch. 2+875 D: Nettoyer le fossé.
Ch. 3+075 D: Ajouter 2 blocs côté D.
Ch. 3+405 D: A ajouter du gros gravier pour appuyer la parafouille à la sortie.
Ch. 6+520 G: Recreuser les fossés et corriger le talus.

- Traitement d'accotement à compléter:

0+800 @ 1+000 G: (1 application).
5+820 @ 6+040 G: (1 application).
7+300 @ 7+640 G: (1 application).

Contrôle de la qualité en chantier

ELABORATION DES DIFFERENTES INTERVENTIONS VERBALES CONTRAT 294-0201-7

C.C.D.G.	Sujet	Fréquence	Critères de décisions	Méthode d'évaluation
28.03	Conditions climatiques 1: température minimum pour débiter les travaux	Régulièrement	Ce contrat a été exécuté à l'automne et a demandé des interventions dues à cette période de l'année et à la situation géographique du contrat (Parc des Laurentides)	Température ambiante thermomètre à température ambiante
	2: surface humide	Selon les conditions climatiques	Degré d'humidité du gravier 20-0 trop élevé Présence de pluie sur la base	Appareil Speedy Visuelle
28.04.1A	Préparation de la surface, surface granulaire 1: degré de compacité	Après vérification	Lorsque le degré de compacité mesuré ne rencontre pas l'exigence requis pour les fondations	Appareil nucléaire
	2: mise en forme (bris des camions)	4 fois	Lorsque les camions en tournant endommagent la forme de la chaussée	Visuelle
28.04.2A)B)	Surface pavée (balayage mécanique)	2 fois	Dépendant de la méthode de travail utilisée par l'entrepreneur pour faire la mise en place de ces accotements en gravier	Visuelle
28.13.4 A	Finisseuse Rallonge hydraulique	1 fois	Utilisation de rallonge hydraulique sur une courte distance en exécutant une sur largeur	Visuelle
28.13.6	Camions	3 fois	Camion non conforme pour l'utilisation de leur bache	Visuelle
28.13.12 B	Mise en place du mélange 1: joint	Régulièrement	Dépendant de la méthode de travail de l'entrepreneur, ratelage des joints de dépôts et réparation des irrégularités	Visuelle

ELABORATION DES DIFFERENTES INTERVENTIONS VERBALES CONTRAT 294-0201-7

C.C.D.G.	Sujet	Fréquence	Critères de décisions	Méthode d'évaluation
28.13.12B	Suite	5 fois	Badigeonnage des joints dont la température est inférieure à 40°C	Thermomètre
28.13.14	Caractéristiques de surface des couches du revêtement	Au besoin	Non uniformité du mélange à la sortie de la finisseuse (ségrégation sur la base)	Visuelle
		Régulièrement	Epaisseur de chaque couche (calcul du taux de pose)	Calculatrice Ruban à mesurer

LE SERVICE DE L'ASSURANCE DE LA QUALITE
SECTION JONQUIERE

André Ferland
André Ferland, t.t.p.

Gilles Lemaire
Vu par Gilles Lemaire, a.m.

ANNEXE 3 INTER-CITÉ



FABRICANTS DE BETON BITUMINEUX - SERVICE D'INGENIEUR

Rapport de l'entrepreneur

Chicoutimi, le 18 décembre 1987

Service de l'assurance de la Qualité
Tranports Québec
200, rue Dorchester sud (1 e)
QUEBEC (Québec)
G1K 5Z1

A l'attention de: Monsieur Yvan Lavoie

Objet: Programme de l'assurance de la qualité dans l'enrobé
bitumineux

Monsieur,

Pour faire suite au projet que nous avons mis en application lors du contrat 294-0201-7, dans le cadre du programme de l'assurance de la qualité, ainsi que notre rencontre du 04 novembre dernier, nous vous transmettons notre analyse des résultats et des différentes étapes de contrôle utilisées dans ce projet.

Vous remarquerez que nous ne nous sommes pas attardés en profondeur sur les résultats eux-mêmes, nous avons plutôt essayé de voir le bien fondé de ces étapes de contrôle et déterminer les améliorations ou modifications à apporter.

Veillez noter également que les commentaires sont fait en fonction du type d'usine utilisée et du genre de contrat.

CHARGE DE TRAVAIL

La mise en marche du projet sur l'assurance de la qualité par l'entrepreneur demande du personnel et des équipements supplémentaires, comme vous avez pu le constater par rapport au contrôle habituel de l'entrepreneur.

.../2

CHARGE DE TRAVAIL (suite)

Dans le présent projet et probablement dans des projets futurs, nous avons effectué notre contrôle habituel en y ajoutant les analyses complémentaires de façon à respecter le devis spécial. Il est certain que nous aurions pu éliminer une partie de nos contrôles qui n'étaient pas exigés dans le devis spécial, mais nous ne pouvions nous le permettre car nous considérons que certains éléments de notre contrôle sont indispensables à une prise de décisions logiques. (Inventaire physique du bitume)

Il a été nécessaire d'ajouter un technicien à l'usine considérant le nombre possible d'analyse granulométrique en une journée;

Combiné à froid

1800 + 300 = 6 Echantillons

20-0

3000 + 800 = 4 Echantillons

22-16

300 + 600 = 1 Echantillon

16-0

1600 + 700 = 3 Echantillons

soit une possibilité de 14 analyses. Effectivement, la journée du 23 septembre, il s'est effectué 10 analyses.

Nous avons dû ajouter également une personne au laboratoire pour les analyses des mélanges de façon à avoir les résultats le lendemain matin tel que spécifié.

Une entente a été prise avec le service de l'assurance de la qualité de Jonquière, afin d'utiliser leur technicien au chantier pour le prélèvement d'échantillon, ce qui a eu pour effet de minimiser les coûts pour une même opération et d'éviter l'engagement d'un technicien supplémentaire.

Le transfert des échantillons s'est fait le soir, après la journée de travail, quand tous les échantillons étaient prélevés.

