GRANULATS DE CALCAIRE
FORMATIONS GEOLOGIQUES TRENTON, CHAZY
BLACK RIVER ET BEEKMANTON
BASSES TERRES DU ST-LAURENT
MICRO-DEVAL ET LES ESSAIS DE DURABILITE
$MgSO_4$ ET DU NOMBRE PETROGRAPHIQUE

CANQ
TR
GE
RC
133

471 311

Ministère des Transports
Centre de documentation
930, Chemin Ste-Foy
6e étage
Québec (Québec)
G1S 4X9

REÇU
CENTRE DE DOCUMENTATION
DEC 12 1984
TRANSPORTS QUÉBEC

Gouvernement du Québec
Ministère
des Transports

Sainte-Foy, le 1er février 1984

Monsieur Robert Doucet, ing.,
Chef du Service des Centres Régionaux
Ministère des Transports
200 rue Dorchester sud
Rez-de-chaussée
Québec, QC
G1K 5Z1

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
PLACE HAUTE-VILLE, 24e ÉTAGE
700 EST, BOUL. ST-CYRILLE
QUÉBEC, G1R 5H1

SUJET: Granulats de calcaire
Formations géologiques Trenton, Chazy
Black River et Beekmanton
Basses Terres du St-Laurent
Micro-Deval et les essais de durabilité
$MgSO_4$ et du nombre pétrographique.

Monsieur,

Des études du Laboratoire Central nous confirment qu'il est possible d'obtenir des renseignements significatifs sur la qualité de granulats calcaire et ce au moyen de l'essai Micro-Deval.

Nous avons prélevé une quantité importante d'échantillons dans trente (30) carrières qui exploitent des matériaux calcaires dans des formations géologiques précitées (voir annexe I, Ia, Ib).

Cent quarante-quatre (144) échantillons ont été prélevés dans ces trente carrières et ont été soumis à l'essai Micro-Deval et à l'essai au $MgSO_4$. Les résultats ont été mis en graphique (voir figure D-1). Le degré de dépendance entre ces deux essais a été évalué par l'analyse de régression. L'équation de la régression avec le polynome du premier degré est:

$$y = 0,84x + 14,5$$

L'analyse de régression est significative par l'obtention d'un coefficient de corrélation de 0,86. Les intervalles des valeurs sont de 1 à 40 pour l'essai de durabilité $MgSO_4$ et de 7 à 55. Les échantillons montrant des valeurs de Micro-Deval supérieures à 50 ne s'appliquent pas pour cette étude; d'ailleurs, il faut sur le plan pratique envisager l'exécution de tous les essais énumérés dans le ccdg. La colonne 3 du tableau no.3 indique les valeurs de Micro-Deval correspondantes aux exigences de différents usages.

...2

CANQ
TR
GE
RC
133

Avec deux firmes privées, des essais du nombre pétrographique ont été effectués sur cent vingt-deux (122) échantillons. L'essai Micro-Deval a aussi été effectué sur chacun de ces échantillons. La figure G-1 montre les résultats de l'analyse de régression (polynome du degré premier). L'équation est la suivante:

$$y - 0{,}217x - 6{,}7$$

le coefficient de corrélation est de 0,81. La signification de ce degré est bonne. L'intervalle du Micro-Deval est de 7 à 55 et celui du nombre pétrographique est de 100 à 280. En pratique, les échantillons montrant des valeurs supérieures à 55 (Micro-Deval) et de 300 au N.P. nécessitent tous les essais spécifiés au ccdg et des études spéciales selon les cas d'utilisation. La colonne 2 du tableau no.3 indique les valeurs de Micro-Deval correspondantes aux exigences de différents usages.

Le Micro-Deval est donc un point de référence très important dans les granulats de calcaire pour les raisons suivantes:

1- Il est "proportionnel" à un essai (durabilité $MgSO_4$, BNQ-2560-450) qui informe des mécanismes de dégradation suivants:

   - variation de température
   - cycles de mouillage et séchage combinés avec l'expansion cristalline du $MgSO_4$;

2- Il a aussi une relation cohérente avec l'essai du N.P.. Cet essai limite la quantité de matériaux jugés nuisibles pour différents usages et fournit des informations sur le comportement de granulats soumis à des sollicitations. Il sert aussi à comparer la qualité d'échantillons d'une même source ou de sources différentes.

