

REPLACEMENT DES ESSAIS  
Nombre pétrographique et  $MgSO_4$   
par l'essai Deval Humide

CANQ  
TR  
GE  
RC  
102

739955

LABORATOIRE CENTRAL - MINISTERE DES TRANSPORTS

REPLACEMENT DES ESSAIS

Nombre pétrographique et  $MgSO_4$   
par l'essai Deval Humide

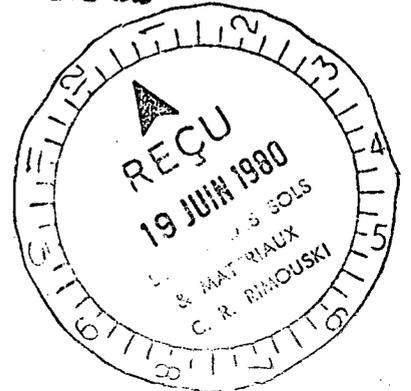
*Guy Dallaire*

Guy Dallaire, ing.  
Chef - Division Agrégats  
Laboratoire Central  
Ministère des Transports  
2700, rue Einstein  
SAINTE-FOY (Québec)  
G1P 3W8

**Ministère des Transports**  
Centre de documentation  
830, Chemin Ste-Foy  
8e étage  
Québec (Québec)  
G1S 4X8

SAINTE-FOY, avril 1980.

REÇU  
CENTRE DE DOCUMENTATION  
13 JUN 2003  
TRANSPORTS QUÉBEC



QTRD  
CAND  
TR  
GE  
RC  
102

Les travaux de cette étude ont été réalisés avec la collaboration clairvoyante et soutenue de Messieurs Gérard Moreau, Georges Lauzier et Fabien Bilodeau. Un merci chaleureux leur est adressé.

Guy Dallaire, ing.

TABLE DES MATIERES

	PAGE
Introduction	1
Normes sur la qualité des granulats	3
CHAPITRE I - GRAVIER (compilation)	5
Région 1	5
Liste des bancs de la région 1	8
Région 3-2	11
Liste des bancs de la région 3-2	13
Région 5	15
Liste des bancs de la région 5	17
Compilation pour l'ensemble des bancs	19
Conclusion	23
Nombre de bancs vs nombre d'échantillons selon les régions	25
Relation entre le Deval Humide et le N.P. (probabilités)	26
Relation entre le Deval Humide et le MgSO <sub>4</sub> (probabilités)	27
Graphique, D.H. vs N.P., région 1	29
Graphique, D.H. vs MgSO <sub>4</sub> , région 1	30
Graphique, D.H. vs MgSO <sub>4</sub> , région 3-2	31
Graphique, D.H. vs MgSO <sub>4</sub> , région 3-2	32
Graphique, D.H. vs N.P., région 3-2	33
Graphique, D.H. vs N.P., région 3-2	34
Graphique, D.H. vs MgSO <sub>4</sub> , région 5	35
Graphique, D.H. vs N.P., région 5	36

TABLE DES MATIERES (suite)

	PAGE
CHAPITRE I (suite)	
Graphique, D.H. vs N.P., Appalaches & Basses-Terres	37
Graphique, D.H. vs MgSO <sub>4</sub> , Appalaches & Basses-Terres	38
CHAPITRE II - PIERRE CONCASSEE (compilation pour les carrières et affleurements)	39
Région #1, D.V. vs N.P. et MgSO <sub>4</sub>	40
Région #3-1, D.H., N.P., MgSO <sub>4</sub>	40
Région #4, D.H. vs N.P. et MgSO <sub>4</sub>	41
Région #5, D.V. vs N.P. et MgSO <sub>4</sub>	41
Région #6-1, D.H. vs N.P. et MgSO <sub>4</sub>	42
Région #6-2, D.H. vs N.P. et MgSO <sub>4</sub>	42
Région #6-3, D.H. vs N.P. et MgSO <sub>4</sub>	43
Région #6-4, D.H. vs N.P. et MgSO <sub>4</sub>	43
<u>Compilation et interprétation par régions</u>	44
Région #1	44
Régions #3-2 et 3-1	44
Région #4	46
Région #5	46
Région #6-1	46
Région #6-2	47
Région #6-3	47
Région #6-4	47
Compilation et résultats pour l'ensemble des carrières	48
Conclusion	52

TABLE DES MATIERES (suite)

CHAPITRE II (suite)

	PAGE
Relation entre le D.H. et le N.P. (probabilités)	54
Relation entre le D.H. et le MgSO <sub>4</sub> (probabilités)	55
Graphique, Région #1, D.H. vs MgSO <sub>4</sub>	57
Graphique, Région #1, D.H. vs N.P.	58
Graphique, Région 3-1, D.H. vs MgSO <sub>4</sub>	59
Graphique, Région 3-1, D.H. vs N.P.	60
Graphique, Région #4, D.H. vs MgSO <sub>4</sub>	61
Graphique, Région #4, D.H. vs N.P.	62
Graphique, Région #5, D.H. vs N.P.	63
Graphique, Région #5, D.H. vs MgSO <sub>4</sub>	64
Graphique, Région 6-1, D.H. vs MgSO <sub>4</sub>	65
Graphique, Région 6-1, D.H. vs N.P.	66
Graphique, Région 6-2, D.H. vs MgSO <sub>4</sub>	67
Graphique, Région 6-2, D.H. vs N.P.	68
Graphique, Région 6-3, D.H. vs MgSO <sub>4</sub>	69
Graphique, Région 6-3, D.H. vs N.P.	70
Graphique, Région 6-4, D.H. vs N.P.	71
Graphique, Région 6-4, D.H. vs MgSO <sub>4</sub>	72
D.H./N.P., Appalaches, Basses-Terres	73
D.H./MgSO <sub>4</sub> , Appalaches, Basses-Terres	74

Annexe

## INTRODUCTION

Le Laboratoire Central a effectué, depuis deux (2) ans, environ trois cent soixante (360) essais Deval humide sur des granulats contenant des éléments schisteux ou argileux. Cent un (101) bancs de gravier des régions des Appalaches, Basses-Terres et du Lac St-Jean (fig. 3) et quarante et une (41) carrières de calcaire (fig. 4), dont douze (12) de la région de Montréal, ont été l'objet d'une étude basée sur des propriétés déterminées par différents essais.

Les bancs de gravier de ces régions, qui ont servi pour la présente étude, sont caractérisés par la présence de schistes plus ou moins métamorphisés, de différentes duretés, micacés à différents degrés. Les essais d'absorption, de gel et dégel, de résistance à l'attrition montrent des résultats variés. Les carrières de pierre concassée montrent entre autres des schistes argileux, des calcaires schisteux mous ou durs, des calcaires ou dolomies argileuses. Les résultats de différents essais sur ces pierres **révèlent**, quant à leur qualité, des variations identiques à celles des graviers.

Des études (1-2-3)\* ont montré que des graviers et des pierres concassées se dégradent sous l'action de l'équipement de chantier et de la circulation des véhicules. Ces études et les constatations sur le chantier ont établi que les matériaux dégradables correspondaient aux matériaux de graviers et de pierres concassées décrits plus haut. C'est pourquoi le Laboratoire Central a utilisé un essai qui, par sa définition, est

représentatif de cette dégradation sur le chantier. Cet essai, le Deval humide ou coefficient d'usure par attrition, est décrit dans un annexe du présent document.

La nature des composants de graviers du sud du fleuve St-Laurent est telle que l'essai Deval humide doit être considéré comme un essai préliminaire dont le résultat permet, dans une proportion appréciable (jusqu'à 70% selon les districts), l'élimination des essais au  $MgSO_4$  et du nombre pétrographique. Selon les usages, les exigences pour ces essais sont indiquées à la page suivante.

ESSAIS	BETON BITUMINEUX					BETON DE CIMENT		FONDATIONS		EMPRUNT
	Classes de granulat					Expose	Non expose	Inférieure	Supérieure	
	1	2	3	4	5	Aux sels déglaçants				
Nombre pétrographique (max.) BNQ 2560-900	120	135	145	250	200	135	155	300	200	400
Durabilité MgSO <sub>4</sub> (max.) BNQ 2622-908	5	12	15	25	18	12	15	25	20	35

DEFINITION

Classe de granulat	Utilisation du mélange bitumineux dans lequel les granulats sont incorporés
1	Surfaces de roulement soumises à l'usure intense (plus de 40,000 véhicules par jour), zones d'accélération, carrefours principaux.
2	Surfaces de roulement des autoroutes routes provinciales et artères municipales à forte circulation.
3	Surfaces de roulement des routes régionales ou des rues et artères à circulation modérée.
4	Couches de liaison et couches de base.
5	Couches de surface ayant moins de 800 véhicules par jour.

TABLEAU PR 6

EXIGENCES SUR LA QUALITE DES GROS GRANULATS (1980)

- \*1- Rapport de M. Robert Doucet,ing. sur une carrière de la région 6-1, Ministère des Transports, février 1975.
- \*2- Rapport de M. Gaétan Dubé,ing. concernant la route 212, Canton Ditton, Co Mégantic - Compton, mai 1978.
- \*3- Rapport de M. Guy Dallaire,ing. sur une carrière de la région 6-1, Ministère des Transports, novembre 1966.

## CHAPITRE I

### COMPILATION ET RESULTATS POUR LES GRAVIERS PAR REGION

Les échantillons ont été évalués par les essais suivants:  $MgSO_4$ , densité, absorption, nombre pétrographique et Deval humide. Pour les fins de notre étude, nous avons compilé, par région, les résultats de ces essais. Nous avons mis sur graphique:

- la valeur de l'essai au  $MgSO_4$  en fonction du résultat de l'essai au Deval humide (classe D),
- la valeur du nombre pétrographique en fonction du résultat de l'essai Deval humide (classe D).

#### REGION 1

Pour cette région, quarante-huit (48) bancs ont été échantillonnés (la liste de ceux-ci apparaît au tableau R-1). Le graphique de la figure 5 montre que pour une valeur Deval humide inférieure à 25, 100% des échantillons ont donné un nombre pétrographique inférieur à 200. En se référant aux normes de la page 3, les échantillons de cette catégorie sont acceptables pour couches bitumineuses de base et de liaison, couche de surface et fondations. En compilant les données qui ont servi au graphique de la figure 5, nous constatons que dans 70% des cas (67 échantillons sur 97), le nombre pétrographique peut être remplacé par l'essai Deval humide.

La figure 6 nous montre que pour 100% des échantillons donnant un Deval humide inférieur à 25, 98% des résultats à l'essai au  $MgSO_4$  sont inférieurs à 18. Cette constatation s'applique à 72% (81 échantillons sur 112) des

échantillons analysés. Les échantillons donnant un Deval humide inférieur à 25 répondraient aux normes des usages ci-haut mentionnés. Comme conclusion pour la région # 1, tous les échantillons de gravier, montrant à l'essai Deval humide un coefficient inférieur à 25, répondent aux exigences relatives à l'essai de gel artificiel  $MgSO_4$  et à l'essai du nombre pétrographique pour les cinq usages suivants: emprunt, fondations inférieure et supérieure, couches bitumineuses de base et de liaison.

Pour des valeurs de Deval humide supérieures à 25, il faudra effectuer les essais conventionnels.

\* Pour les échantillons donnant une valeur supérieure à 28 de Deval humide, notre recommandation serait de traiter (au sable ou au bitume) ces matériaux lors de la construction pour éviter leur dégradation.

Dans le but d'économiser du temps et de l'argent, le Deval humide va permettre d'éliminer une quantité importante (jusqu'à 70%) des essais au  $MgSO_4$  et le nombre pétrographique pour des graviers schisteux proposés pour les usages mentionnés antérieurement.

TABLEAU R-I

LISTE DES BANCS ECHANTILLONNES

Provenance	Municipalité	Comté
B. Alexander	Pointe de la Croix	Bonaventure
Alton McCullum	York	Gaspé Est
Bégin	St-Juste du Lac	Témiscouata
Béton Provincial	York - Gaspé	Gaspé Est
Canton Fletcher	Canton Fletcher	Gaspé Ouest
Arthur Chénard	Ste-Anne des Monts	Gaspé Ouest
Jos. Chouinard	St-Hubert	Rivière-du-Loup
*Réginal Cloutier	Mont St-Pierre	Gaspé Est
*Hébert Dion	Cap Chat	Gaspé Ouest
Dionne	Ste-Florence	Matapédia
*Fortin	Ste-Florence	Matapédia
Gallant	St-Alexis	Bonaventure
Gauthier	Ste-Angèle de Mérici	Rimouski
Mont Albert	Canton la Potardière	Gaspé Ouest
Hamilton (bas)	Chandler	Gaspé Est
Hamilton (haut)	chandler	Gaspé Est
Lechasseur	Price	Matane
Roland Lévesque	St-Joachim de Tourelle	Gaspé Ouest
Guy Marquis	St-René	Matane
Grégoire Pelletier	Ste-Anne-des-Monts	Gaspé Ouest
*Yvon & Gédéon Pelletier	Ste-Anne-des-Monts	Gaspé Ouest
Richard	Cap Chat	Gaspé Ouest
Amédée Rioux	Trois-Pistoles	Rivière-du-Loup
St-Antonin	St-Antonin	Rivière-du-Loup
Terres & Forêts	Lejeune	Témiscouata
Terres & Forêts	St-Jean de la Lande	Témiscouata

LISTE DES BANCS ECHANTILLONNES

(suite)

Provenance	Municipalité	Comté
Théberge	Sully	Kamouraska
*G. Arsenault	Bonaventure	Bonaventure
Hector Arsenault	Havre-aux-Maisons	Iles de la Madeleine
*R. Perreault	Alberville	Matapédia
Jean-Guy Roy	Lac des Aigles	Rimouski
tardif	Chandler	Gaspé
N. Morin	Sayabec	Matapédia
A. Pearson	Port Daniel	Bonaventure
Bégin	Lots Renverses St-Juste du Lac	Témiscouata
G. Caron	Lac Baker	Témiscouata
Aimé Coulombe	St-Fabien	Rimouski
Léandre Langlois	Port Daniel	Bonaventure
Pavages Laurentiens	Rimouski	Rimouski
B. Arsenault	Bonaventure	Bonaventure
Willie Boudreau	Maria	Bonaventure
Alexis Boulay	St-Ulric	Matane
*Léonard Levasseur	St-Léandre	Matane
*Réserve Duchénier	St-Guy	Rimouski
Terres & Forêts	St-Charles-Garnier	Matapédia
*Terres & Forêts	Sayabec	Matapédia
Lionel Moreau	St-Elzéar	Témiscouata
Lechasseur	Grand-Remous (Mont-Joli)	Matane
St-Pierre	Ste-Rita	Rivière-du-Loup
Terres & Forêts	Ville Dégelis	Témiscouata
Camille Lebel	Pohenegamook	Kamouraska
Thiboutot	St-André	Kamouraska
Perreault	St-Léon le Grand	Matapédia

LISTE DES BANCS ECHANTILLONNES

(suite)

Provenance	Municipalité	Comté
Roland Martel	St-René-Goupil	Matane
Ministère	Ste-Anne-des-Monts	Gaspé Ouest
Russel - Smith	Gaspé	Gaspé
Bisson	New Richmond	Bonaventure

\*N.P. et  $MgSO_4$  = nil

REGION # 3-2

Le même genre de compilation que pour la région # 1 a été effectué sur vingt-deux (22) bancs de cette région. La liste de ces bancs apparaît dans le tableau R-3. Quarante (40) échantillons ont été prélevés dans ces bancs.

Les figures # 7 et 8 indiquent les coordonnées des résultats des essais au  $MgSO_4$  et au nombre pétrographique en fonction des résultats à l'essai Deval humide. Les coordonnées de ces figures montrent l'absence de données pour des graviers de pertes peu élevées au  $MgSO_4$  et de nombre pétrographique de 100 à 150. Toutefois, la projection de l'ensemble et la disposition des valeurs élevées montrent que près de 100% des échantillons, ayant un Deval humide inférieur à 25, révèlent un nombre pétrographique inférieur à 200 (fig. 8-B). Pour des résultats Deval humide élevés (supérieurs à 30), les figures # 7-B et 8-B montrent les tendances croissantes dans les valeurs du nombre pétrographique et du  $MgSO_4$ . L'expérience nous a montré en outre que pour des valeurs supérieures à 28, les graviers se dégradent. Conséquemment, pour la région 3-2, les valeurs élevées au Deval humide sont des points de repère importants pour des recommandations de traitement de gravier, comme par exemple un traitement par l'interpénétration d'une couche de sable dans une couche de gros granulat schisteux (dégradable).