Pour ces raisons dans un projet futur avec ce devis, nous devons nous attendre à trois techniciens supplémentaires, ainsi qu'à un complément d'équipement, si nous voulons laisser à l'entrepreneur la totalité des essais reliés à l'assurance de la qualité.

Il est compréhensible que nos laboratoires de chantier ne sont pas équipés pour effectuer tous les essais sur les mélanges bitumineux, c'est une question de coût et de mobilité. C'est la raison pour laquelle les analyses sur les mélanges ont été effectuées à notre laboratoire de Chicoutimi.

Certains équipements étaient manquants, nous en avons acheté une partie et le service de l'assurance de la qualité a bien voulu nous prêter le reste. Dans l'institution d'un programme permanent, nous aurons besoin de faire l'acquisition d'équipements complémentaires pour respecter le devis.

Les montant à prévoir pour un projet semblable à celui réaliser comprennent:

- 1) Trois (3) techniciens supplémentaires pour la durée du contrat.
- 2) L'acquisition d'équipement complémentaires pour respecter le devis.

APPRECIATION DU PRODUIT/VS CONTRAT STANDARD

Le contrôle qualitatif ayant été plus serré l'on devrait s'attendre à des résultats de mélange plus près de la formule de mélange que ceux avec notre contrôle habituel. Sans élaborer sur les détails des résultats, nous pouvons constater que si nous comparons les résultats de ce contrat à ceux du contrat précédent que nous avons exécutés sur la route 167, Km 71, dans le Parc de Chibougamau (290-1152-7) et pour lequel, je joins une copie des résultats, que les écarts granulométriques sont moindres mais que dans les deux cas les caractéristiques physiques sont à l'intérieur des tolérances et que dans les deux contrats les mélanges fournis sont de bonne qualité.

APPRECIATION DU PRODUIT/VS CONTRAT STANDARD (suite)

L'amélioration granulométrique dans le contrat 294-0201-7 est probablement dûe à une meilleure connaissance des réserves avant la production de la formule de mélange.

Nous ferons une analyse plus détaillée du produit plus loin.

TRAVAUX EN CHANTIER / VS CONTRAT STANDARD

Pour comparer ce contrat à un contrat standard, il est évident que nous devons le comparer à un contrat de même type et de même envergure. Me référant à des contrats exécutés par nous, on ne peut prétendre que celui-ci est de moins bonne ou de meilleure qualité que ceux exécutés précédemment, quoique le fait de nous limiter à un kilomètre de gravier non recouvert de pavage a contribué à augmenter le nombre de joints transversaux et du même coup à augmenter le nombre potentiel de mauvais joints.

Les profils, bordures, les accotements et les joints ont été réalisés de manière acceptable, cependant, certains joints transversaux sont perceptibles en automobile, sans qu'une intervention soit justifiée.

Les températures du mélange et de pose se sont maintenues à l'intérieur des limites prévues.

L'entrepreneur aura à prendre à sa charge les décisions concernant les conditions de pose, sans avoir toujours à attendre l'acceptation du ministère.

APPRECECIATION DES DIVERS POINTS DE CONTROLES PREVENTIFS ET PRECISIONS DES RESULTATS D'ANALYSE:

Analyse des réserves: Ce point de contrôle est l'un des plus importants puisque c'est à partir de ces résultats et de ces échantillons que l'on va établir la formule de mélange.

APPRECIATION DES DIVERS POINTS DE CONTROLES PREVENTIFS ET PREVISIONS DES RESULTATS D'ANALYSE (suite)

Pour déterminer les quantités minimales de chacune des réserves avant la production, l'on devrait tenir compte des pourcentages estimés de chacun des calibres de granulat et ceci en considérant que la quantité utilisée dans le mélange influence la précision nécessaire.

Le sable d'addition a une grande influence sur les caractéristiques des mélanges, le % de celui-ci peut difficilement être prédéterminé. Il est également impossible de savoir si ce sable satisfait les exigences avant de produire un mélange en laboratoire. C'est pourquoi nous ne pouvons attendre les quantités minimales requises pour la préparation de la formule. Une discussion devra s'ouvrir pour redéfinir ces quantités minimales.

ANALYSE DU COMBINE A FROID

Les analyses des échantillons combinés à froid ont été comparées par journée aux analyses d'enrobé bitumineux (Tableaux 1A, 1B, 2A, 2B) ainsi qu'à la formule de mélange. Nous pouvons constater que même si nous nous sommes maintenus à l'intérieur de l'écart admissible lors de l'analyse des réserves, nous avons obtenus une erreur systématique dès le début de production au tamis 12,5 mm, ce qui nous a obligé à modifier la granulométrie de la formule.

Nous pouvons constater également que la granulométrie du combiné à froid ne concorde pas avec les analyses du mélange dans plusieurs cas et cela autant en plus qu'en moins. (Voir tableau 1A le 87-09-24) et tableau (1B le 87-10-05). Certaines décisions qui auraient dûes être prises à la suite des granulométries du combiné à froid n'ont pas été prises et ce fait est dû à nos doutes sur la représentativité de cet échantillonnage et les résultats des mélanges ont confirmés nos décisions.

ANALYSE DU COMBINÉ A FROID (Suite)

Nous constatons en étudiant la moyenne des résultats que les moyennes concordent mais que les écarts types sont beaucoup plus grands pour les granulométries du combiné à froid que pour celles des mélanges bitumineux. Après que nous ayons démontré que la granulométrie du mélange est sous contrôle, il serait possible d'éliminer les essais de contrôle granulométrique à la sortie de l'usine en prenant note périodiquement des résultats transmis par l'équipement que possède l'usine dont je vous transmets un échantillon des rapports sur lequel nous pourrions discuter ultérieurement.

ANALYSE DES MELANGES A L'USINE PRELEVEES A LA SORTIE DU MALAXEUR VS/ AU LABORATOIRE PRELEVE SUR LA ROUTE (Tableaux 3A, 4A, 5A, 3B, 4B)

Nous constatons que nous retrouvons le même genre d'écart sur les granulométries du mélange prélevé à l'usine que celle du combiné à froid et les écarts types sont également plus élevés que les analyses du mélange prélevé sur la route. Il est certain que nous devons prendre en considération que les échantillons à l'usine n'ont pas été séparés selon la méthode de normalisée.