Le Micro-Deval (BNQ-2560-070) nous apparaît comme un indice de qualité valable pour nous informer des domaines d'applications (scope) et potentiels de ces deux essais (et de la qualité de production de calcaire) (ceux-ci ont été souvent critiqués).

L'essai Micro-Deval n'a pas montré à date de problèmes majeurs quant à la dispersion des résultats. Le coefficient de variation entre laboratoire est inférieur à 8%.

...3

La colonne no.4 du tableau no.3 indique les valeurs (entre parenthèses) que vos centres régionaux devraient pour l'instant utiliser pour les différents usages. Le Laboratoire Central n'est pas intéressé à recevoir des échantillons de gros granulats de calcaire qui pourraient, dans votre Service être évalués par un essai simple rapide et fidèle dont vous êtes dotés.

Veuillez agréer, monsieur, mes salutations distinguées.

Guy Dallaire

Guy Dallaire, ing.
Laboratoire Central
Ministère des Transports
2700 rue Einstein
Sainte-Foy, QC.
G1P 3W8

CC: M. René Robitaille
M. Pierre Zaikoff

GRANULATS DE CALCAIRE

BASSES-TERRES DU ST-LAURENT
PROVINCE DE QUEBEC

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
700 EST, BOUL. ST-CYRILLE
QUÉBEC, QUÉBEC, G1R 5H1