Pour la région 3-2, il faudra échantillonner d'autres bancs pour compléter l'étude.

TABLEAU R-3

LISTE DES BANCS ECHANTILLONNES

Provenance	Municipalité	Comté
Boislard & Bédard	Lyster	Mégantic
*Chemin de l'Hétrière	Ladurantaye	Bellechasse
*Chemin du rang #8	Armagh Station	Bellechasse
Chouinard Reserve #2	Ste-Claire	Dorchester
Chouinard Reserve #3	Ste-Claire	Dorchester
Chouinard Reserve #1	Ste-Claire	Dorchester
Lehoux	Ste-Marie	Beauce
Lucien Nadeau	St-Léon de Standon	Dorchester
J.E. Simard	Ste-Marie	Beauce
Amédée Bourget	St-Léon de Standon	Dorchester
Alyre Charbonneau	St-Fabien de Panet	Montmagny
E. Demers	Ste-Agathe	Lotbinière
Jean-Louis Fecteau	St-Anges	Beauce
Johnny Moore	St-Edouard de Frampton	Dorchester
*Tache Ouest	Ste-Perpétue	L'Islet
Philippe Roy Davidson	Inverness	Mégantic
Emile Roulanger	St-Pierre de Broughton	Beauce
Bilodeau	Ste-Clothide	Beauce
Maxime Filion	Scott-Jonction	Dorchester
Florent Chouinard	Ste-Perpétue	L'Islet
Guy Davidson	Inverness Canton	Mégantic
Bertrand & Come Gagnon	Somerset T-Sud	Mégantic
Henri Roy	St-Martin	Beauce

LISTE DES BANCS ECHANTILLONNES

(suite)

Provenance	Municipalité	Comté
*H. Boutin	St-Lambert	Lévis
*Roland Comeau	St-Léon Standon	Dorchester
Olivier Gilbert	St-Cyprien	Dorchester
Guimont St-Hilaire	St-Sylvestre	Lotbinière
Miville Vachon	Ste-Marie	Beauce
Simon Giguère	Ste-Marie	Beauce
R. Drouin	Ste-Marie	Beauce

\*N.P. et  $MgSO_4$  = nil

REGION # 5

A partir de trente-six (36) échantillons prélevés dans trente-quatre (34) bancs décrits dans le tableau R-5, nous avons compilé, comme pour les autres régions, les résultats d'essais du nombre pétrographique et du  $MgSO_4$  en fonction des résultats à l'essai Deval humide. Les figures # 9 et 10 résument cette compilation.

Tous les échantillons dont le résultat à l'essai Deval humide est inférieur à 25 montrent une valeur inférieure à 11 à l'essai au  $MgSO_4$  et un nombre pétrographique inférieur à 180. En se basant sur les exigences des normes ( $MgSO_4$  et N.P.), les bancs de gravier, dont le résultat à l'essai Deval humide est inférieur à 25, seront acceptés pour emprunt, fondations, couches bitumineuses de base et de liaison (granulat classe 4) ainsi que pour couche de surface d'une circulation de moins de 800 véhicules par jour (granulat classe 5).

Avec l'essai Deval humide, les possibilités de réduire le nombre d'essai au  $MgSO_4$  et de N.P. sont de l'ordre de 50%.

TABEAU R-5

LISTE DES BANCS DE GRAVIERS

Provenance	Municipalité	Comté
Olive Batley	Bury	Compton
R. Lélanger	Stoke	Richmond
Bouchard	Johnville	Compton
Boudreau	Stanstead	Stanstead
* Roma Brière	Val Racine	Frontenac
Duval	Val Racine	Frontenac
Bégin	West Bury	Compton
Fernand Fournier	Canton Dilton	Compton
*Fournier	La Patrie	Compton
Henri Gobeil	La Patrie	Compton
*Denis Jette	Stoke	Richmond
Lussier	Fontainebleau	Wolfe
Louis Munan	Canton Birchton	Compton
*Roy - Billing	St-Elie-d'Oxford	Sherbrooke
D. Ruel	La Patrie	Compton
Russell & Lachée	Canton Birchton	Compton
Smith & Grades	Canton Birchton	Compton
Stanstead College	Rock Island	Stanstead
Laurent Cusson	Coaticook	Stanstead
J. Masson	Compton Canton	Sherbrooke
Kennan	Shipton Canton	Richmond
Marcel Morin	Coaticook	Stanstead
Roger Lussier	St-Claude	Richmond
Jean-Paul St-Pierre	Notre-Dame-des-Bois	Frontenac

LISTE DES BANCS DE GRAVIERS

(suite)

Provenance	Municipalité	Comté
Vigneux	St-François-Xavier	Richmond
Labbé	La Patrie	Compton
Cebald Aubert	Ham Nord	Wolfe
H. Gosselin	Lac Drolet	Frontenac
B. Fournier	Dilton Canton	Compton
Jean-Marie Chapeau	St-Malo	Compton
Emile Faucher	Barston Ouest	Stanstead
*Elsie Keewan	Cleveland Canton	Richmond
*St-Pat's Old Boy Ass.	Stoke	Richmond
Desourdy	Melbourne	Richmond
C. Grenier	Milan Canton	Frontenac
Herve Lambert	East Hereford	Compton
Marcel Rattelade	Notre-Dame-des-Bois	Canton Chesman

\*N.P. et  $MgSO_4$  = nil

COMPILATION ET RESULTATS POUR L'ENSEMBLE DES BANCS

(Appalaches - Basses-Terres, voir fig.3)

L'ensemble des deux-cent-dix-huit (218) résultats des essais de nombre pétrographique et au  $MgSO_4$  effectués sur cent-un (101) bancs (figure #3) est compilé sur les figures #11 et #12.

Le tableau suivant stipule les exigences pour que l'essai Deval humide remplace les essais au  $MgSO_4$  et du nombre pétrographique.

Usages	Valeur maxium du Deval humide (grade D) pour acceptation immédiate
Granulat* des classes 2 et 3 Béton de ciment	15
Granulat* des classes 4 et 5 Fondations inférieure et supérieure, emprunt	25

Les échantillon montrant à l'essai Deval humide des résultats plus élevés que les valeurs ci-haut doivent être soumis aux essais du nombre pétrographique et  $MgSO_4$ .

\* Classe de granulat                      Utilisation du mélange bitumineux dans lequel les granulats sont incorporés

1	Surfaces de roulement soumises à l'usure intense (plus de 40,000 véhicules par jour), zones d'accélération, carrefours principaux.
---	--

2	Surfaces de roulement des autoroutes, routes provinciales et artères municipales à forte circulation.
3	Surfaces de roulement des routes régionales ou des rues et artères à circulation modérée.
4	Couches de liaison et couches de base.
5	Couches de surface ayant moins de 800 véhicules par jour.

Selon les valeurs maximum de Deval humide indiquées, voici les possibilités d'acceptation selon les usages.

A) Pour béton de ciment exposé aux sels déglacants et béton bitumineux du type 2: (couches de surface d'autoroutes et routes provinciales), la norme est de  $MgSO_4 < 12$  et le N.P.  $< 135$ .

Pour un Deval humide (grade D)	Pourcentage des possibilités pour	
	que le $MgSO_4 < 12$ (tableau #2)	que le N.P. $< 135$ (tableau #1)
< 15	100 (23/23)	87 (20/23)
< 20	92 (48/52)	61 (37/61)

B) Pour béton bitumineux du type 3: (couches de surface de routes régionales ou de rues à circulation moyenne, la norme est de  $MgSO_4 < 15$  et le N.P.  $< 145$ ).

Pour un Deval humide (grade D)	Pourcentage des possibilités pour	
	que le $MgSO_4 < 15$ (tableau #2)	que le N.P. < 145 ( tableau #1)
< 15	100 (23/23)	96 (22/23)
< 20	98 (51/52)	72 (44/61)
< 22	95 (63/66)	64 (47/74)

C) Pour béton de ciment non exposé aux sels déglacants, la norme est de:  $MgSO_4 < 15$  et le N.P. < 155.

Pour un Deval humide (grade D)	Pourcentage des possibilités pour	
	que le $MgSO_4 < 15$	que le N.P. < 155
< 15	100 (23/23)	96
< 20	98 (51/52)	83

D) Pour béton bitumineux du type 5: (couche de surface de moins de 800 véhicules par jour) la norme est de:  $MgSO_4 < 18$  et le N.P. < 200

Pour un Deval humide (grade D)	Pourcentage des possibilités pour	
	que le $MgSO_4 < 18$	que le N.P. < 200
< 25	97 (94/97) voir tableau #2	98 (102/104) voir tableau #1

E) Pour béton bitumineux du type 4: (couche de base et de liaison)  
la norme est de:  $MgSO_4 < 25$  et le N.P.  $< 250$ .

Pour un Deval humide (grade D)	Pourcentage des possibilités pour	
	que le $MgSO_4 < 25$	que le N.P. $< 250$
$< 25$	99 ( $\frac{96}{97} \times 100$ ) voir tableau #2	100 ( $\frac{104}{104} \times 100$ ) voir tableau #1

F) Pour fondation supérieure: la norme est de:  $MgSO_4 < 20$  et le  
N.P.  $< 200$ .

Four un Deval humide (grade D)	Pourcentage des possibilités pour	
	que le $MgSO_4 < 20$	que le N.P. $< 200$
$> 27$	traitement ou sta- bilisation	traitement ou sta- bilisation
$< 25$	98	98
$< 20$	99	98

G) Pour fondation inférieure: la norme est de  $MgSO_4 < 25$  et le N.P.  $< 300$ .

Pour un Deval humide (grade D)	Pourcentage des possibilités pour	
	que le $MgSO_4 < 25$	que le N.P. $< 300$
matériaux dégradables* $> 27$	traitement ou stabilisation	traitement ou stabilisation
matériaux non dégradables $< 25$	99 ( $\frac{96}{97} \times 100$ )	100 ( $\frac{104}{104} \times 100$ )
$< 20$	100 ( $\frac{52}{52} \times 100$ )	100 ( $\frac{61}{61} \times 100$ )
	voir tableau #2	voir tableau #1

H) Pour emprunt granulaire, la norme est de  $MgSO_4 < 35$  et le N.F.  $< 400$ .

Selon les tableaux pour les usages mentionnés précédemment, une valeur de Deval humide inférieure à 25 implique une acceptation pour emprunt.

CONCLUSION:

Selon les figures #11 et #12 lesquelles montrent au delà de cent-soixante-dix (170) coordonnées de Deval humide en fonction au  $MgSO_4$  plus de 97% des échantillons ayant un Deval humide inférieur à 25 **répondent** aux normes (N.P.  $MgSO_4$ ) pour emprunt, fondation inférieure et supérieure, couche bitumineuse de base et de liaison,

couche de surface ayant moins de 800 véhicules par jour. Il est possible de remplacer, dans 50% des cas, les essais du nombre pétrographique et du  $MgSO_4$  par l'essai Deval humide. Cette énoncée s'applique pour les échantillons proposés pour ces usages.

En ce qui concerne les usages pour béton de ciment et granulats de classes 2 et 3, il est possible, pour au moins 10% des échantillons soumis, d'éviter les essais au  $MgSO_4$  et du nombre pétrographique.

GRAVIER

Provenances & nombre d'échantillons

selon les régions

Régions	Nombre d'échantillons	Nombre de bancs
<u>Région #1</u>		
Deval humide vs MgSO <sub>4</sub>	112	48
Deval humide vs N.P.	97	44
<u>Région #3-2</u>		
Deval humide vs MgSO <sub>4</sub>	40	22
Deval humide vs N.P.	40	22
<u>Région #5</u>		
Deval humide vs MgSO <sub>4</sub>	36	31
Deval humide vs N.P.	39	34

TABLEAU # 1

BANCS DE GRAVIER

Relation entre le Deval humide et le nombre pétrographique

Deval humide	Nombre d'échantillons sur lesquels on a fait un Deval humide et un nombre pétrographique	Nombre d'échantillons (entre parenthèse le pourcentage) dont le nombre pétrographique est:					
		≤ 120	≤ 135	≤ 145	≤ 200	≤ 250	≤ 300
≤ 15	23	15 (65)	20 (87)	22 (96)	23 (100)	23 (100)	23 (100)
≤ 20	61	20 (33)	37 (61)	44 (72)	60 (98)	61 (100)	61 (100)
≤ 22	74	21 (28)	40 (54)	47 (64)	72 (97)	74 (100)	74 (100)
≤ 25	104	23 (22)	45 (43)	58 (56)	102 (98)	104 (100)	104 (100)
≤ 30	131	23 (18)	46 (35)	59 (45)	120 (92)	131 (100)	131 (100)
≤ 35	152	23 (15)	47 (31)	61 (40)	134 (88)	149 (98)	151 (99)
≤ 100	179	23 (13)	47 (26)	61 (34)	143 (80)	169 (94)	176 (98)

TABLEAU # 2

BANCS DE GRAVIER

Relation entre le Deval humide et le  $MgSO_4$

Deval humide	Nombre d'échantillons sur lesquels on a fait un Deval humide et un $MgSO_4$	Nombre d'échantillons (entre parenthèse le pourcentage) dont le $MgSO_4$ est:					
		≤ 5	≤ 12	≤ 15	≤ 18	≤ 25	≤ 30
≤ 15	23	15 (65)	23 (100)	23 (100)	23 (100)	23 (100)	23 (100)
≤ 20	52	23 (44)	48 (92)	51 (98)	51 (98)	52 (100)	52 (100)
≤ 22	66	25 (38)	60 (91)	63 (95)	64 (97)	66 (100)	66 (100)
≤ 25	97	34 (35)	80 (82)	87 (90)	94 (97)	96 (99)	97 (100)
≤ 30	122	38 (31)	93 (76)	105 (86)	114 (93)	120 (98)	122 (100)
≤ 35	140	40 (29)	102 (73)	117 (84)	128 (91)	136 (97)	140 (100)
≤ 100	170	41 (24)	109 (64)	129 (76)	142 (84)	155 (91)	164 (96)