ANALYSES PAR ECHANTILLONS Inter-Cité Construction Ltée VS/ S.A.Q. (Tableaux 6A, 7A, 8A, 9A, 10A, 5B, 6B, 7B)

La comparaison des résultats du S.A.Q. avec ceux de I.C.C.L., nous indique des résultats semblables l'un à l'autre à l'exception du tamis 12,5 mm et 16,0 mm qui ont des différences assez appréciables et qui sont probablement dues à de la ségrégation lors de la manipulation entre l'échantillonnage et l'analyse. Tous les résultats du pourcentage de bitume sont à l'intérieur de l'écart de reproductibilité.

ANALYSES PAR LOTS Inter-Cité Construction Ltée VS/M.T.Q. (Tableaux 11A, 12A, 8B, 9B)

Nous pouvons constater que les analyses individuelles de l'entrepreneur sont comparables au lot complet du S.A.Q. avec une exception en ce qui concerne le lot 7 type MB4, où les écarts sont appréciables surtout pour la partie plus grande que les tamis 5 mm. Les moyennes nous démontrent des mélanges globaux presque identiques.

LA COMPACTION Inter-Cité Construction Ltée VS/ S.A.Q. (Tableaux 13A, 10B)

Considérant la température des premières journées, nous n'avons pu utilisé le nucléodensimètre pour déterminer la compaction du mélange en chantier. C'est pourquoi le prélèvement de carottes a été nécessaire. Vous constaterez que la moyenne de chacun des lots sont à l'intérieur de 1% d'écart à l'exception du lot 7A, du mélange MB-2, qui contient seulement un échantillon. Les écarts ne sont pas systématiquement du même côté de la moyenne pour un même laboratoire. La moyenne totale des analyses se situe à 0,1 % près.

RESUME DES DIFFERENTES MOYENNES (Tableau 14A, 11B)

A l'étude de ces résultats, nous constatons que les différentes moyennes se confirment mutuellement ainsi que par rapport à la formule mais nous ne pouvons en dire autant concernant les résultats individuels de chacune des moyennes.

POURCENTAGE DE BITUME (Annexe 1, 2A, 2B)

La quantité de bitume incorporée au mélange en plus d'être vérifiée en laboratoire lors de l'analyse des échantillons est vérifiée en usine en calculant l'inventaire physique du bitume livré par rapport aux quantités de mélange bitumineux produites pour chaque type de mélange.

Nous pouvons constater qu'en aucune journée l'écart est à l'extérieur de l'écart tolérable, nous considérons donc que cette vérification est valable tenant compte qu'elle est effectuée sur un grand volume de production.

Nous annexons également une vérification de la pompe à bitume (annexe 2A et 2B).

ECHANTILLONAGE DU PRODUIT SUR LA ROUTE

L'échantillonnage du produit lors de l'épandage est un handicap à la rapidité d'exécution des analyses après cet échantillonnage, nous devons attendre parfois jusqu'à la fin de la journée de pose pour prendre le dernier échantillon afin de faire parvenir celui-ci au laboratoire pour fin d'analyse.

Dans un prochain projet, nous pourrions comparer plus efficacement les analyses du mélange à la sortie du four rotatif par rapport à ceux prélevés sur la route, ce qui pourrait nous amener à échantillonner à la sortie du four en remplacement de la route.

REVISION DU DEVIS

FORMULE DE MELANGE

Les quantités minimales pour la production de la formule devront être réévaluées en tenant compte du sable d'addition et des pourcentages nécessaires de chacun des calibres.

COMBINE A FROID

Les analyses du combiné à froid n'ont pas démontrées la précision attendue. Ceci est dû surtout à l'irrégularité de l'alimentation aux bennes froides sur une courte section de la courroie, l'analyse à la sortie du malaxeur pourrait contourner cet inconvénient.

La cadence d'échantillonnage pour le 1^{er} lot devrait être réduite à chaque tranche de 500 tonnes de façon à rendre l'opération plus fonctionnelle et les lots subséquents suivront la cadence établie.

DOSAGE DU GRANULAT ET DU BITUME

La vérification du dosage du bitume peut être faite avant le début de production mais dû à la complexité de l'opération on devrait s'en tenir par la suite à l'inventaire physique.

DOSAGE DU MELANGE

(Non applicable)

TEMPERATURE

La température du granulats ne peut être vérifiée puisque nous opérons avec une usine à tambour sècheur malaxeur.

TYPE DE MELANGE

(Non applicable)

ESSAIS SUR LES MELANGES

Nous devrions étudier la possibilité d'échantillonner le mélange à l'usine ce qui aurait un double avantage, soit, diminuer le temps entre la prise d'échantillon et l'analyse de façon à obtenir le résultat plus rapidement et nous pourrions combiner le contrôle à l'usine avec l'analyse du produit fini et éviter de faire les mêmes essais deux fois.

ESSAIS SUR LES MELANGES (Suite)

Les essais de densité maximale devraient être effectués à la même cadence que les autres essais sur le mélange. La cadence de un échantillon par lot, une fois la preuve faite que la production est sous contrôle devrait passer à deux.

EN COURS D'EXECUTION

La disponibilité des résultats pour la production du lendemain devrait s'appliquer pour les échantillons prélevés avant 14h00 heures ce qui rendrait l'opération plus fonctionnelle et éviterait le travail de nuit en laboratoire.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Suite à une telle expérience, il est certain que plusieurs améliorations sont à apporter de façon à rencontrer les objectifs de chacune des parties. Le respect du présent devis nous oblige à l'engagement de trois techniciens supplémentaires quoique avec une certaine modification le personnel supplémentaire pourrait se limiter à deux personnes.