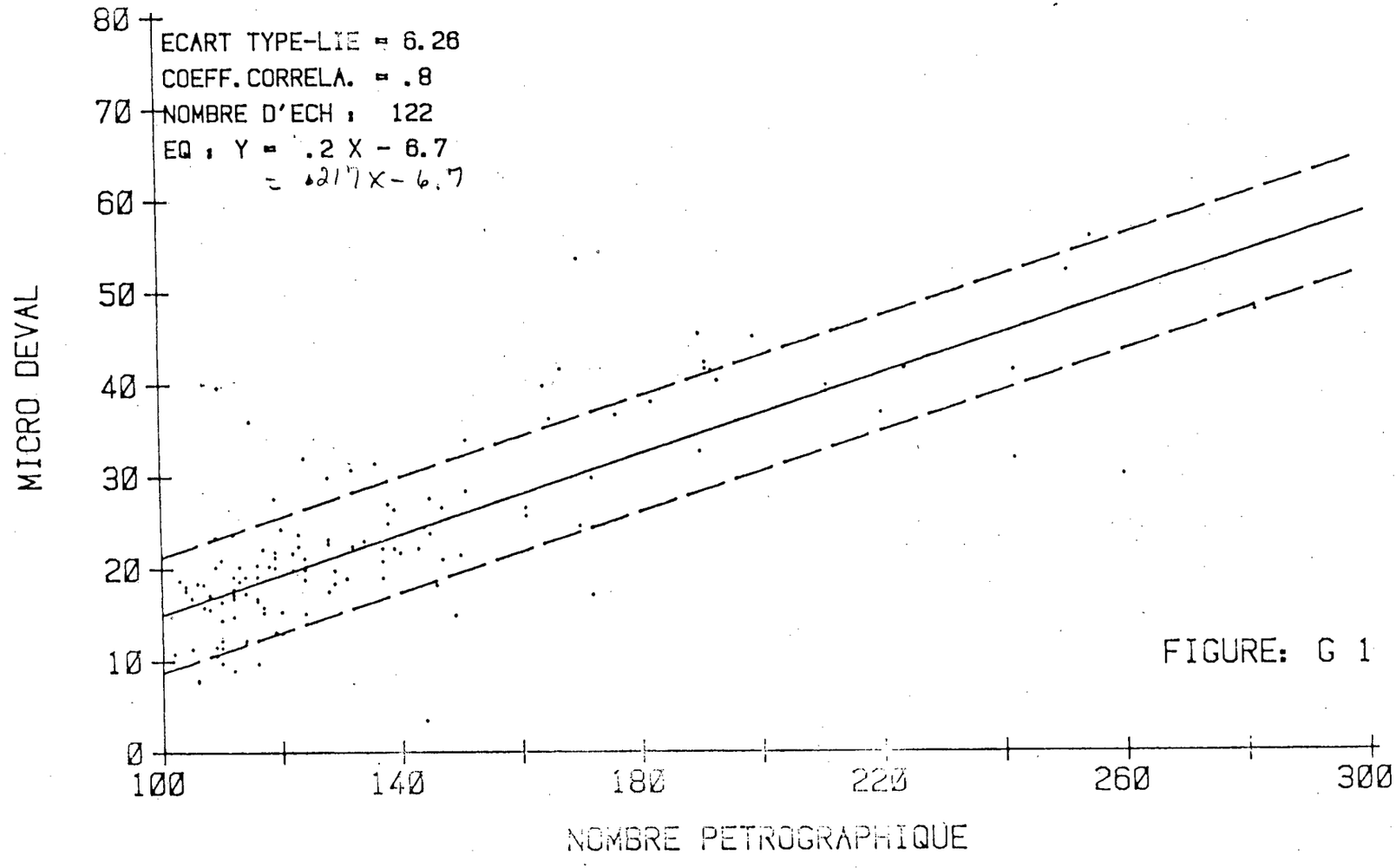

FIGURE: G 1

GRANULATS DE CALCAIRE

BASSES-TERRES DU ST-LAURENT
PROVINCE DE QUEBEC

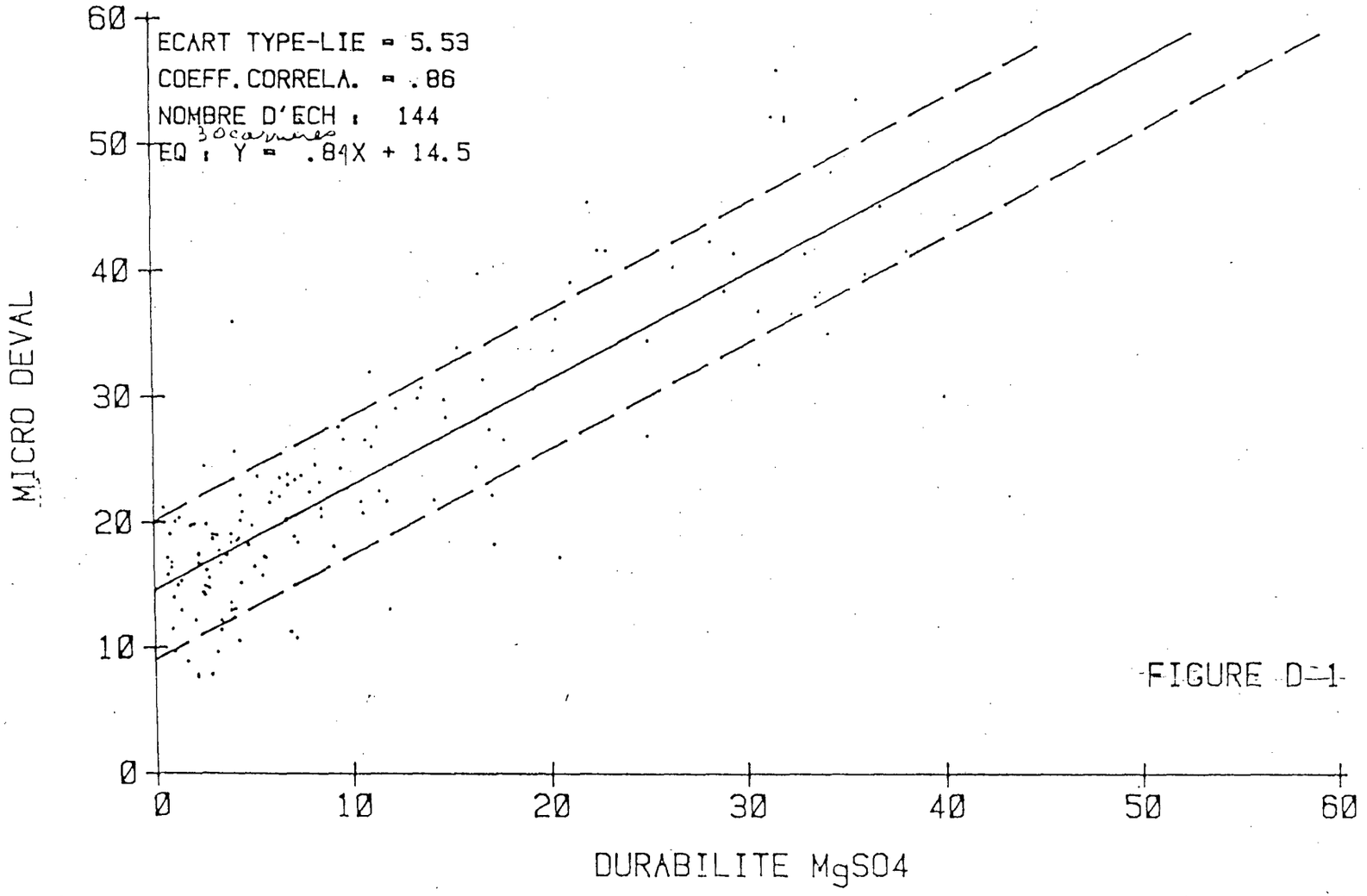

FIGURE D-1

fig D1 - Corrélation entre les valeurs à l'essai de durabilité au $MgSO_4$ et à l'essai micro-Deval en présence d'eau

COMPILATION DES VALEURS DE MICRO DEVAL SELON LES VALEURS DE % DE PERTE A L'ESSAI ET LES VALEURS DE NOMBRE PETROGRAPHIQUE

Gros Granulats de calcaire

TABLEAU 3

(1)	(2)	(3)	(4)				
Classes de granulat	Eq. $y = 0{,}217\alpha - 6{,}7$ Coef. de corr. = 0,81 ou y = Micro Deval α = nombre pétrographique i.e.: M.D.= 0,217 x N.P.-6,7	Eq. $y = 0{,}84\alpha + 14{,}5$ Coef. de corr. = 0,86 ou y = Micro Deval α = % de perte au $MgSO_4$ i.e.: M.D.= 0,84 x $MgSO_4$ + 14,5	Moyenne des valeurs Micro-Deval correspondantes aux exigences des classes de granulats. Entre parentheses valeurs (entières) recommandées comme nouvelles exigences.				Remarques
			Béton bitumineux	Béton de ciment	Fondations et emprunt	Traitement de surface	