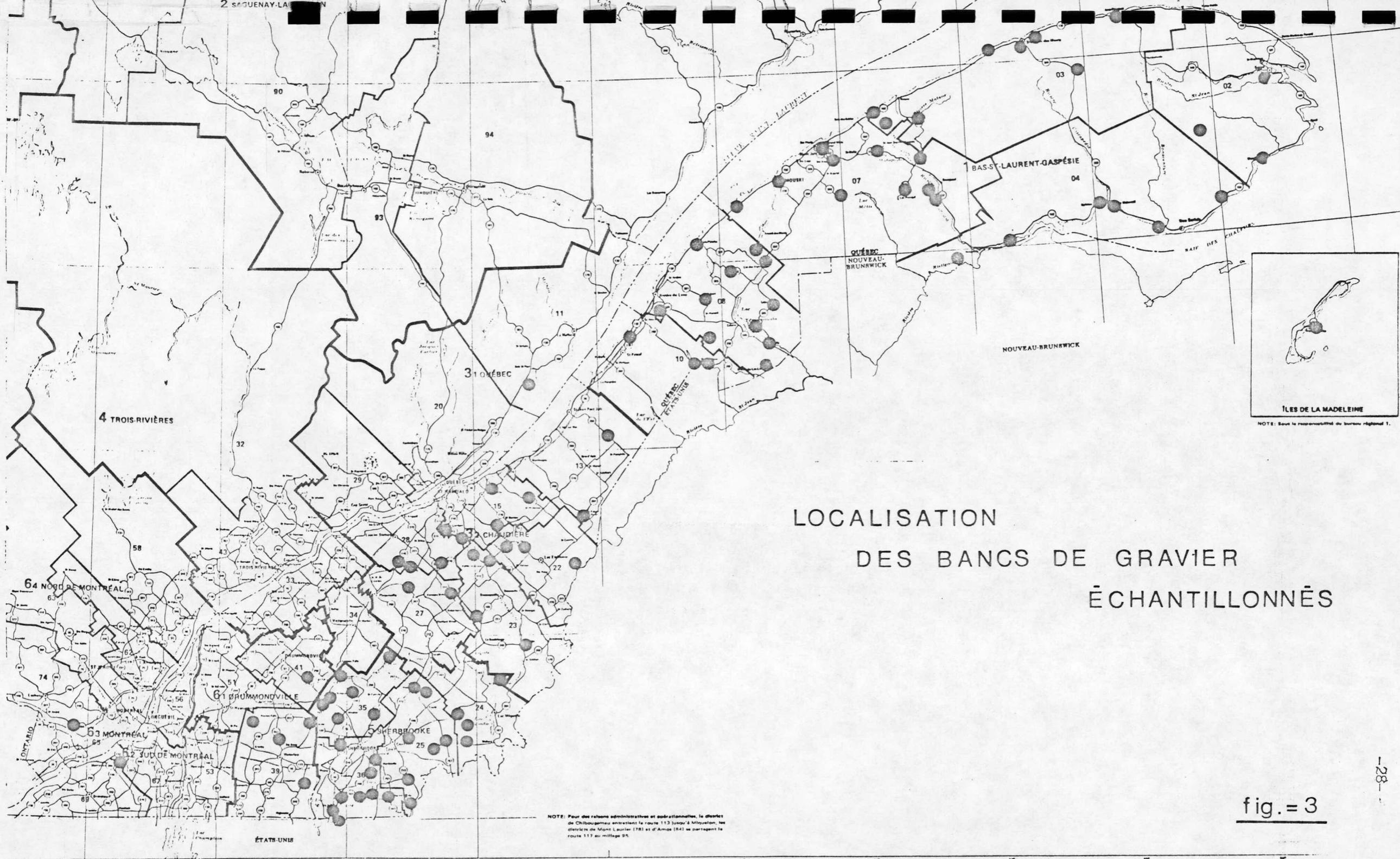
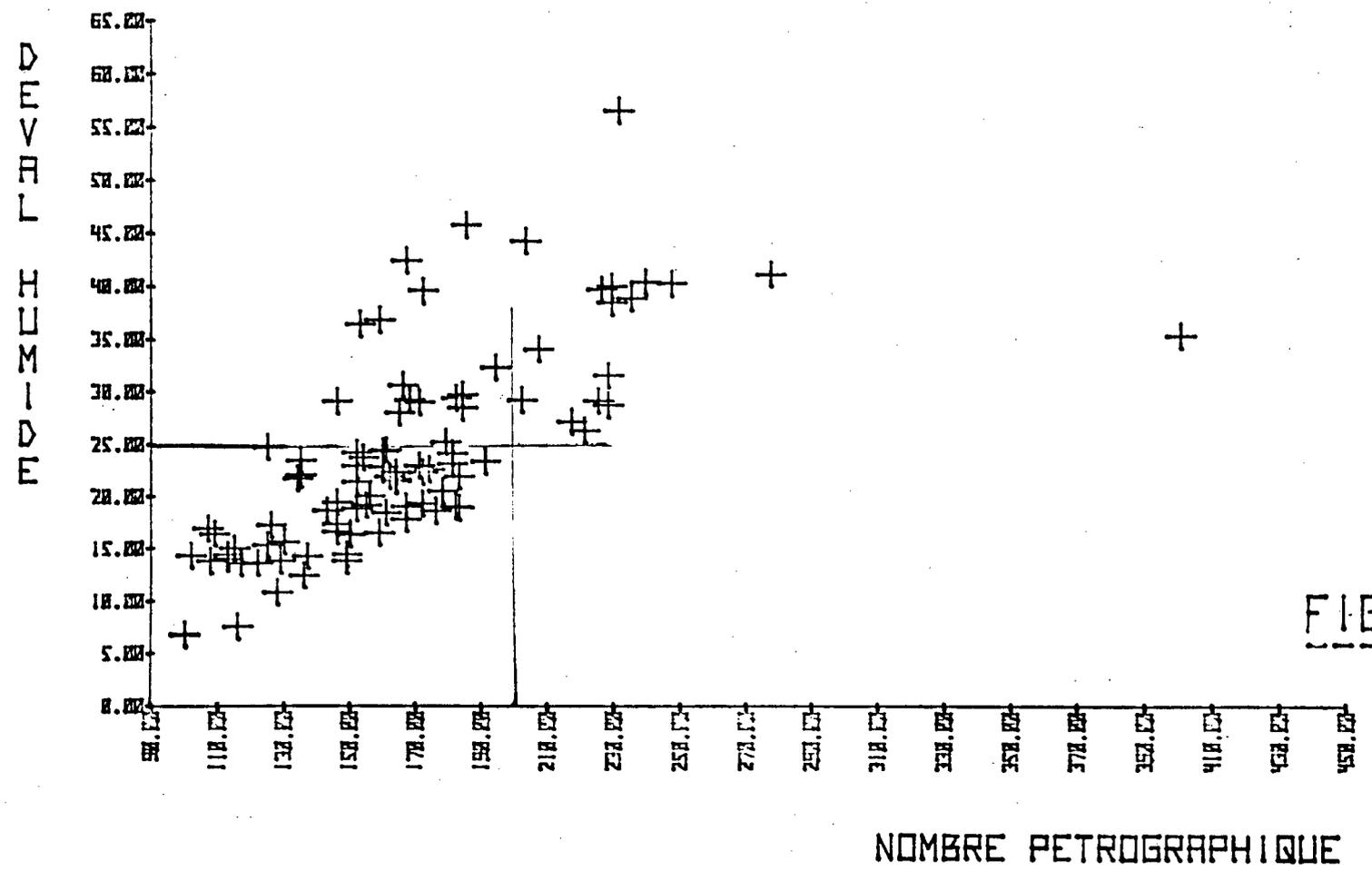


fig. = 3

# BANCS REGION #1

PROVENANCES= 44  
ECHANTILLONS= 97



BANCS REGION #1

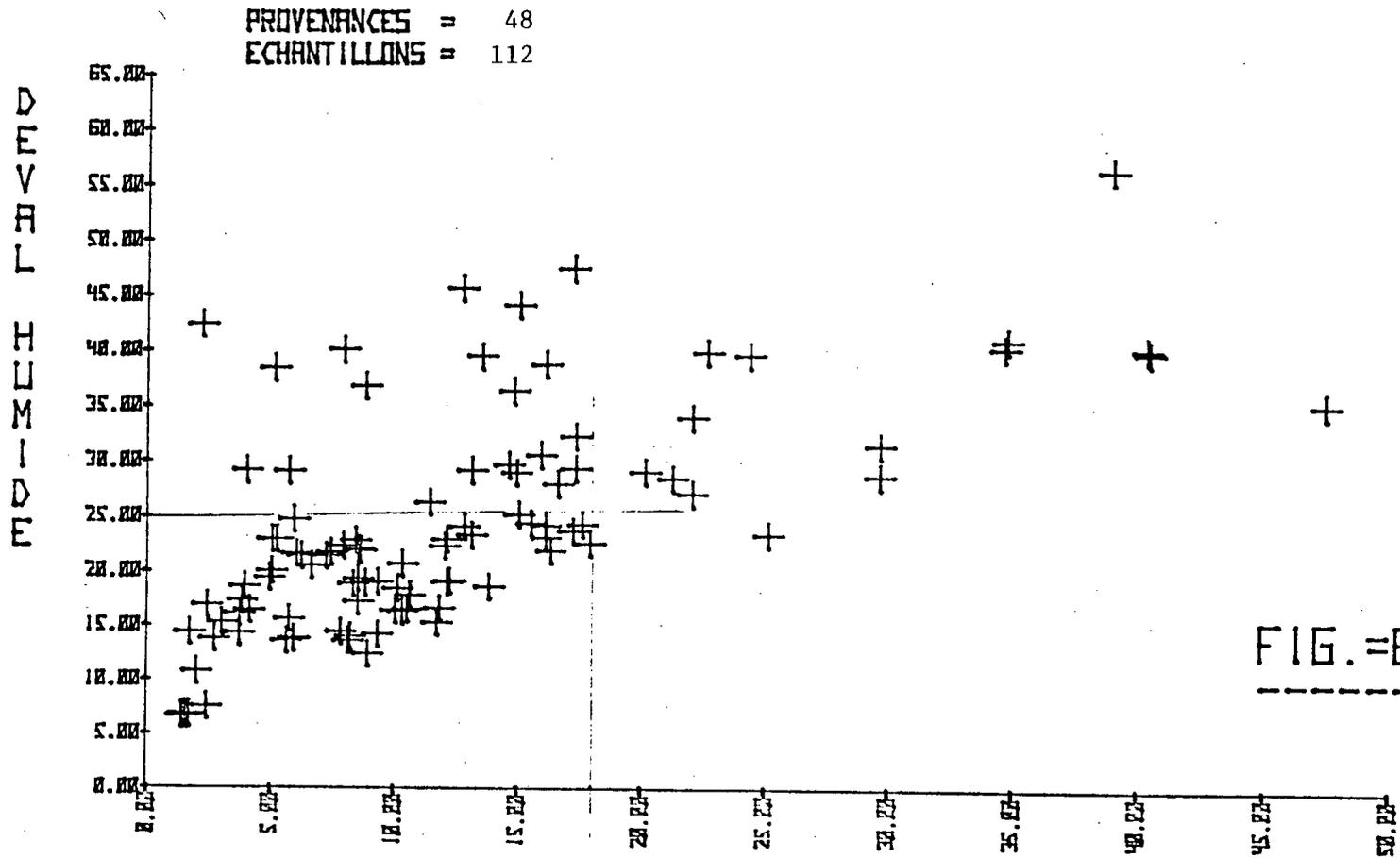
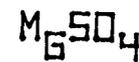


FIG. = 6





BANCS RÉGION # 3.2

DEVAL HUMIDE

(classe "D")

PROVENANCES = 22  
ÉCHANTILLONS = 40

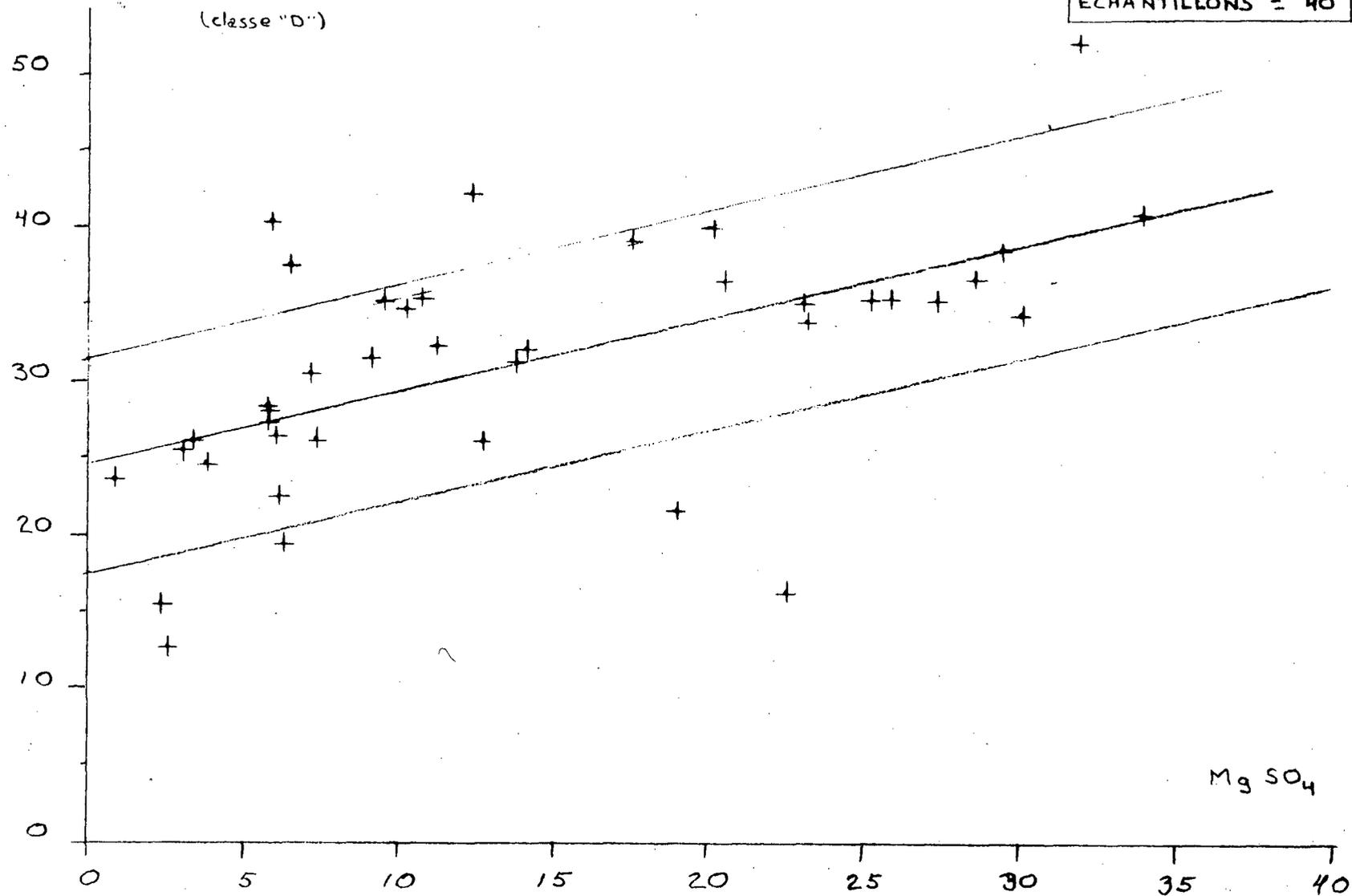


FIG. = 7-b

BANCS RÉGION # 3-2

PROVENANCES : 22  
ÉCHANTILLONS : 40

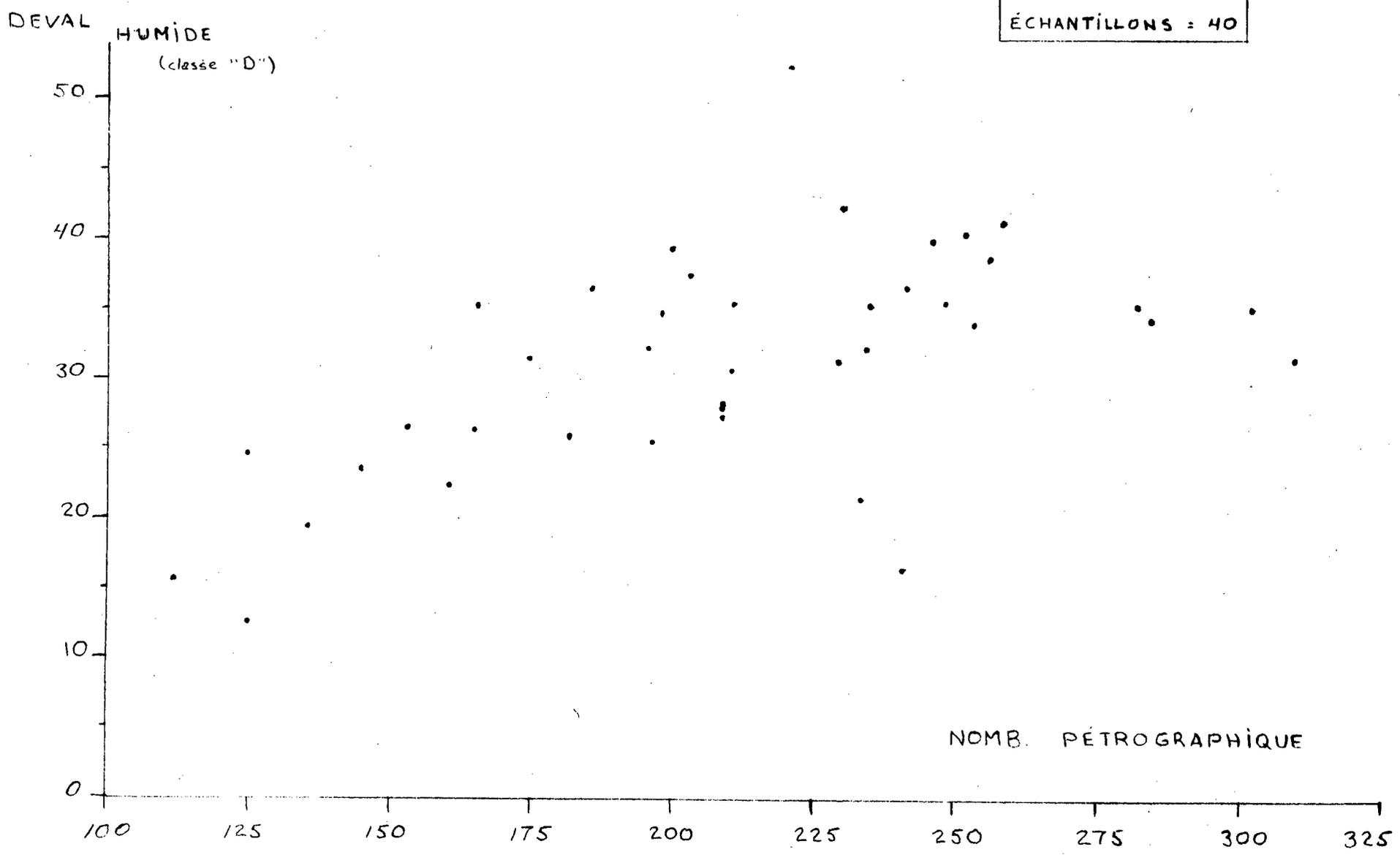


FIG. = 8

BANCS RÉGION # 3-2

PROVENANCES : 22  
ÉCHANTILLONS = 40

DEVAL HUMIDE  
(classe "D")