Nous croyons tous qu'il serait préférable de diminuer les analyses entre l'alimentation et le produit fini au profit d'une plus grande utilisation des données que peut nous fournir l'instrumentation de l'usine, tout en accentuant les contrôles sur les caractéristiques physiques du mélange tel que le V.A.M., Vv, Dmm, stabilité.

Pour atteindre cet objectif, nous pourrions également prendre en considération la possibilité d'échantillonner le produit à la sortie de l'usine ce qui diminuerait considérablement le temps entre la prise de l'échantillon et l'obtention des résultats.

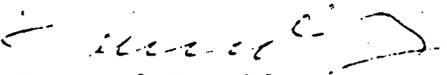
Il sera nécessaire dans un prochain projet d'expérimenter l'utilisation du nucléodensimètre pour vérifier la compaction.

Il sera également indispensable, si nous ne changeons pas la méthode d'échantillonnage, que l'entrepreneur prenne la charge du contrôle sur la route.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS (suite)

Nous devons regarder la possibilité d'effectuer tous les essais au laboratoire où se situe l'usine.

Nous sommes disposés à répéter l'expérience sur un autre projet et pour se faire nous sommes disponibles pour une discussion concernant les résultats de celui exécuter et des améliorations à apporter pour un projet futur.


Fernand Tremblay,
Technicien



ANNEXE 4

Rapport du S.A.Q.

Soumis à Serge Jacques, ing.

OBJET: Contrat 294-0201-7
Projet spécial en
Assurance de la Qualité

1987-12-21

POINT 1

La surcharge de travail dans ce projet est due au contrôle granulométrique des réserves d'agrégats pour béton bitumineux ainsi qu'aux réserves de gravier concassé 20-0 pour le rechargement et ceci pendant la mise en place du mélange de béton bitumineux.

Lors de la mise en place des matériaux de rechargement calibre 20-0 il y a eu augmentation de la cadence de vérification des épaisseurs du rechargement (correction de devers et de profils).

Le changement très fréquent d'un mélange à un autre, causé par les variations de température automnale, a occasionné plusieurs problèmes. La production moyenne était de 1 200 tonnes/jour; de plus, le prélèvement d'un troisième échantillon, son identification, son transport et sa manipulation ont accru la charge de travail.

POINT 2

Suite aux compilations statistiques de cette usine, on peut relever un faible taux de non conformité, aussi on constate un niveau de qualité supérieure. Ce contrat n'aurait fait l'objet d'aucune retenue.

Le service technique de l'entrepreneur a fait les interventions nécessaires pour maintenir un haut niveau de qualité.
Voir copies statistiques ci-jointes.

POINT 3

Elaboration des différentes interventions verbales sur ce contrat.
Voir feuilles ci-jointes.

POINT 4

L'entrepreneur a tout mis en oeuvre, selon l'outillage disponible dans la région, pour obtenir un niveau de qualité supérieure et ce, malgré les mauvaises conditions climatiques.

POINT 5

La principale lacune de ce contrat est l'autorisation de débiter les travaux semblables à cette période de l'année et surtout dans le Parc des Laurentides.

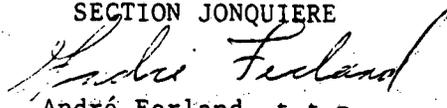
POINT 6

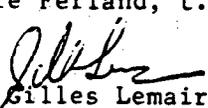
A: Conclusion: Un programme comme celui-là ne peut s'appliquer qu'à une entreprise qui a un service technique bien élaboré ce qui limite la participation de plusieurs entrepreneurs dans la région.

B: Recommandation: Un service d'éducation auprès des entrepreneurs devrait exister afin de les sensibiliser au contrôle intensif de la qualité tel que prévu dans ce projet. Ce genre de projet devrait être fait par la même équipe de contrôle de qualité afin de pouvoir mieux discerner les besoins des futurs projets.

C: Appréciation: Dans son ensemble, le projet s'est bien déroulé pour la partie qu'on a été mandatée.

LE SERVICE DE L'ASSURANCE DE LA QUALITÉ
SECTION JONQUIÈRE


André Ferland, t.t.p.


vu par Gilles Lemaire, a.m.

c.c.: M. Jacques Lavallée, att. adm.

Dossier

p.j. Compilations statistiques
Elaborations des interventions verbales
Copie du Journal de Chantier

ELABORATION DES DIFFERENTES INTERVENTIONS VERBALES CONTRAT 294-0201-7

C.C.D.G.	Sujet	Fréquence	Critères de décisions	Méthode d'évaluation
28.03	Conditions climatiques 1: température minimum pour débiter les travaux 2: surface humide	Régulièrement	Ce contrat a été exécuté à l'automne et a demandé des interventions dues à cette période de l'année et à la situation géographique du contrat (Parc des Laurentides)	Température ambiante thermomètre à température ambiante
		Selon les conditions climatiques	Degré d'humidité du gravier 20-0 trop élevé Présence de pluie sur la base	Appareil Speedy Visuelle
28.04.1A	Préparation de la surface, surface granulaire 1: degré de compacité 2: mise en forme (bris des camions)	Après vérification 4 fois	Lorsque le degré de compacité mesuré ne rencontre pas l'exigence requis pour les fondations Lorsque les camions en tournant endommagent la forme de la chaussée	Appareil nucléaire Visuelle
28.04.2A)B)	Surface pavée (balayage mécanique)	2 fois	Dépendant de la méthode de travail utilisée par l'entrepreneur pour faire la mise en place de ces accotements en gravier	Visuelle
28.13.4 A	Finisseuse Rallonge hydraulique	1 fois	Utilisation de rallonge hydraulique sur une courte distance en exécutant une sur largeur	Visuelle
28.13.6	Camions	3 fois	Camion non conforme pour l'utilisation de leur bâche	Visuelle
28.13.12 B	Mise en place du mélange 1: joint	Régulièrement	Dépendant de la méthode de travail de l'entrepreneur, ratelage des joints de départs et réparation des irrégularités	Visuelle

ELABORATION DES DIFFERENTES INTERVENTIONS VERBALES CONTRAT 294-0201-7

<u>C.C.D.G.</u>	<u>Sujet</u>	<u>Fréquence</u>	<u>Critères de décisions</u>	<u>Méthode d'évaluation</u>
28.13.12B	Suite	5 fois	Badigeonnage des joints dont la température est inférieure à 40°C	Thermomètre
28.13.14	Caractéristiques de surface des couches du revêtement	Au besoin	Non uniformité du mélange à la sortie de la finisseuse (ségrégation sur la base)	Visuelle
		Régulièrement	Epaisseur de chaque couche (calcul du taux de pose)	Calculatrice Ruban à mesurer

LE SERVICE DE L'ASSURANCE DE LA QUALITE
SECTION JONQUIERE

André Ferland
André Ferland, t.t.p.