BB1							ne s'applique pas, voir ccdg. (Critères de compensation entre le M.D. et le Los Angeles).
BB2	N.P. = 135, M.D.= 22,6	$MgSO_4$ = 12, M.D. = 24,6	23,5 (23)				
BB3	N.P. = 145, M.D.= 24,7	$MgSO_4$ = 15, M.D. = 27,1	25,9 (26)				
BB5	N.P. = 200, M.D.= 31,9	$MgSO_4$ = 18, M.D. = 29,6	30,7 (31)				
BB4	N.P. = 250, M.D.= 47,5	$MgSO_4$ = 25, M.D. = 35,5	41,5 (42)				
BC1							ne s'applique pas, voir ccdg. (Critères de compensation entre le M.D. et le Los Angeles).
BC2	N.P. = 135, M.D.= 22,6	$MgSO_4$ = 12 M.D. = 24,6		23,5 (23)			
BC3	N.P. = 155, M.D.= 26,9	$MgSO_4$ = 15, M.D. = 27,1		27,0 (27)			
BC4	N.P. = 180, M.D.= 32,4	$MgSO_4$ = 15, M.D. = 27,1		29,7 (30)			
Fondation supérieure	N.P. = 200, M.D.= 36,7	$MgSO_4$ = 20, M.D. = 31,3			34,0 (34)		
Accotement et couche de roulement	N.P. = 175, M.D.= 31,9	$MgSO_4$ = 20, M.D. = 31,3			32,1 (32)		
Fondation inférieure	N.P. = 300, M.D.= 65,1	$MgSO_4$ = 25, M.D. = 35,5			50,3 (50)		
Emprunt	N.P. = 400, M.D.= 80	$MgSO_4$ = 35, M.D. = 43,3					à exclure, valeurs trop disparates. Faire les trois essais.