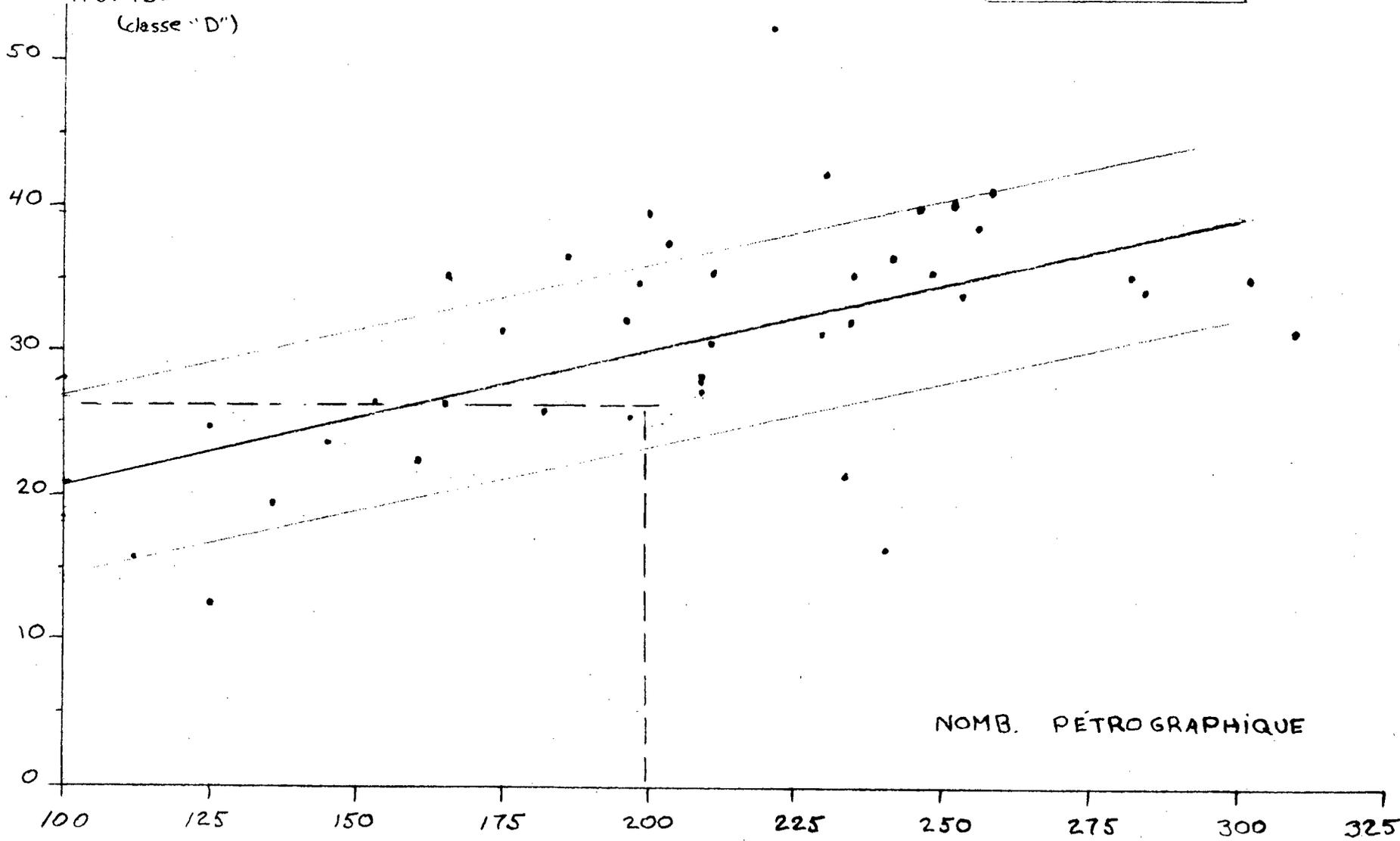


FIG. = 8-b

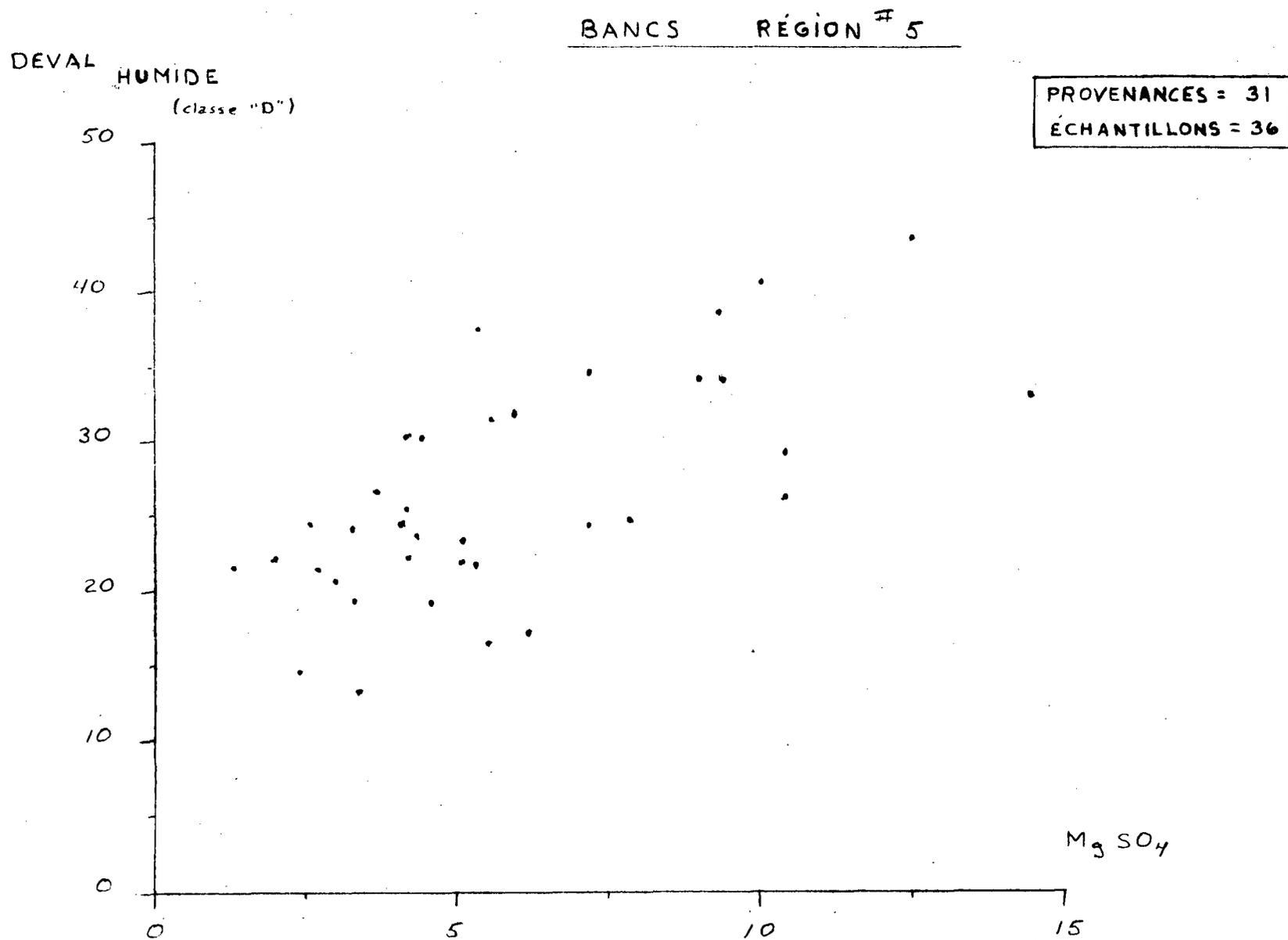


FIG. = 9

BANCS RÉGION #5

DEVAL HUMIDE

(classe "D")

PROVENANCES = 34  
ÉCHANTILLONS = 39

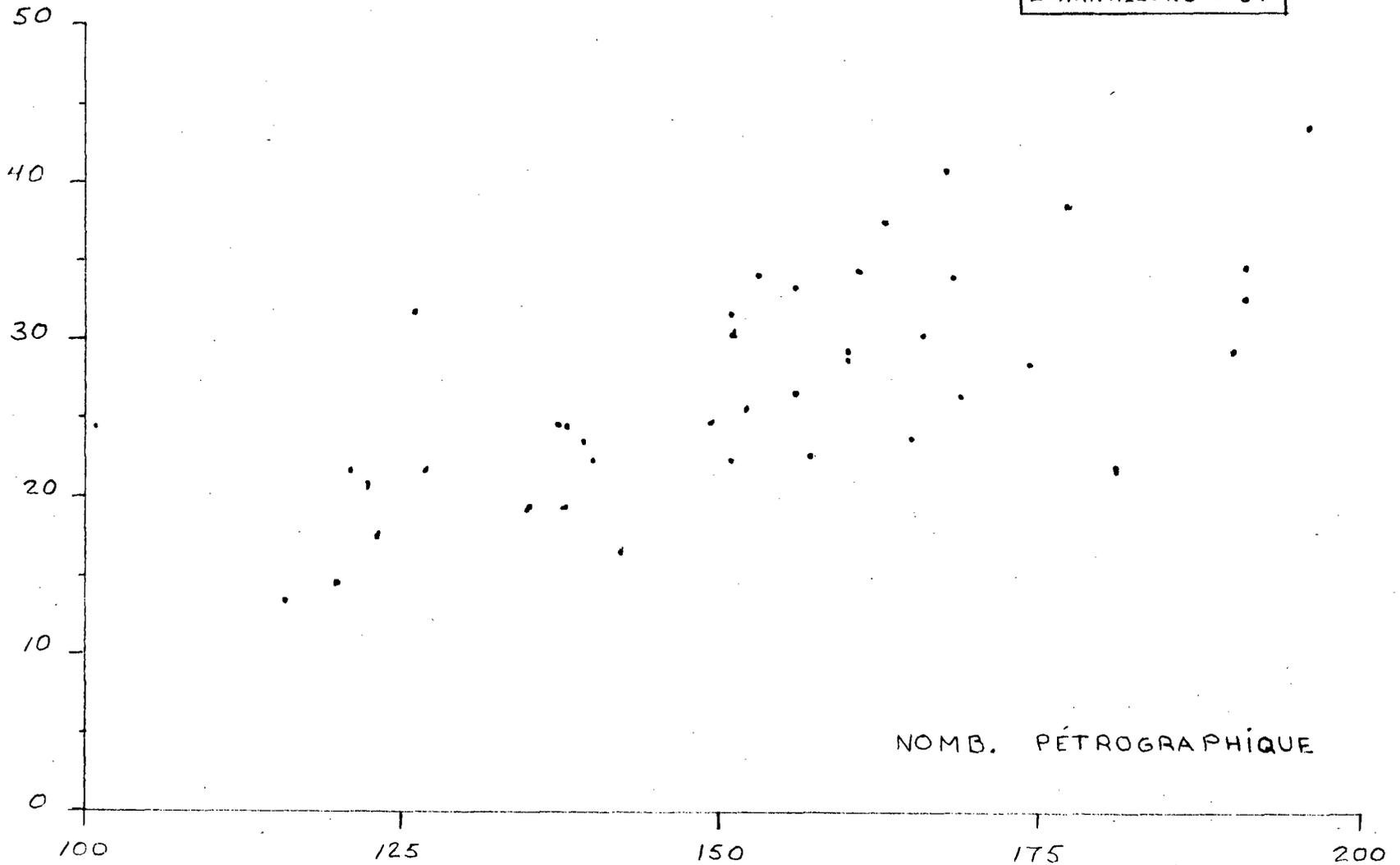
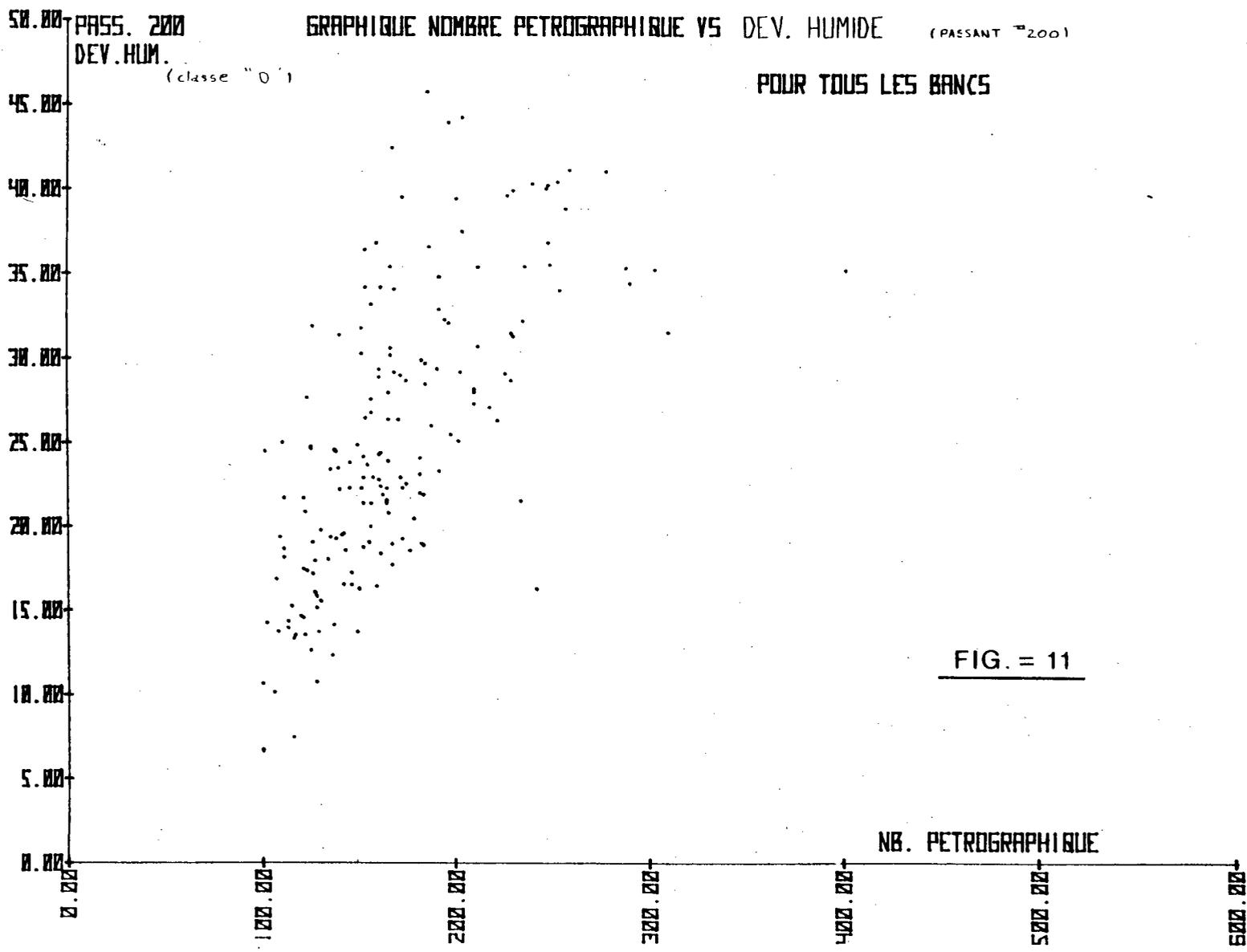