Gilles Lemaire
Vu par Gilles Lemaire, a.m.

MINISTERE DES TRANSPORTS

GOUVERNEMENT DU QUEBEC

ANNEXE 5

REGION: _____

DISTRICT: _____

DOSSIER-CONTRAT N° :

NATURE DES TRAVAUX : Enrobé bitumineux préparé et
posé à chaud

ROUTE :

MUNICIPALITE :

CIRC. ELECTORALE :

DEVIS SPECIAL

ASSURANCE DE LA QUALITE

CONTROLE DE LA QUALITE EFFECTUE PAR L'ENTREPRISE

1. OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

Le présent devis a pour objet de définir les exigences techniques, les renseignements à fournir par l'adjudicataire et les dispositions relatives à l'assurance de la qualité concernant la fabrication et la pose d'enrobé bitumineux.

Il a été développé avec l'intention de définir les exigences pour l'ensemble des besoins des différents mélanges requis au cours d'une même saison. Par conséquent son application n'est pas limitée à un contrat donné.

Toutefois, son caractère expérimental actuel limite son application à des contrats types prédéterminés à l'avance.

En conséquence, l'entreprise qui veut adhérer au programme d'assurance de la qualité du Ministère, division "Revêtement bitumineux", doit faire une demande écrite auprès du directeur régional responsable du territoire où est localisée sa centrale d'enrobage.

88 OCT 19 8 31

2. **DOCUMENTS**

Les documents suivants s'appliquent au présent devis.

2.1 Cahier des charges et devis généraux, Les publications du Québec, 1986, Gouvernement du Québec.

2.2 Bureau de normalisation du Québec (BNQ), ministère de l'industrie et du commerce.

BNQ 9911-200/1983-12-05 Gestion de la qualité
programme de base.

3. **CLASSIFICATION**

Les mélanges bitumineux visés par le présent devis doivent appartenir au skip-mix ainsi qu'aux types MB-2 à MB-6 inclusivement tel que définit à l'article 16.05 du CCDG.

4. **EXIGENCES TECHNIQUES**

Les mélanges bitumineux doivent rencontrer les exigences spécifiées à l'article 28.15.2 du CCDG. Toutefois, les prescriptions stipulées au paragraphe B) a) "cadence d'échantillonnage" sont remplacées par celles du présent devis.

5. **METHODES D'ESSAIS**

Les méthodes d'essais devant être utilisées pour vérifier la conformité par rapport aux exigences du présent devis doivent être celles qui apparaissent à l'article 28.15.2 B) d) du CCDG.

6. **DISPOSITIONS RELATIVES A L'ASSURANCE DE LA QUALITE**

6.1 L'entreprise doit démontrer, à la satisfaction du Ministère, qu'elle effectue à son usine ainsi qu'en chantier un contrôle de la qualité rencontrant les exigences décrites dans la norme BNQ 9911-200 (83-12-05) "Gestion de la qualité - programme de base".

L'entreprise devra faire accepter son système de contrôle de la qualité ou toute modification ultérieure. L'acceptation sera faite par le Ministère avant l'adjudication d'éventuels contrats.

6.2 Acceptation

Pour soutenir le système de contrôle de la qualité en place, un programme de surveillance doit être présenté par l'entreprise. Elle devra par la suite le faire accepter par le Ministère. Ce programme peut se présenter sous toute forme convenant au système de l'entreprise. Il doit toutefois couvrir les modalités encadrant:

- A) -le contrôle de la qualité du produit
- B) -les contrôles de la qualité de la pose
- C) -la fiabilité des équipements de:

- 1) laboratoire
- 2) fabrication
- 3) pose

- D) -la compétence du personnel affecté:

- 1) au laboratoire
- 2) à la fabrication
- 3) à la pose

6.2.1 Acceptation du contrôle de la qualité du produit et de la pose

Pour obtenir l'acceptation, l'entreprise doit élaborer un plan d'inspection et d'essais dont les critères sont donnés en annexe A et B.

6.2.2 Acceptation de la fiabilité des équipements

Pour obtenir l'acceptation, l'entreprise doit élaborer un plan de maintenance dont les critères sont donnés en annexe C.

6.2.3 Acceptation de la compétence du personnel

Pour obtenir l'acceptation, l'entreprise doit élaborer un dossier de compétence dont les critères sont donnés en annexe D.

6.3 Formule de mélange

L'approbation des formules de mélange doit être faite suivant l'article 28.13.2 B) du CCDG.

L'entreprise doit établir sa formule par rapport à des échantillons provenant de réserves des différents calibres nécessaires. Elles doivent être constituées d'un tonnage correspondant au minimum entre 3600 tonnes et la quantité nécessaire aux contrats prévus. Lorsque l'approvisionnement est fait à partir de réserve contrôlée par une carrière commerciale, les résultats de ce contrôle peuvent être utilisés pour établir la formule de mélange.

Une fois la formule approuvée, aucun résultat d'un calibre de granulat ne doit être de nature à faire dévier à plus de deux reprises consécutives le mélange en dehors d'un écart admissible. Advenant cette éventualité, la production de l'enrobé bitumineux doit être suspendue. De nouvelles réserves doivent être reconstituées afin de décider la poursuite de la fabrication suivant la même ou une nouvelle formule selon le cas.