COMPILATION DES VALEURS DE MICRO DEVAL SELON LES VALEURS DE % DE PERTE A L'ESSAI ET LES VALEURS DE NOMBRE PETROGRAPHIQUE

Granulats de calcaire (suite)

TABLEAU 3

(1)	(2)	(3)	(4)				
lasses de ranulat	Eq. y = 0,217 α = 6,7 Coef. de corr. = 0,81 ou y = Micro Deval α = nombre pétrographique i.e.: M.D.= 0,217 x N.P. 6,7	Eq. y = 0,84 α + 14,5 Coef. de corr. = 0,86 ou y = Micro Deval α = % de perte au $MgSO_4$ i.e.: M.D.= 0,84 x $MgSO_4$ + 14,5	Moyenne des valeurs Micro-Deval correspondantes aux exigences des classes de granulats, Entre paranthèses valeurs (entières) recommandées comme nouvelles exigences.				
			Béton bitumineux	Béton de ciment	Fondations et emprunt	Traitement de surface	Remarques
raitement de urface sim- le ou couche e surface 'un traite- ent double	N.P. = 135, M.D.= 22,6	$MgSO_4$ = 8, M.D. = 21,2				20,2 (20)	
raitement de urface cou- he de base	N.P. = 145, M.D.= 24,7	$MgSO_4$ = 12, M.D. = 24,6				23,6 (24)	

LISTE DES TRENTE CARRIERES ECHANTILLONNEES

Carrière Charlesbourg - Charlesbourg
Carrière Béton Québec - Québec
Carrière Union des carrières - Québec
Carrière Verreault - Beauport
Carrière Béton Orléans - Beauport
Carrière Frontenac - Neuville
Carrière savard - St-Marc des carrières - St-Marc des carrières
Carrière Langlois - St-Marc des carrières- St-Marc des carrières
Carrière St-Maurice - St-Louis de France
Carrière St-Louis - St-Louis de France
Carrière Bernier - St-Jean
Carrière P. Baillargeon - St-Jean
Carrière Sintra - St-Jacques-le-Mineur
Carrière Demix - St-Jacques- le-Mineur
Carrière Régional construction - Valleyfield
Carrière Francon - Montréal
Carrière Miron - Montréal
Carrière Demix - Montréal est
Carrière Corival - Laval
Carrière Demix - Laval
Carrière Simard et Beaudry - Laval
Carrière Lagacé - Terrebonne
Carrière Terrebonne - Terrebonne
Carrière Joliette - Joliette
Carrière Berthier - Berthierville
Carrière L'épiphanie - L'épiphanie
Carrière Laurentienne - St-Antoine des Laurentides
Carrière St-Eustache - St-Eustache
Carrière Deschesne - Aylmer
Carrière Meloche - Coteau du Lac.

TABLEAU I

UNITES GEOLOGIQUES ET CARRIERES ECHANTILLONNEES

CARRIERES	UNITES GEOLOGIQUES		
	GROUPE	FORMATION	MEMBRE
- .Région de Québec .Union des Carrières et Pavages .Béton Orléans .Verreault - .Comté de Portneuf .Frontenac	Trenton	Neuville	Grondines
- .Comté de Portneuf .Savard à St-Marc-des-Carrières .Langlois à St-Marc-des-Carrières - .Comté de Joliette .Domtar	Trenton	Deschambault	
- .Comté de Champlain .St-Louis .St-Maurice à St-Louis de France	Trenton	Neuville	St-Casimir
- .Comté de Berthier .Sintra (Berthier) - .Comté de l'Assomption .Epiphanie - .Comté de Montréal-Est .Demix	Trenton	Tétreauville	
- .Comté de Laval Ile Jésus .Simard & Beaudry .Corival .Terrebonne .Lagacé .Demix Laval - .Comté Laprairie .Demix St-Jacques-le Mineur	Chazy	Laval	
- .Comté de Montréal .Miron .Francon	Trenton Chazy Black River	(Echantillons non identifiés aux formations)	

TABLEAU I (suite)