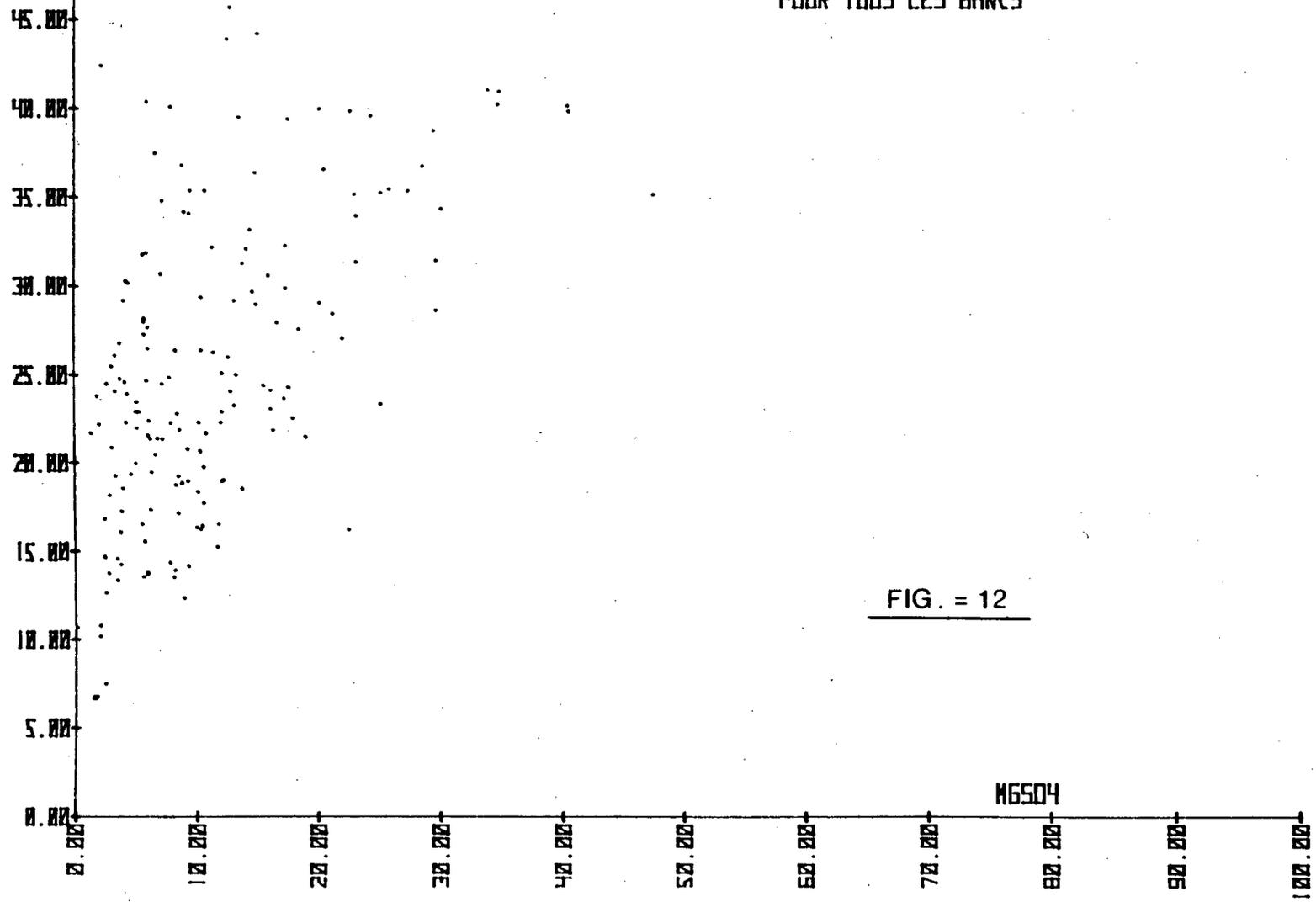
FIG. = 10



PASS. 200  
DEV. HUM.  
(classe "B")

# GRAPHIQUE M6504 VS DEV. HUMIDE (PASSANT #200)

POUR TOUTS LES BANCS



## CHAPITRE II

### COMPILATION ET RESULTATS POUR LA PIERRE CONCASSEE

Tel que mentionné dans l'introduction de la première partie du document, cette étude concerne des granulats contenant des éléments schisteux et argileux. Ils proviennent, surtout quant à leur volume, de carrières de calcaire sises dans les Basses-Terres du St-Laurent, dont les plus exploitées sont situées dans les régions de Montréal, Trois-Rivières et Québec. Les appartenances géologiques des granulats de ces carrières sont surtout celles du Trenton, Chazy et Black River. Egalement, certaines sources appartenant à d'autres formations géologiques (complexe St-Germain, complexe Appalachien?...) donnent des granulats ayant à peu près les mêmes caractéristiques. Ces sources, également dites schisteuses, sont généralement associées, dans certains cas, au grès (Sintra, Princeville) ou aux roches volcaniques (Sintra, St-Valère).

Les quarante-neuf carrières ou affleurements, desquelles plus de 183 échantillons ont été prélevés, sont indiqués à la figure 4.

Le tableau PR-4 indique, par région, les provenances et le nombre d'échantillons prélevés dans chacune.

TABLEAU PR-4

Nombre d'échantillons selon les provenances

- REGION # 1 (voir graphiques des fig. 21 et 22)

	N. Echantillons	N. Provenances
D.H. / MgSO <sub>4</sub>	23	11
D.H. / N.P.	22	10

Carrières et Affleurements

Provenances	Municipalité	Comté
Béchervaise	Gaspé	Gaspé-Est
Chaînage 118+00	Milnikik	Matapédia
Route Lemieux	Percé	Gaspé-Est
Oatcake	Murdockville	Gaspé-Ouest
Lydia Ouellet	Cap-Chat	Gaspé-Ouest
M. Pelletier	Ste-Anne-des-Monts	Gaspé-Ouest
J. Ross	Ruisseau-Castor	Gaspé-Ouest
Turbide	Fatima	Iles-de-la-Madeleine
Val-Brillant	Val-Brillant	Matapédia
Béton Provincial	Gaspé	Gaspé
*Stallman	Barachois	Gaspé-Ouest

- REGION 3-1 (voir graphiques des fig. 25 et 26)

	D.H.	N.P.	MgSO <sub>4</sub>
Carrière Roc, Beauport-Québec (Cet échantillon n'est pas indiqué sur la fig. 25)	89,0	300	95,4
Carrière Frontenac, Neuville-Portneuf	28,8	152	21,8
Carrière Union des Carrières, Charlesbourg- Québec	11,4	106	1,2
" " " " "	20,4	155	6,4
" " " " "	13,6	106	3,7
Carrière Frontenac, Neuville-Portneuf	25,2	172	14,7
" " " " "	17,1	132	7,9

TABLEAU PR-4 (suite)

- REGION # 4 (voir graphiques des fig. 27 et 28)

	N. Echantillons	N. Provenances
D.H. / MgSO <sub>4</sub>	12	4
D.H. / N.P.	12	4

Carrières ou Affleurements

<u>Provenances</u>	<u>Municipalité</u>	<u>Comté</u>
Sintra	Princeville	Arthabaska
Sintra	St-Valère	Arthabaska
St-Maurice	St-Louis de France	Champlain
St-Louis	St-Louis de France	Champlain

- REGION # 5 (voir graphiques des fig. 5 et 29)

	N. Echantillons	N. Provenances
D.H. / MgSO <sub>4</sub>	23	8
D.H. / N.P.	19	8

Carrières ou Affleurements

<u>Provenances</u>	<u>Municipalité</u>	<u>Comté</u>
Carotte de forage	St-Elie-D'Orford	Sherbrooke
Coupe 750+00	Canton Brompton	Richmond
Désourdy	Sherbrooke	Sherbrooke
Domlin	Limbe-Ridge	Wolfe
F.C. Doyle	Melbourne	Richmond
Miron Contrat	St-Elie-D'Orford	Sherbrooke
Sintra	Hatley Canton	Stanstead
Thibeault	Fontainebleau	Wolfe

TABLEAU PR-4 (suite)

- REGION 6-1 (voir graphiques des fig. 31 et 32)

	N. Echantillons	N. Provenances
D.H. / MgSO <sub>4</sub>	92	9
D.H. / N.P.	90	9

Carrières ou Affleurements

<u>Provenances</u>	<u>Municipalité</u>	<u>Comté</u>
*Carrière A	L'Avenir	Drummond
Blanchard	Wickham	Drummond
Patenaude	St-Nicéphore	Drummond
Richelieu	St-Hugues	Bagot
Rioux	Cowansville	Missisquoi
St-Dominique - Rés. #1	St-Dominique	Bagot
St-Dominique - Rés. #2	St-Dominique	Bagot
St-François	St-Germain	Drummond
Waterloo	Waterloo	Shefford
Sintra	L'Avenir	Drummond

- REGION 6-2 (voir graphiques des fig. 33 et 34)

	N. Echantillons	N. Provenances
D.H. / MgSO <sub>4</sub>	30	6
D.H. / N.P.	30	6

Carrières ou Affleurements

<u>Provenances</u>	<u>Municipalité</u>	<u>Comté</u>
Sobergel	Ste-Angèle de Monnoir	Rouville
Beauvais	St-Isidore	Laprairie
Demix	St-Jacques-Le-Mineur	Laprairie
Lafarge	St-Isidore	Laprairie
St-Bruno # 1	St-Bruno	Chambly
St-Bruno # 2	St-Bruno	Chambly

TABLEAU PR-4 (suite)

- REGION 6-3 (voir graphiques des fig. 35 et 36)

	N. Echantillons	N. Provenances
D.H. / MgSO <sub>4</sub>	34	8
D.H. / N.P.	34	8

Carrières ou Affleurements

<u>Provenances</u>	<u>Municipalité</u>	<u>Comté</u>
Simard & Beaudry	Laval	Ile-Jésus
Bauvais	Caughnawaga	Châteauguay
Corival	Laval	Ile-Jésus
Demix (Montréal-est)	Montréal-Est	Ile de Montréal
Lagacé	Vimont-Back River	Ile-Jésus
Lagacé	Terrebonne	Terrebonne
Meloche	Pierrefonds	Ile de Montréal
Miron	Montréal	Ile de Montréal

- REGION 6-4 (voir graphiques des fig. 37 et 38)

	N. Echantillons	N. Provenances
D.H. / MgSO <sub>4</sub>	13	2
D.H. / N.P.	13	2

Carrières ou Affleurements

<u>Provenances</u>	<u>Municipalité</u>	<u>Comté</u>
Whissel	St-Philippe	Argenteuil
Sintra	St-Jacques	Montcalm

## COMPILATION ET INTERPRETATION PAR REGIONS

Nous avons compilé et mis en graphique, pour différentes régions de la province, les valeurs des résultats à l'essai Deval humide en fonction des résultats à l'essai du nombre pétrographique et de l'essai au  $MgSO_4$ .

### REGION # 1

Tel qu'indiqué au tableau PR-4, au moins vingt-deux échantillons ont été prélevés dans 11 carrières différentes. Ces échantillons proviennent soit de réserves ou de carottes de forage pour fins de prospection. En se référant aux graphiques des figures 21 et 22, on constate que les échantillons, donnant un résultat inférieur à 22 à l'essai Deval humide, montre un nombre pétrographique inférieur à 200 et une perte inférieure à 20 à l'essai au  $MgSO_4$ . Ce qui signifie qu'une pierre concassée montrant un Deval humide inférieur à 22 répond aux exigences requises pour fondations inférieure et supérieure, pour les mélanges bitumineux de base et de liaison (granulat de classe 4) et pour les couches de surface pour moins de 800 véhicules par jour (granulat classe 5). Le tableau PR-6 résume les spécifications préconisées pour différents usages.

### REGIONS # 3-2 et # 3-1

Aucun échantillon ne fut prélevé dans la région # 3-2.

Quant à la région 3-1, seulement sept (7) échantillons furent analysés. Pour ces granulats, la même exigence au Deval humide, 22 maximum, peut être retenue (comme pour la région # 1) pour les usages mentionnés. (Référence figures 25 et 26).

ESSAIS	BETON BITUMINEUX					BETON DE CIMENT		FONDATIONS		EMPRUNT
	Classes de granulat					Exposé	Non exposé	Inférieure	Supérieure	
	1	2	3	4	5	Aux sels déglacants				
Nombre pétrographique (max.) BNQ 2560-900	120	135	145	250	200	135	155	300	200	400
Durabilité MgSO <sub>4</sub> (max.) BNQ 2622-908	5	12	15	25	18	12	15	25	20	35

DEFINITION

Classe de granulat	Utilisation du mélange bitumineux dans lequel les granulats sont incorporés
1	Surfaces de roulement soumises à l'usure intense (plus de 40,000 véhicules par jour), zones d'accélération, carrefours principaux.
2	Surfaces de roulement des autoroutes routes provinciales et artères municipales à forte circulation.
3	Surfaces de roulement des routes régionales ou des rues et artères à circulation modérée.
4	Couches de liaison et couches de base.
5	Couches de surface ayant moins de 800 véhicules par jour.

TABLEAU PR 6

EXIGENCES SUR LA QUALITE DES GROS GRANULATS (1980)

REGION # 4

Les figures 27 et 28 montrent que les résultats au Deval humide inférieurs à 22 correspondent à des valeurs au  $MgSO_4$  inférieures à 20 et à des nombres pétrographiques inférieurs à 200. Deux (2) des quatre carrières analysées (voir tableau PR-6) sont formées de lits de calcaires et de schistes et, par conséquent, semblables aux mêmes formations géologiques de la région 6-3 de Montréal.

REGION # 5

Huit (8) sources de pierre ont été échantillonnées (carrières, roches dynamitées, carottes de forage). L'analyse des dix-neuf (19) échantillons prélevés nous oriente vers les mêmes conclusions que pour la région # 1. (Voir les graphiques # 29 et 30). Le nombre des valeurs de Deval humide inférieures à 15 est insuffisant pour permettre d'en faire un critère décisionnel.

REGION # 6-1

L'analyse de quatre-vingt-dix (90) échantillons prélevés dans 7 carrières et 2 sources de roches dynamitées montre que 100% des échantillons ont, à l'essai  $MgSO_4$ , une perte inférieure à 15. D'autre part, 100% des échantillons, dont le Deval humide est inférieur à 20, montrent un nombre pétrographique inférieur à 200.

Quant aux résultats de Deval humide inférieurs à 22, les possibilités de rencontrer les spécifications stipulées pour fondations inférieure et supérieure et pour les granulats des classes # 4 et 5 sont de 90%. Pour

cette région, les figures # 31 et 32 montrent les coordonnées des essais effectués.

REGION # 6-2

Trente (30) échantillons ont été prélevés dans les 6 carrières indiquées au tableau PR-5. En référence aux figures 33 et 34; nombre pétrographique et  $MgSO_4$  en fonction du Deval humide, les graphiques montrent que les échantillons ayant un Deval humide inférieur à 22 répondent aux exigences (N.P. < 200 et  $MgSO_4$  < 20) pour emprunt, pour fondations inférieure et supérieure, pour couches bitumineuses de base et de liaison ainsi que pour couche de surface (taux de circulation inférieur à 800 véhicules par jour).

REGION # 6-3

Trente-deux (32) échantillons ont été prélevés dans les huit (8) carrières (calcaire et schiste) mentionnées au tableau PR-5.

Par l'interprétation des graphiques # 35 et 36, les conclusions sont les mêmes que celles de la région # 6-2. Dû au nombre peu élevé de résultats de Deval humide inférieurs à 15, il est difficile d'apporter des recommandations pour les granulats de classes 2 et 3 ainsi que pour ceux proposés pour béton de ciment.