6.4 Essai de concordance

Le facteur de concordance est le facteur utilisé par le Ministère pour fins de comparaison entre ses résultats et ceux de l'entreprise afin de valider ces essais.

Les échantillons réguliers du premier lot de production sont utilisés pour déterminer le facteur de concordance entre les résultats de l'entreprise et ceux du Ministère.

Si l'entreprise le désire, ce facteur de concordance peut être fait avant le début des travaux, par l'analyse de cinq échantillons préparés par le Ministère.

Le Ministère et l'entreprise analysent séparément les cinq échantillons, les deux moyennes de lot sont alors statistiquement comparées selon le test du Student (t) à un niveau de confiance de 90% afin d'évaluer s'il existe une différence significative.

Si la différence est significative, le facteur de concordance devient la différence entre les deux moyennes. Si la différence est non significative, le facteur de concordance est nul.

6.5 Contrôle de la qualité effectué par l'entreprise

Le système de contrôle de la qualité effectué par l'entreprise doit respecter les exigences minimales pour les vérifications et essais suivants. Toutefois chaque entreprise doit évaluer sa propre situation, juger de la fiabilité qui en découle et augmenter s'il y a lieu la cadence de ses vérifications ou essais selon le cas.

6.5.1 Granulat à froid

Le tableau suivant définit la cadence d'échantillonnage pour les granulats à froid.

<u>Cadence</u> (Echantillon/tonnes)	<u>Quantité du calibre</u> (tonnes)
1/600	0 à 3 600
1/700	3 601 à 8 500
1/800	8 501 à 14 900
1/1 000	14 901 à 24 900
1/1 500	+ 24 901

6.5.2 Granulat à chaud - centrale à fournée

Lors de l'usinage du 1^{er} lot (1 500 tonnes) d'enrobé bitumineux, chaque benne chaude doit être analysée par tranche de 500 tonnes produites. Ces échantillons devront démontrer que la production est sous contrôle.

Les lots subséquents sont alors échantillonnés à chaque tranche de 750 tonnes pour le calibre fin et de 1 500 tonnes pour les autres calibres.

Dans le cas de production marginale ou hors contrôle, les actions à entreprendre et les fréquences d'échantillonnages sont précisées aux tableaux I et II.

6.5.3 Granulat combiné - autres centrales

Lors de l'usinage du 1^{er} lot d'enrobé bitumineux, le granulat combiné doit être analysé pour chaque tranche de 300 tonnes produites.

6.5.3 (suite)

Ces échantillons devront démontrer que la production est sous contrôle. Les lots subséquents sont alors échantillonnés à chaque tranche de 750 tonnes produites.

Dans les cas de production marginale ou hors contrôle les actions à entreprendre et les fréquences d'échantillonnages sont précisées aux tableaux I et II.

Le contrôle effectué sur le 1^{er} lot devra permettre d'établir la corrélation entre la teneur en eau du granulat fin et celle du granulat combiné.

Une fois établie cette corrélation devra permettre d'apporter les correctifs appropriés par rapport à la masse du granulat et être vérifiée lors de l'analyse des échantillons recueillis au cours de la production.

6.5.4 Dosage du granulat et du bitume

L'entreprise doit être en mesure de prouver que sa centrale est dotée d'un système de dosage du granulat et d'un système de dosage du bitume ayant une précision inférieure à 2% par rapport à la balance qui sert à établir la masse de l'enrobé transporté, une fois l'erreur systématique corrigée.

La fréquence minimale d'évaluation est d'une fois par semaine lorsque la production est supérieure à deux jours.

6.5.5 Dosage du mélange

Lors de l'usinage du 1^{er} lot d'enrobé bitumineux, une vérification du dosage du mélange doit être effectuée pour chaque tranche de 300 tonnes produites.

Cette vérification consiste à comparer la masse produite à partir des données de la centrale avec la masse trouvée sur la balance utilisée pour peser les camions affectés au transport.

La masse minimale pour cette vérification doit se rapprocher de la charge légale d'un camion affecté au transport de l'enrobé.

TABLEAU I

"Plan de surveillance"

PRODUCTION (PRODUIT)				
	Sous contrôle (CONFORME)	Marginale (MARGINAL)		Hors contrôle (NON CONFORME)
Analyser les résultats à l'intérieur d'un lot	<u>Analyse suivant N=1</u> Tous les résultats sont à l'intérieur des écarts admissibles. Dans le cas du 1er lot, les 3e, 4e et 5e résultats sont progressivement analysés pour démontrer que l'écart tolérable est continuellement respecté.	<u>Analyse suivant N= 1</u> Un résultat entre l'écart admissible et critique implique la prise de deux échantillons consécutifs suivant la fréquence du 1er lot pour former un échantillonnage de taille égale à trois.		<u>Analyse suivant N= 1</u> Un résultat est en dehors de l'écart critique.
		<u>Analyse suivant N = 3</u> Si le résultat demeure dans les écarts tolérables		Si le résultat se situe entre écart tolérable et écart critique
Action à prendre	Echantillonner suivant fréquence du 2e lot.	Echantillonner suivant la fréquence établie.	Effectuer les correctifs et échantillonner suivant fréquence du 1er lot	Suspendre la production, effectuer les correctifs et échantillonner suivant la fréquence du 1er lot.

TABLEAU II
"Ecartés décisionnels"

Caractéristique Pour	Mélange type	Ecart adm. pour N=1	E c pour N=1 à 5	E t pour N=5	E t pour N=4	E t pour N=3
Passant 10 mm	MB-2	5	10	4,8	5,4	6,2
	MB-3-4	5	8	3,7	4,1	4,8
	MB-5-6	5	7	3,3	3,7	4,3
Passant 2,5 mm	MB-2	6	6	3,0	3,3	3,8
	MB-3-4-5-6	6	9	3,7	4,1	4,8
Passant 80 um	tous	2	2	0,8	0,9	1,0
Total granulo- métrique	MB-2	25	60	20	21	25
	MB-3-4-5	25	30	18	20	23
	MB-6	25	30	16	18	21
Bitume	tous	0,5	0,75	0,35	0,39	0,45

E = écart
Adm= admissible
t = tolérable
c = critique

Les vérifications faites sur le 1^{er} lot servent à établir la corrélation qui existe entre les données de la centrale et la balance utilisée pour peser les camions.