UNITES GEOLOGIQUES ET CARRIERES ECHANTILLONNEES

CARRIERES	UNITES GEOLOGIQUES		
	GROUPE	FORMATION	MEMBRE
- .Comté de Soulange .Meloche, Coteau-du-lac - .Comté de Beauharnois .Régional Contriction, Valleyfield - .Comté de Deux-Montagnes	Beekmantown	Beauharnois	
- .Comté de Terrebonne .Laurentienne à St-Antoine des Laurentides	Beekmantown	Theresa	
- .Comté de St-Jean à St-Jean .Bernier .Baillargeon	Trenton	Montréal	Rosemont
- .Comté de Gatineau .Deschenes, Aylmer	Trenton Black River	(échantillons non identifiés aux formations de Deschambault et Leray)	

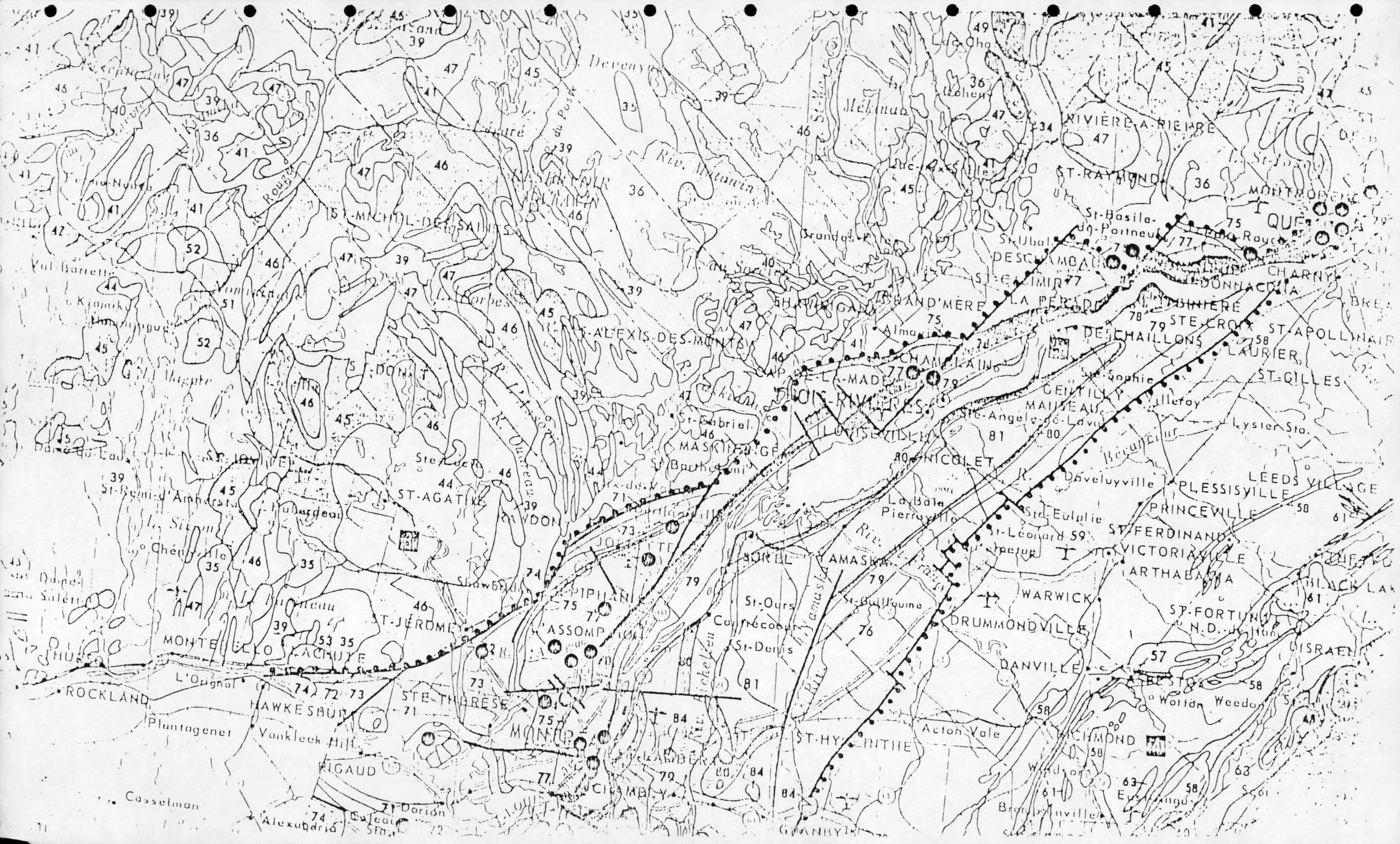
ROCKLAND
HAWKESBURY
Plantagenet
Vankleek Hill
Casselman
Alexandria
L'Orignal
MONTEBELLO
LACHUTE
ST-JEROME
ST-AGATHE
Ste-Lucie
St-Rémi-d'Amherst
Chénéville
Val-Barrette
St-Donat
St-Alexis-des-Monts
St-Michel-des-Saints
Rivière Rouge
Rivière Matawin
Rivière du Poste
Rivière Ouareau
Rivière L'Assomption
Rivière Achigan
Rivière Mascouche
Rivière Mille Iles
Rivière des Prairies
Rivière des Mille Iles
Rivière Chaudière
Rivière Yamaska
Rivière Noire
Rivière Bécancour
Rivière Nicolet
Rivière Nicolet-Sud-Ouest
Rivière Nicolet-Sud-Est
Rivière Blanche
Rivière Saint-François
Rivière Saint-François-Sud
Rivière Saint-François-Nord
Rivière Saint-François-Ouest
Rivière Saint-François-Est
Rivière Saint-François-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Ouest
Rivière Saint-François-Sud-Est
Rivière Saint-François-Nord-Ouest
Rivière Saint-François-Nord-Est
Rivière Saint-François-Centre-Ouest
Rivière Saint-François-Centre-Est
Rivière Saint-François-Sud-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Centre
Rivière Saint-François-Ouest-Centre
Rivière Saint-François-Est-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Ouest-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Est-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Ouest-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Est-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Ouest-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Est-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Ouest-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Est-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Ouest-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Est-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Ouest-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Est-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Ouest-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Est-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Ouest-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Est-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Ouest-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Est-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Ouest-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Est-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Ouest-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Est-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Est-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Est-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Est-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Est-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Ouest-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Centre
Rivière Saint-François-Ouest-Centre
Rivière Saint-François-Est-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Ouest-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Est-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Ouest-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Est-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Ouest-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Est-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Centre
Rivière Saint-François-Ouest-Centre
Rivière Saint-François-Est-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Ouest-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Est-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Ouest-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Est-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Ouest-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Est-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Centre
Rivière Saint-François-Ouest-Centre
Rivière Saint-François-Est-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Ouest-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Est-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Ouest-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Est-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Ouest-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Est-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Centre
Rivière Saint-François-Ouest-Centre
Rivière Saint-François-Est-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Ouest-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Est-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Ouest-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Est-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Ouest-Centre
Rivière Saint-François-Centre-Est-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Centre
Rivière Saint-François-Nord-Centre
Rivière Saint-François-Ouest-Centre
Rivière Saint-François-Est-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Ouest-Centre
Rivière Saint-François-Sud-Est-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-Centre-