REGION # 6-4

Les échantillons provenant des niveaux exploités de la carrière Whissel ne répondent pas en général aux exigences de fondation inférieure. Les résultats au Deval humide sont supérieurs à 27. (Voir figures # 37 et 38).

COMPILATION ET RESULTATS POUR L'ENSEMBLE DES CARRIERES

Les coordonnées des résultats des essais au nombre pétrographique et gel et dégel au  $MgSO_4$  en fonction des résultats au Deval humide pour chaque échantillon sont indiquées, respectivement, dans les figures 13 C et 14 C.

En se basant sur les spécifications du tableau PR-6, l'interprétation des valeurs indiquées sur ces graphiques nous fournit les critères de décision suivants:

Usages	Valeur maximum du Deval humide (grade D) pour acceptation immédiate	Pourcentage d'échantillons (de l'étude) acceptables immédiatement par le D.H.
Granulats des classes 2 et 3, béton ciment exposé ou non exposé aux sels déglacants	15	* 30% ( $\frac{54}{185}$ )
Fondations inférieure et supérieure, granulats de classe 4 et 5, emprunt	22	* 51% ( $\frac{94}{185}$ )

\* Ces pourcentages ne sont fournis qu'à titre indicatif.

Les valeurs au Deval humide supérieures à 15 et 22 ne signifient pas que l'agrégat est refusé, mais qu'il doit être analysé selon les essais au  $MgSO_4$  et N.P. Ce qui suit explique d'une façon détaillée les valeurs du tableau ci-haut.

Pierre concassée de carrières (contenant des matériaux schisteux)

- A) Pour béton de ciment exposé aux sels déglacants et béton bitumineux du type 2 (couches de surface d'autoroutes et routes provinciales), la norme est de:

$$\text{MgSO}_4 < 12 \text{ et le N.P. } < 135$$

Pour un Deval Humide (Grade D)	Pourcentage des possibilités pour	
	que le $\text{MgSO}_4 < 12$ (TABLEAU # 4)	que le N.P. $< 135$ (TABLEAU # 3)
< 15	100 (56/56)	96 (54/56)
< 20	95 (87/92)	73 (67/92)

Ce qui est entre parenthèses indique un rapport de nombre d'échantillons.

- B) Pour béton bitumineux du type 3 (couche de surface de routes régionales ou de rues à circulation moyenne, la norme est de:

$$\text{MgSO}_4 < 15 \text{ et le N.P. } < 145$$

Pour un Deval Humide (Grade D)	Pourcentage des possibilités pour	
	que le $\text{MgSO}_4 < 15$ (TABLEAU # 4)	que le N.P. $< 145$ (TABLEAU # 3)
< 15	100 (56/56)	96 (54/56)
< 20	98 (90/92)	80 (74/92)

- C) Pour béton de ciment non-exposé aux sels déglacants, la norme est de:

$$\text{MgSO}_4 < 15 \text{ et le N.P. } < 155$$

Pour un Deval Humide (Grade D)	Pourcentage des possibilités pour	
	que le $\text{MgSO}_4 < 15$ (TABLEAU # 4)	que le N.P. $< 155$ (TABLEAU # 3)
< 15	100 (56/56)	98 (55/56)
< 20	98 (90/92)	88 (interpolé)
< 22	98 (99/101)	86 (interpolé)

- D) Pour béton bitumineux du type 5 (couche de surface de moins de 800 véhicules par jour), la norme est de:

$MgSO_4 < 18$  et le N.P.  $< 200$

Pour un Deval Humide (Grade D)	Pourcentage des possibilités pour	
	que le $MgSO_4 < 18$ (TABLEAU # 4)	que le N.P. $< 200$ (TABLEAU # 3)
< 20	99 (91/92)	98 (90/92)
< 22	99 (100/101)	93 (94/101)
< 25	97 (115/118)	88 (103/122)

- E) Pour béton bitumineux du type 4 (couche de base et de liaison), la norme est de:

$MgSO_4 < 25$  et le N.P.  $< 250$

Pour un Deval Humide (Grade D)	Pourcentage des possibilités pour	
	que le $MgSO_4 < 25$ (TABLEAU # 4)	que le N.P. $< 250$ (TABLEAU # 3)
< 22	100 (101/101)	97 (98/101)

- F) Pour fondation supérieure, la norme est de:

$MgSO_4 < 20$  et le N.P.  $< 200$

Pour un Deval Humide Grade D)	Pourcentage des possibilités pour	
	que le $MgSO_4 < 20$ (TABLEAU # 4)	que le N.P. $< 200$ (TABLEAU # 3)
< 20	100 (92/92)	98 (90/92)
< 22	100 (100/100)	93 (94/101)
< 25	98 (115/118)	88 (103/117)
< 27	étude pour traitement ou stabilisation	étude pour traite- ment ou stabilisa- tion

G) Pour fondation inférieure, la norme est de:

$MgSO_4 < 25$  et le N.P.  $< 300$

Pour un Deval Humide (Grade D)	Pourcentage des possibilités pour	
	que le $MgSO_4 < 25$ (TABLEAU # 4)	que le N.P. $< 300$ (TABLEAU # 3)
> 27	traitement ou stabilisation	traitement ou stabilisation
< 22	100 (92/92)	99 (91/92)

H) Pour emprunt, la norme est de:

$MgSO_4 < 35$  et le N.P.  $< 400$

Pour un Deval Humide (Grade D)	Pourcentage des possibilités pour	
	que le $MgSO_4 < 35$ (TABLEAU # 4)	que le N.P. $< 400$ (TABLEAU # 3)
< 22	100	100

CONCLUSION

Selon l'interprétation des figures 13 C et 14 C, les relations entre les résultats de l'essai Deval Humide (D.H.) et le  $MgSO_4$  ou le N.P. respectivement, l'utilisation de l'essai Deval Humide est recommandée pour les carrières de pierre de calcaire et autres contenant des matériaux schisteux ou argileux.

L'analyse de quelque cent quatre-vingt trois (183) échantillons des quarante-neuf (49) provenances permet de conclure qu'un échantillon donnant un Deval Humide inférieur à 22 répond aux exigences pour emprunt, pour fondations inférieure et supérieure, pour couches bitumineuses de base et de liaison (granulat classe 4) et pour couche bitumineuse de surface sujette à moins de 800 véhicules par jour (granulat classe 5). Cette analyse permet de recommander l'essai au Deval Humide pour des agrégats proposés pour béton de ciment et béton bitumineux de classes 2 et 3; pour ces usages, un D.H. inférieur à 15 entraîne une acceptation immédiate.

Il est possible d'éliminer, dans 30 à 50% des cas, les essais au  $MgSO_4$  et nombre pétrographique.

Guy Dallaire, ing.  
Responsable Division Agrégats  
Laboratoire Central  
Ministère des Transports.

SAINTE-FOY, le 22 avril 1980.

GD/fg

ESSAIS	BETON BITUMINEUX					BETON DE CIMENT		FONDATIONS		EMPRUNT
	Classes de granulat					Expose	Non expose	Inférieure	Supérieure	
	1	2	3	4	5	Aux sels déglaçants				
Nombre pétrographique (max.) BNQ 2560-900	120	135	145	250	200	135	155	300	200	400
Durabilité MgSO <sub>4</sub> (max.) BNQ 2622-908	5	12	15	25	18	12	15	25	20	35

DEFINITION

Classe de granulat	Utilisation du mélange bitumineux dans lequel les granulats sont incorporés
1	Surfaces de roulement soumises à l'usure intense (plus de 40,000 véhicules par jour), zones d'accélération, carrefours principaux.
2	Surfaces de roulement des autoroutes routes provinciales et artères municipales à forte circulation.
3	Surfaces de roulement des routes régionales ou des rues et artères à circulation modérée.
4	Couches de liaison et couches de base.
5	Couches de surface ayant moins de 800 véhicules par jour.

TABLEAU PR 6

EXIGENCES SUR LA QUALITE DES GROS GRANULATS (1980)

TABLEAU # 3

## PIERRE CONCASSEE DE CARRIERES

Relation entre le Deval Humide et le Nombre Pétrographique

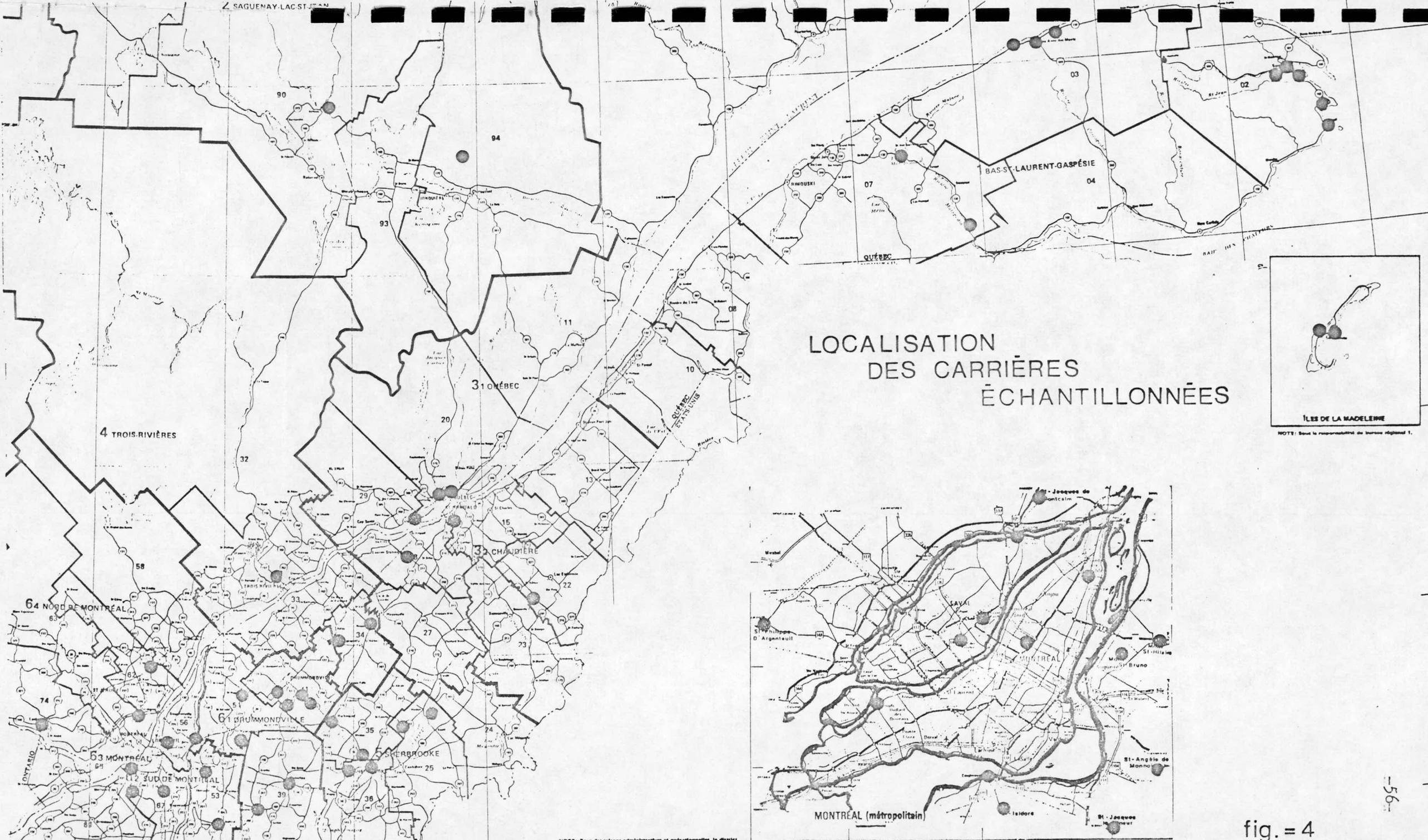
Deval Humide	Nombre d'échantillons sur lesquels on a fait un Deval Humide et un Nombre Pétrographique	Nombre d'échantillons (entre parenthèses le pourcentage) dont le nombre pétrographique est:						Remarques	
		< 120	< 135	< 145	< 200	< 250	< 300		< 400
< 15	56	47 (84)	54 (96)	54 (96)	56 (100)	56 (100)	56 (100)	2 échantillons de 145 < N.P. < 200 0 échantillon de N.P. > 200	
< 20	92	53 (58)	67 (73)	74 (80)	90 (98)	91 (99)	91 (99)		
< 22	101	54 (53)	69 (68)	77 (76)	94 (93)	98 (97)	100 (99)	7 échantillons de N.P. > 200 3 échantillons de N.P. > 250	
< 25	117	54 (46)	72 (62)	82 (70)	103 (88)	113 (97)	115 (98)	116 (99)	4 échantillons de N.P. > 250
< 30	160	54 (34)	72 (45)	83 (52)	120 (75)	136 (85)	141 (88)		
< 35	171	54 (32)	72 (42)	84 (49)	124 (73)	140 (82)	148 (87)		
<100	185	54 (29)	72 (39)	84 (45)	126 (68)	144 (78)	154 (83)		

TABLEAU # 4

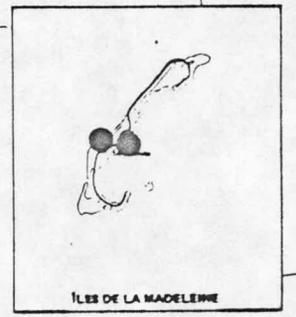
PIERRE CONCASSEE DE CARRIERES

Relation entre le Deval Humide et l'essai au  $MgSO_4$

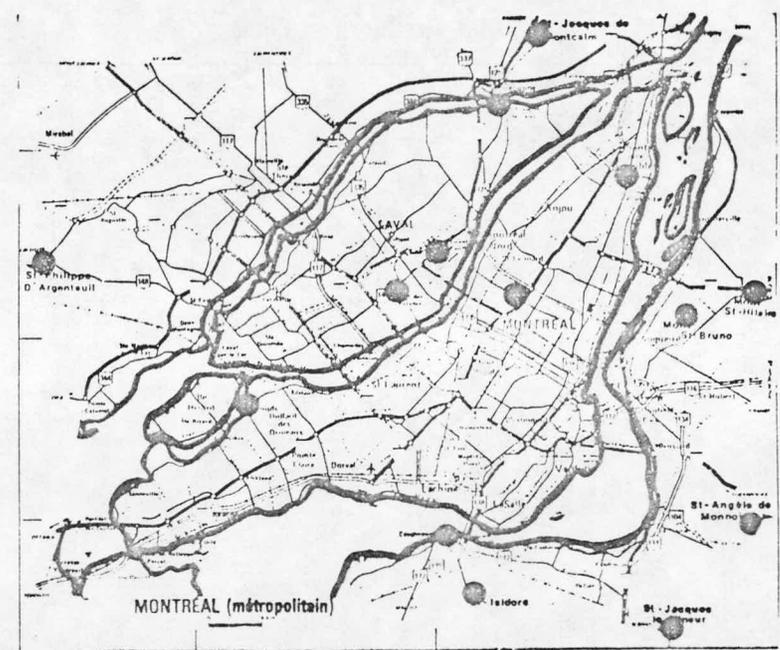
Deval Humide	Nombre d'échantillons sur lesquels on a fait un Deval Humide et un $MgSO_4$	Nombre d'échantillons (entre parenthèses le pourcentage) dont le $MgSO_4$ est:							Remarques
		< 5	< 12	< 15	< 18	< 25	< 30	< 35	
< 15	56	55 (98)	56 (100)	56 (100)	56 (100)	56 (100)	56 (100)		1 échantillon de $MgSO_4 > 5$
< 20	92	79 (86)	87 (95)	90 (98)	91 (99)	92 (100)	92 (100)		
< 22	101	85 (84)	96 (95)	99 (98)	100 (99)	101 (100)	101 (100)		
< 25	118	89 (75)	108 (92)	112 (95)	115 (97)	116 (98)	116 (98)	117 (99)	3 échantillons de $MgSO_4 > 18$ ou 20
< 30	166	104 (63)	139 (84)	147 (89)	150 (90)	152 (92)	154 (93)		
< 35	178	108 (61)	144 (81)	152 (85)	155 (87)	158 (89)	162 (91)		
<100	191	108 (57)	146 (76)	154 (81)	157 (82)	164 (86)	170 (89)		



# LOCALISATION DES CARRIÈRES ÉCHANTILLONNÉES



NOTE: Sous la responsabilité de l'auteur répliqué 1.