Pour les lots subséquents, cette vérification est faite à tous les 750 tonnes d'enrobé produit et tout écart de plus de 1% à la valeur fixée par la corrélation doit amener les ajustements requis sans toutefois interrompre la production. Un écart de 2% et plus impose cependant un arrêt immédiat de la production, et elle n'est reprise qu'une fois les correctifs jugés nécessaires effectués.

6.5.6 Bitume

L'entreprise doit procéder à l'échantillonnage du bitume à chacune des livraisons, suivant la méthode ASTM-140.

Elle doit vérifier le type de bitume et enregistrer sa température et s'assurer que ces informations sont sur le bon d'expédition.

L'échantillon est conservé et c'est le Ministère qui décide des essais à effectuer et qui les effectue.

6.5.7 Température

La température des granulats et du bitume doit être mesurée au moins deux fois par jour de production, soit une mesure dans l'avant-midi et une dans l'après-midi. La température du mélange doit être mesurée à la cadence minimale de une mesure par deux heures de production. Les exigences sont précisées aux articles 28.13.9 et 28.13.10 du CCDG.

6.5.8 Temps de malaxage

Le temps de malaxage doit être vérifié à tous les 2 heures de production.

6.5.9 Essai sur le mélange

Lors de l'usinage du 1^{er} lot d'enrobé bitumineux, le mélange est analysé à toutes les 300 tonnes. Il est échantillonné suivant un emplacement sur la chaussée déterminé par une table de hasard. Ces échantillons devront confirmer que le produit est conforme.

Les lots subséquents sont échantillonnés suivant la même fréquence. Toutefois, les essais sur le mélange ne s'effectuent qu'à toutes les 1500 tonnes à l'exception de l'essai "densité maximale" qui conserve la cadence initiale.

Dans le cas où le produit est marginal et/ou hors contrôle, les actions à entreprendre et les fréquences d'échantillonnages sont précisées aux tableaux I et II.

Lors de son échantillonnage du mélange bitumineux, l'entreprise doit prélever deux échantillons qui se répartissent comme suit: un pour l'entreprise, un pour le M.T.Q.

6.5.10 Compacité

L'entreprise doit mesurer la compacité à l'aide de l'une ou l'autre des deux méthodes suivantes:

A) Evaluation au nucléodensimètre

L'entreprise qui possède un nucléodensimètre pour vérifier la compacité d'un revêtement doit vérifier et régler son appareil lors de la pose du 1^{er} lot à l'aide de 10 carottes prélevées de façon aléatoire sur la chaussée.

Une fois cette vérification effectuée, le nucléodensimètre peut être utilisé pour l'évaluation de la compacité sur les lots subséquents.

Au total, 3 lectures sont effectuées sur 10 sites différents, déterminés de façon aléatoire sur la chaussée et la moyenne ainsi obtenue doit être supérieure à 92% de la densité maximum avec au moins 7 résultats supérieurs à 92%, et aucun résultat inférieur à 88%. Cette vérification est faite en présence d'un représentant du Ministère.

Si cette exigence n'est pas satisfaite, l'entreprise doit procéder au carottage de 6 spécimens prélevés de façon aléatoire et la procédure prévue à l'article 28.15 du CCDG concernant la conformité des résultats s'applique.

B) Evaluation par carottage

L'entreprise qui ne possède pas de nucléodensimètre doit procéder au carottage de 3 spécimens prélevés de façon aléatoire et suivre la procédure prévue à l'article 28.15 du CCDG concernant la conformité des résultats s'applique.

6.5.11 Dossiers relatifs à la qualité

Les dossiers relatifs à la qualité doivent être tenus à jour et couvrir, sans être restrictif par rapport à l'exigence de la norme BNQ 9911-200, les articles 6.3, 6.4 et 6.5 du présent devis. Tous les résultats doivent être identifiés puis enregistrés en indiquant la journée, l'heure et mis à la disposition du Ministère.

6.6 Renseignements à fournir par l'entreprise

Les informations et rapports d'essais suivants doivent être fournis par l'entreprise.

6.6.1 Avant le début des travaux

- A) Le nom du responsable de la qualité, soit celui possédant l'autorité de résoudre les questions relatives à la qualité.
- B) Le nom des sous-traitants, lorsqu'elle donne des mandats à des laboratoires privés ou autres.
- C) Elle doit fournir ces informations au surveillant avec copie à la section du Service de l'assurance de la qualité concernée par la localisation de l'usine.

6.6.2 En cours d'exécution

- A) Les résultats des essais d'extraction, granulométrie et de densité maximale devront être disponibles avant le début de la production du lendemain. Ils devront être fournis dans les 24 heures suivant la demande du Ministère.

- B) L'ensemble des essais effectués sur le mélange y compris l'évaluation de la compacité devront être disponible dans les 48 heures. Ils devront être fournis dans les 72 heures ouvrables après la fermeture du lot.
- C) Une copie des bons de livraison du bitume concerné pour ces contrats.
- D) Ces rapports doivent être fournis aux personnes identifiées à l'article 6.6.1 c).

7. **PLAN DE SURVEILLANCE**

Le Ministère se réserve le droit de déléguer un observateur lors de chaque opération de contrôle de la conformité et d'échantillonner en même temps que l'entreprise.

Le Ministère peut analyser un ou tous les échantillons pour comparer ces résultats fournis avec ceux de l'entreprise.

L'écart entre les moyennes des échantillons du Ministère et de ceux de l'entreprise, préalablement corrigés du facteur de concordance, doit être statistiquement non significatif à un niveau de confiance de 90% pour chaque lot. Dans les cas où les écarts seraient significatifs, les échantillons de revêtement peuvent être prélevés pour régler d'éventuel litige.