TABLEAU II

Roche	Aix-en-Provence		Saint-Brieuc		L.C.P.C.		$\overline{X}$	δ_n	CV %
Granite	9,4 10,2 11	10,2	9,8-9,6 10-9 8,8	9,4	9,4 10,4 10,2	10,0	9,7	0,73	7,5
Microgranite	11,4 9,2 10,8	10,5	11-10,4 10-9,4 9,6-10,2	10,3	10 11,3 10,2	10,5	10,3	0,61	5,9
Microdiorite M	16,6 16,6 16,6	16,6	15,6-15,4 16-16,2 16-15,4	15,8	16,4 15,8 15,4	15,8	15,9	0,53	3,3
Microdiorite B	24,6 21,8 23,4	23,3	22-20,2 20,6 21,6	21,1	24,2 21 21,2	22,2	22	1,44	6,5
Grès P	15 14,8 15,4	15,1	14,4-15,4 14,6-14,2 15,4	14,8	14,7 15 15,3	15	14,9	0,4	2,7
Grès H	17,8 17,6 17,6	17,7	16,8-17,2 16,8-17,2 17,6	17,1	17,7 17,2 16	17	17,2	0,51	2,9
Calcaire R	26 28,2 26,4	26,7	26,2-27,8 26,8 28,2	27,2	29,3 25,8 25,8	27	27	1,17	4,3
Calcaire A	29 29,8 28,8	29,2	28-27,6 28,8-24,8 28,6	27,5	31 32,5 33,5	32,3	29,3	2,54	8,5