REGION DE MONTREAL

NOTE: Pour des raisons administratives et opérationnelles, le district de Chibougamou entretient la route 113 jusqu'à Mésoulin; les districts de Mont-Laurier (78) et d'Amos (84) se partagent la route 117 au millage 95.

fig. = 4

REGION #1

PROVENANCES = 11  
ECHENTILLENS = 23

DEVAL  
HUMIDE

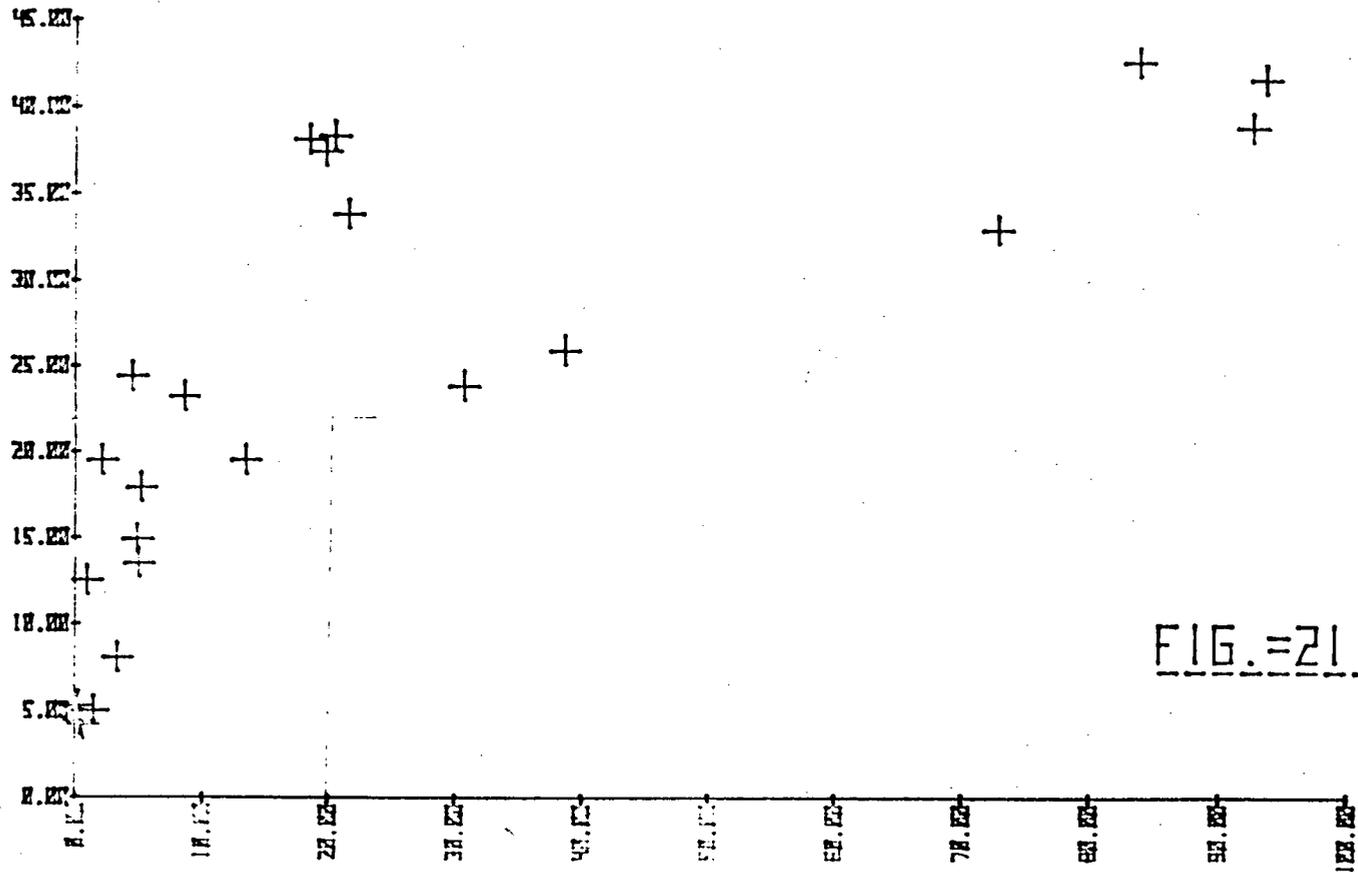
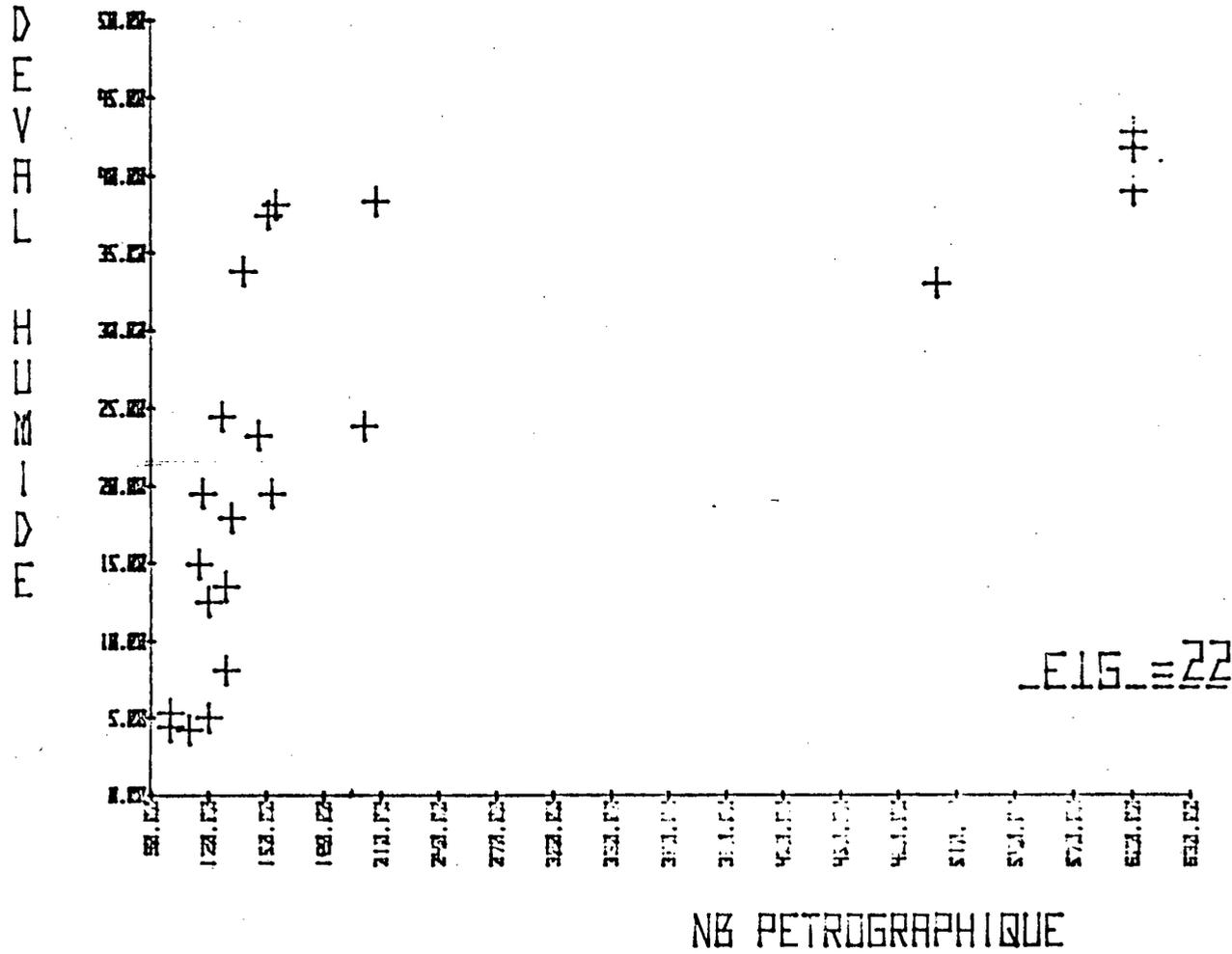