8. **DROIT D'ACCES**

L'entreprise doit permettre aux représentants du Ministère l'accès à son usine ainsi qu'aux locaux de son sous-traitant, s'il y a lieu, pour fin d'audition du système de contrôle de la qualité ou d'échantillonnage.

9. **GENERALITES**

Le fait de mentionner certains articles du CCDG n'est pas limitatif; ces précisions ne dégagent donc pas l'entreprise de ses obligations par rapport à tout autre article du CCDG applicable à ces contrats.

Québec, le 26 juin 1987

Plan d'inspection et d'essai "Fabrication"

- Le plan d'inspection et d'essai touche particulièrement la fonction contrôle de la qualité de l'enrobé en cours de fabrication. Il peut se présenter sous forme convenant au système de l'entrepreneur. Toutefois, il doit traiter des sujets suivants:
 - 1.1- Les endroits d'inspection considérés lors des étapes reliées: à la réception des matières premières, à la fabrication, à l'expédition et autres s'il y a lieu.
 - 1.2- Une référence aux méthodes standard d'échantillonnage ou à celles développées à l'interne pour chacun des endroits énumérés en 1.1.
 - 1.3- La fréquence d'échantillonnage en proportion de la quantité de produits contrôlés à chacun des endroits énumérés en 1.1.
 - 1.4- Les caractéristiques contrôlées sur les échantillons prélevés à chacun des endroits énumérés en 1.1.
 - 1.5- Les critères d'acceptation des caractéristiques énumérés en 1.4.
 - 1.6- Une description des méthodes de contrôle utilisées pour mesurer les caractéristiques décrites en 1.4.

Le plan d'inspection et d'essai devra être approuvé par le responsable possédant l'autorité de résoudre les questions relatives à la qualité.

N.B. : Le formulaire de la page suivante est joint à titre d'exemple.

PLAN D'INSPECTION ET
D'ESSAIS

Produit: Béton bitumineux	Sujet:	Date:
Que fait-on ? (réf. 1.4)		
Où est-ce fait?		
Qui le fait?		
Quand est-ce fait? (Réf. 1.3)		
Comment est-ce fait? (Réf. 1.1, 1.2, 1.6)		
Pourquoi est-ce fait? (Réf. 1.5)		
Points importants:		
N.B.: Si nécessaire joindre en ann. les instructions complémentaires		
Approuvé par:	Page:	

Plan d'inspection et d'essai "Pose"

- Le plan d'inspection et d'essai touche particulièrement la fonction contrôle de la qualité de l'enrobé en cours d'installation sur la route. Il peut se présenter sous toute forme convenant au système de l'entrepreneur. Toutefois, il doit traiter des sujets suivants:
 - 1.1- Les endroits d'inspection considérés lors des étapes reliées: à la pose du mélange et à l'inspection finale de l'ouvrage.
 - 1.2- Une référence aux méthodes standard d'échantillonnage ou encore aux méthodes d'évaluation développées à l'interne pour chacun des endroits énumérés en 1.1.
 - 1.3- La fréquence des inspections en proportion de la quantité de produits contrôlés à chacun des endroits énumérés en 1.1.
 - 1.4- Les caractéristiques contrôlées lors des évaluations sur les échantillons prélevés à chacun des endroits énumérés en 1.1.
 - 1.5- Les critères d'acceptation des caractéristiques énumérés en 1.4.
 - 1.6- Une description des méthodes d'évaluation ou de contrôle utilisées pour qualifier les caractéristiques décrites en 1.4.

Plan de maintenance "Équipement"

- Le plan de maintenance touche particulièrement la fonction contrôle de la qualité des équipements de contrôle, de fabrication et de pose. Il peut se présenter sous toute forme convenant au système de l'entrepreneur. Toutefois, il doit traiter des sujets suivants:

1.1- La liste des équipements de contrôle (laboratoire, usine et autres) utilisés pour vérifier la conformité du produit. Les points d'inspection considérés importants pour le maintien du bon fonctionnement des équipements de fabrication et de pose.

1.2- La fréquence des vérifications et/ou des étalonnages pour chacun des points ou équipements énumérés en 1.1.

1.3- Les caractéristiques à vérifier et/ou à étalonner pour chacun des points ou équipements énumérés en 1.1.

1.4- Les critères d'acceptation des caractéristiques énumérés en 1.3.

1.5- Une description des méthodes de contrôle utilisées pour mesurer les caractéristiques décrites en 1.3.

Dossier de compétence

Le dossier de compétence touche particulièrement le personnel affecté au contrôle, à la fabrication et à la pose. Il peut se présenter sous toute forme convenant au système de l'entrepreneur. Toutefois, il doit contenir toute la documentation supportant sa compétence. Il doit au moins être constitué:

- 1.1- De la liste du personnel avec la fonction qui lui est attribuée.
- 1.2- De l'ensemble des compétences attribuables aux personnes listées en 1.1.:
 - scolaire (diplôme),
 - expérience,
 - perfectionnement,
 - associations,
 - etc.;
- 1.3- De critères minimums requis pour chaque fonction identifiée en 1.1.
- 1.4- De mécanisme d'évaluation et de mise à jour de la classification de l'employé ou de la fonction proprement dite.



ANNEXE 6

FICHE D'EVALUATION

Rapport: Assurance de la qualité en béton bitumineux
 Novembre 1988

Systeme d'évaluation

Note: Coter chaque sujet sur une échelle de 1 à 10 suivant ce système d'évaluation.

Pauvre	1	2	3
Moyen	4	5	6 7
Excellent	8	9	10

Contenu: (Signification / valeur des informations)

Présentation: (Equilibre, clarté, ...)

Tableaux: (Evidence, précision)

Appréciation de la section: technique organisationnelle
 communication

Commentaires: _____

Lecture partielle ou complète

Lecteur au M.T.Q. ou externe
 au M.T.Q.

Retourner à: Serge Jacques
 Service de l'assurance
 de la qualité
 825, rue Kirouac
 Québec (Québec)
 G1N 2J7

MINISTÈRE DES TRANSPORTS



QTR A 226 513