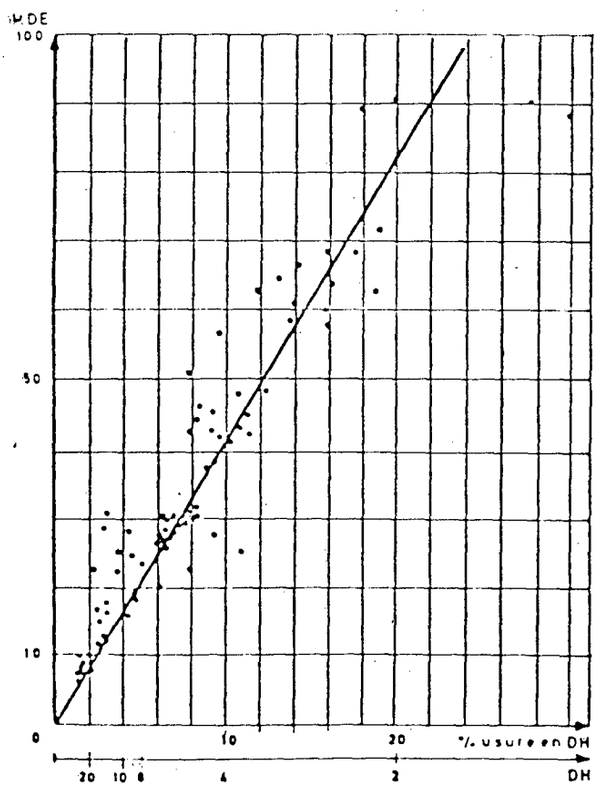

Fig 7 - Relation Deval humide (DH)/micro-Deval en présence d'eau (MDE).

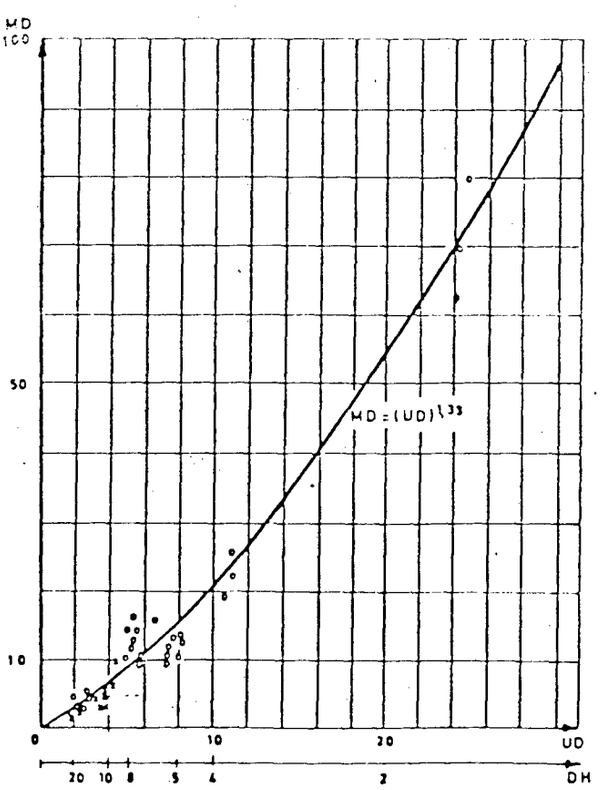

Fig. 8 - Relation Deval / micro-Deval, suivant le projet de mode opératoire L.C.P.C., valable pour les essais à sec et en présence d'eau.

MINISTERE DES TRANSPORTS
QTR A 102 209