FIG. = 21

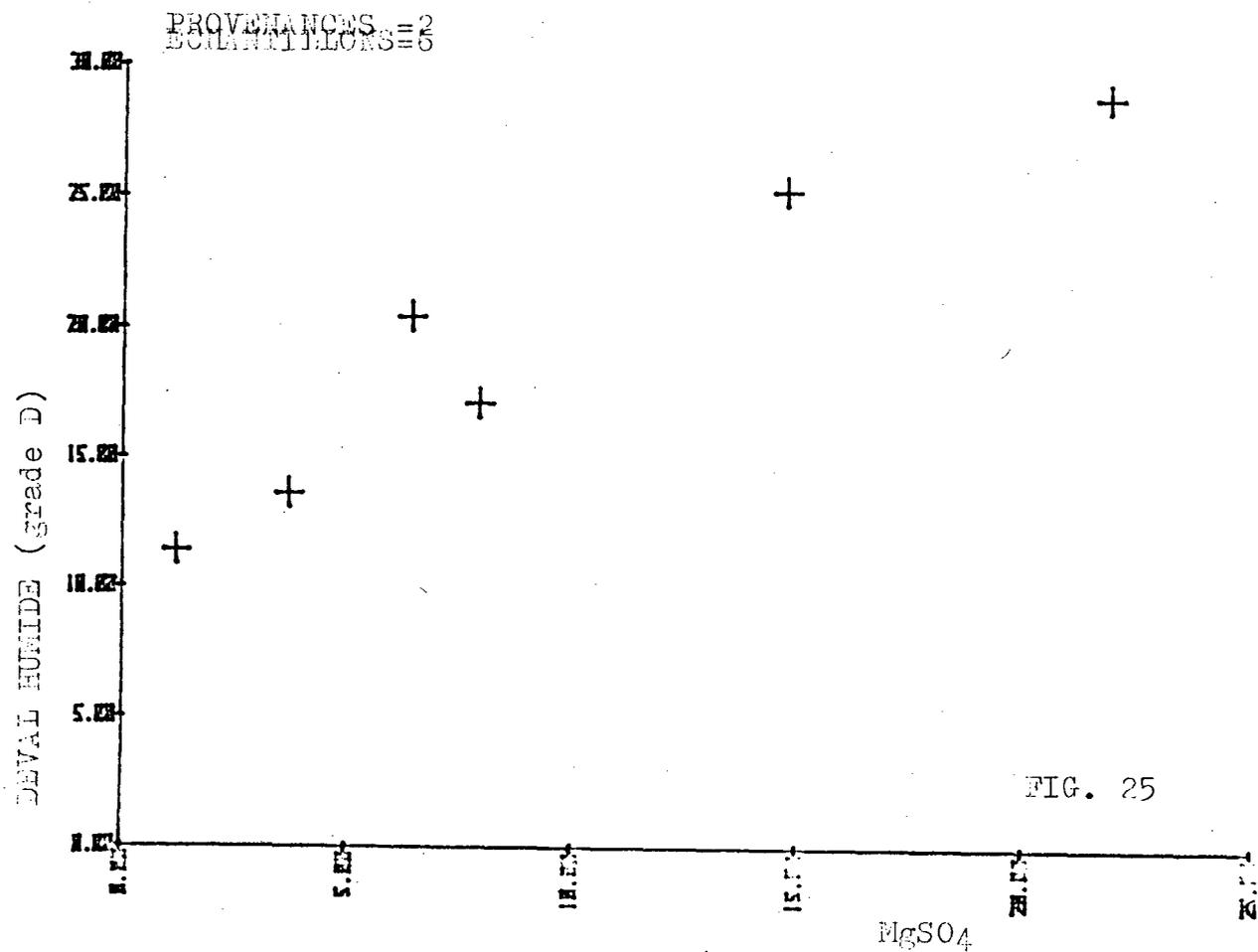
M6504

REGION # 1

PROVENANCE = 16  
 ECHANTILLON = 22



REGION # 3-1



REGION #3-1

PROVENANCES = 2  
ECHANTILLONS = 6



REGION # 4

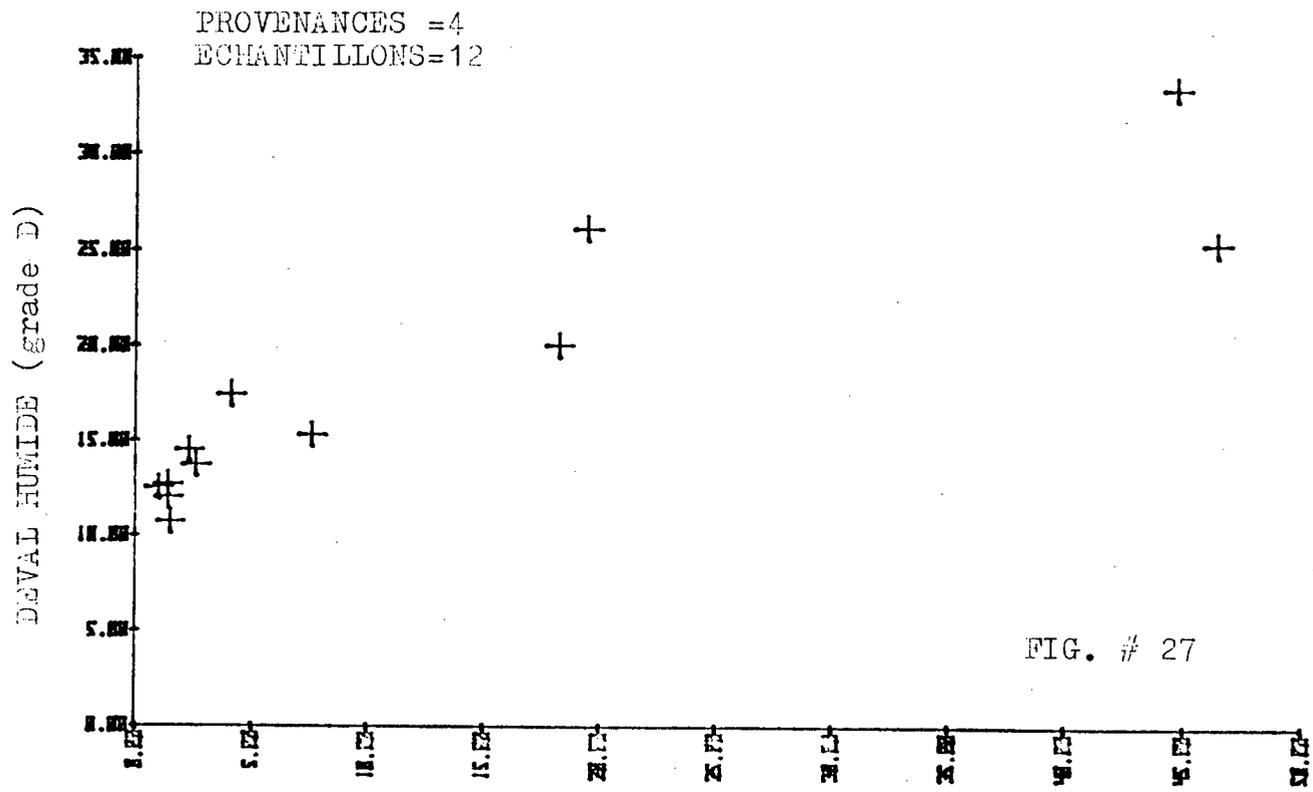


FIG. # 27

HgSO<sub>4</sub>

REGION #4

PROVENANCES = 4  
ECHANTILLONS = 12

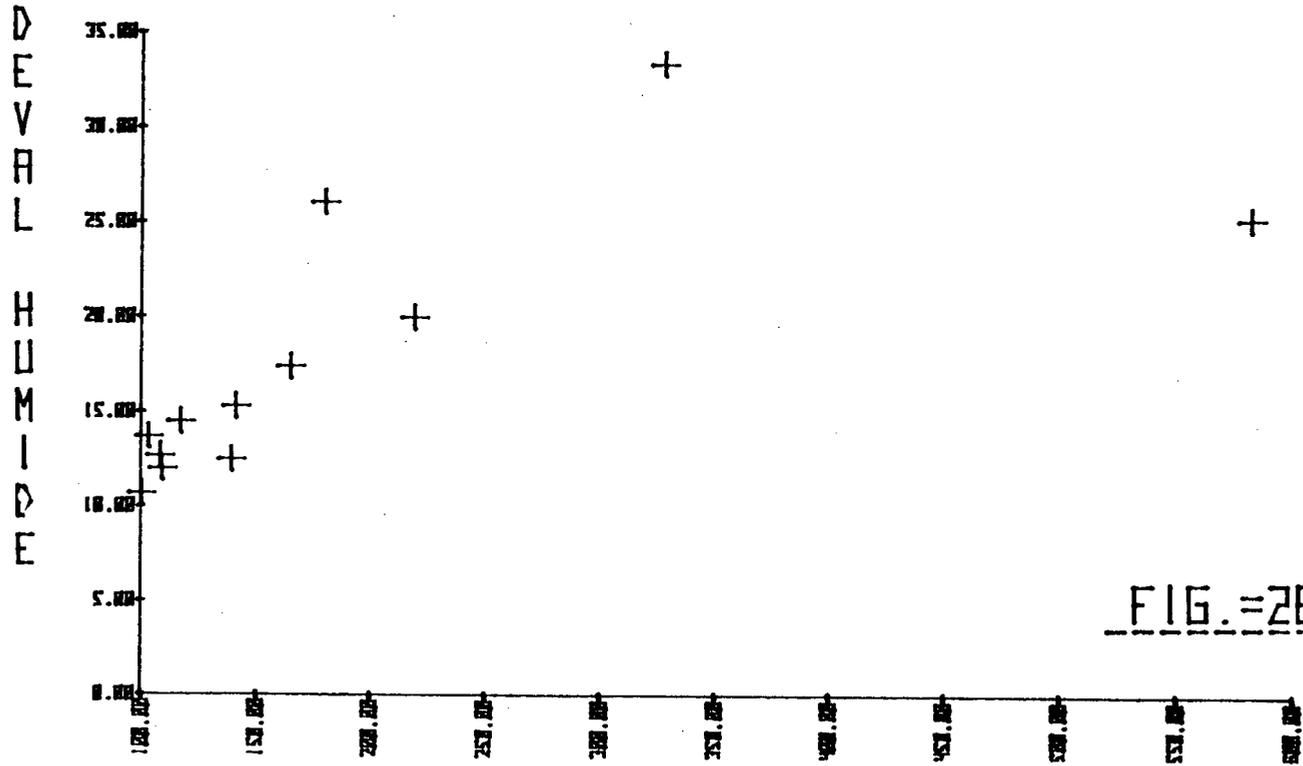
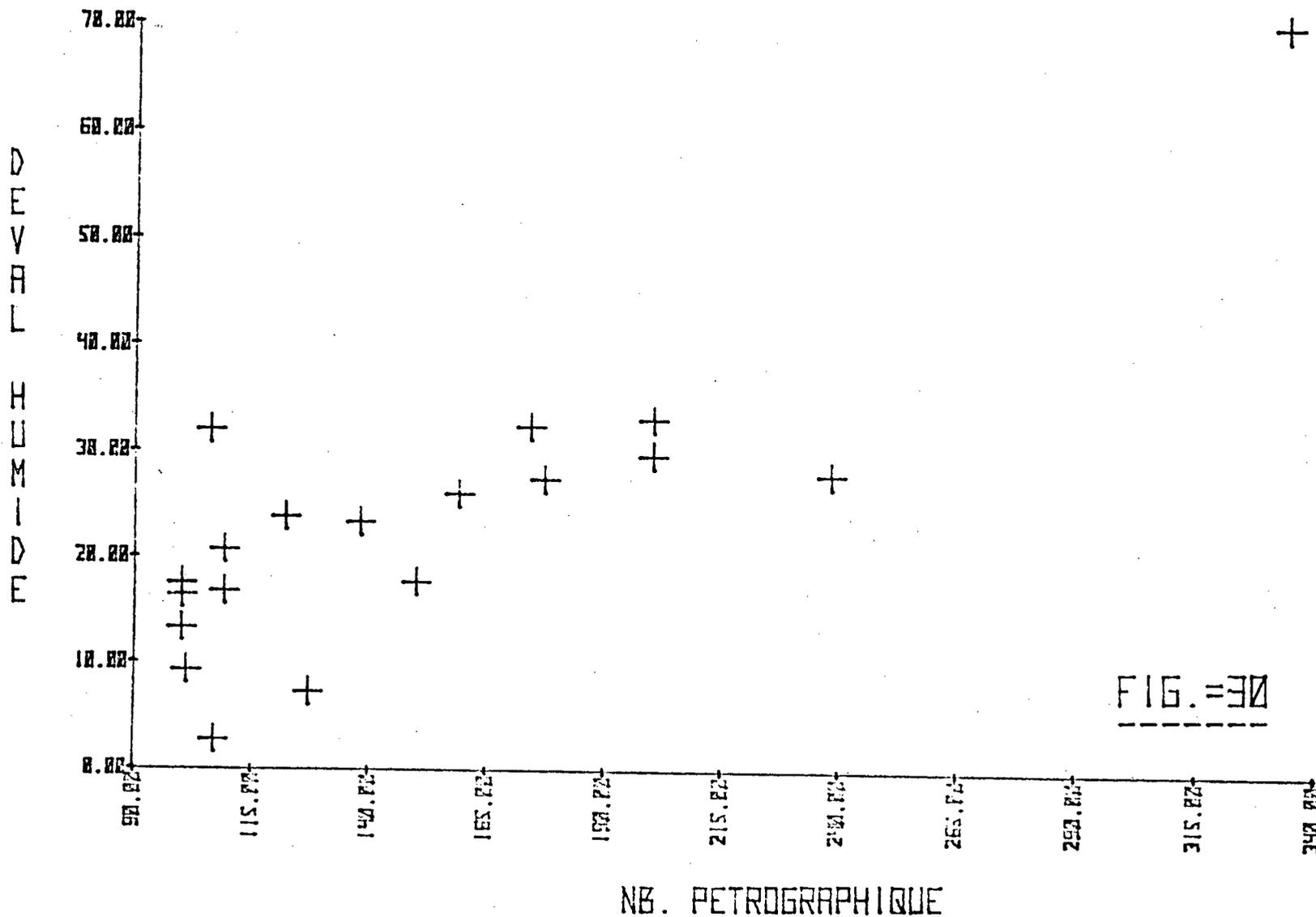


FIG. = 28

NB. PETROGRAPHIQUE

REGION #5

PROVENANCES = 8  
ECHANTILLONS = 19



REGION # 5

PROVENANCES = 8  
ECHANTILLONS = 23

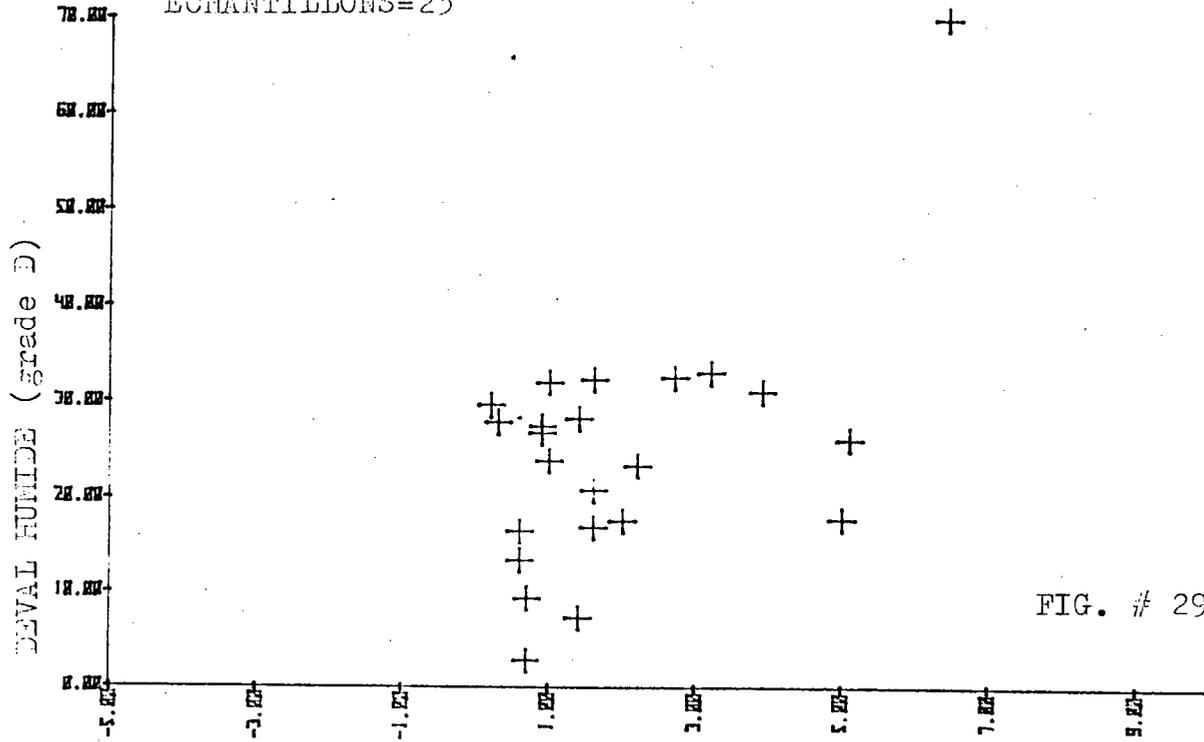
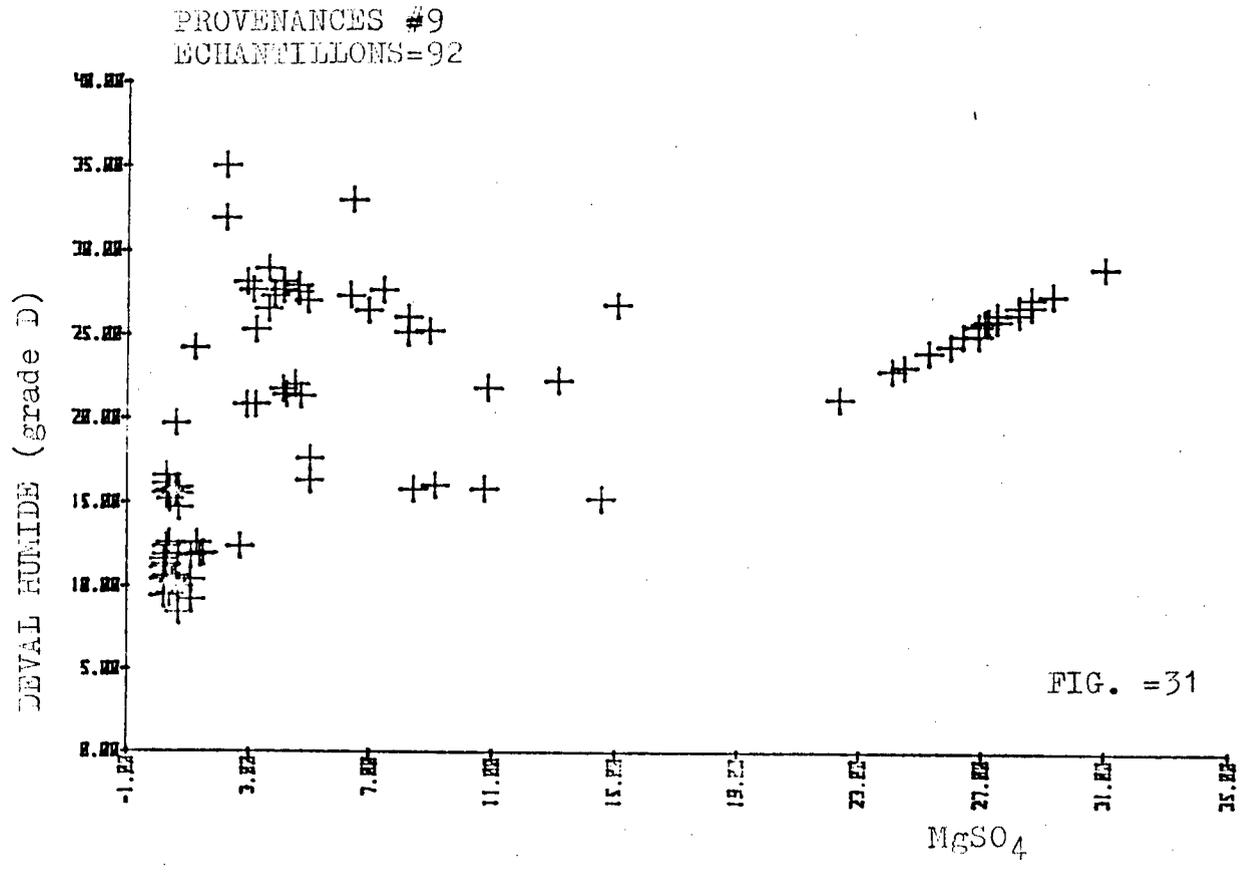


FIG. # 29

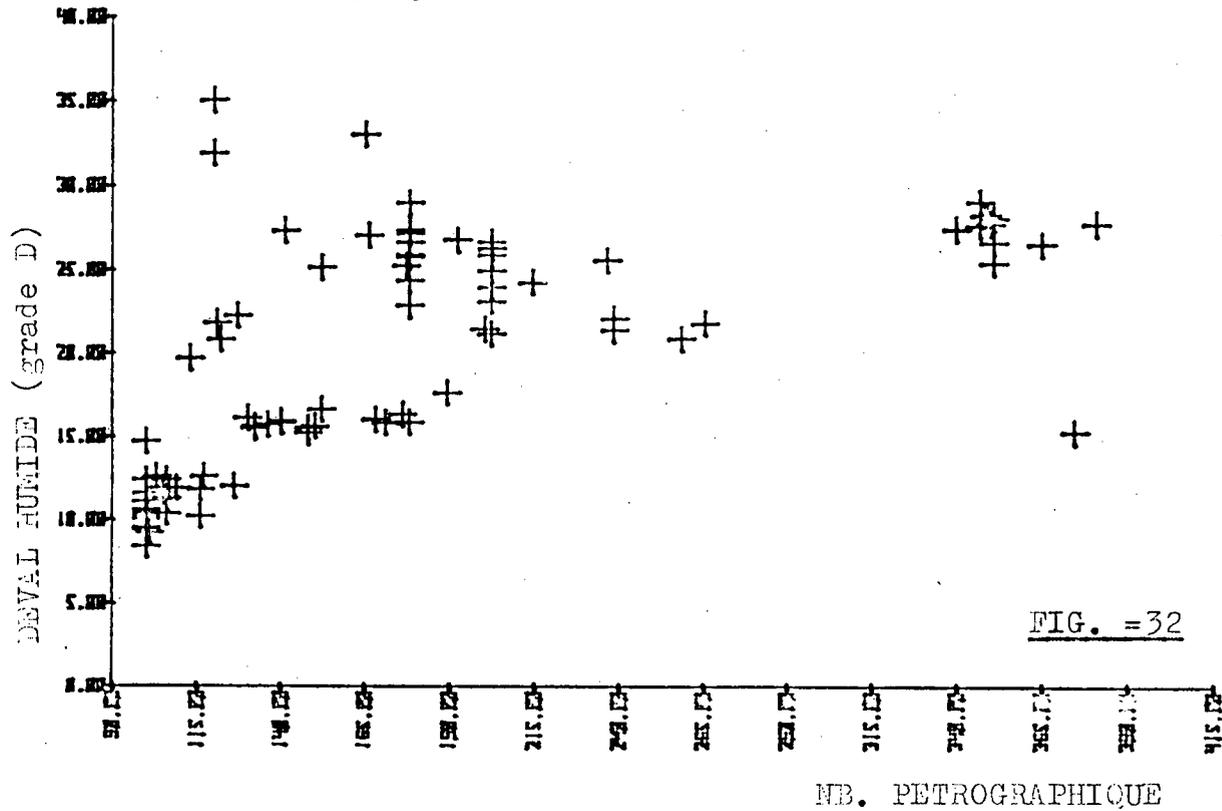
Fig 304

REGION #=6-1



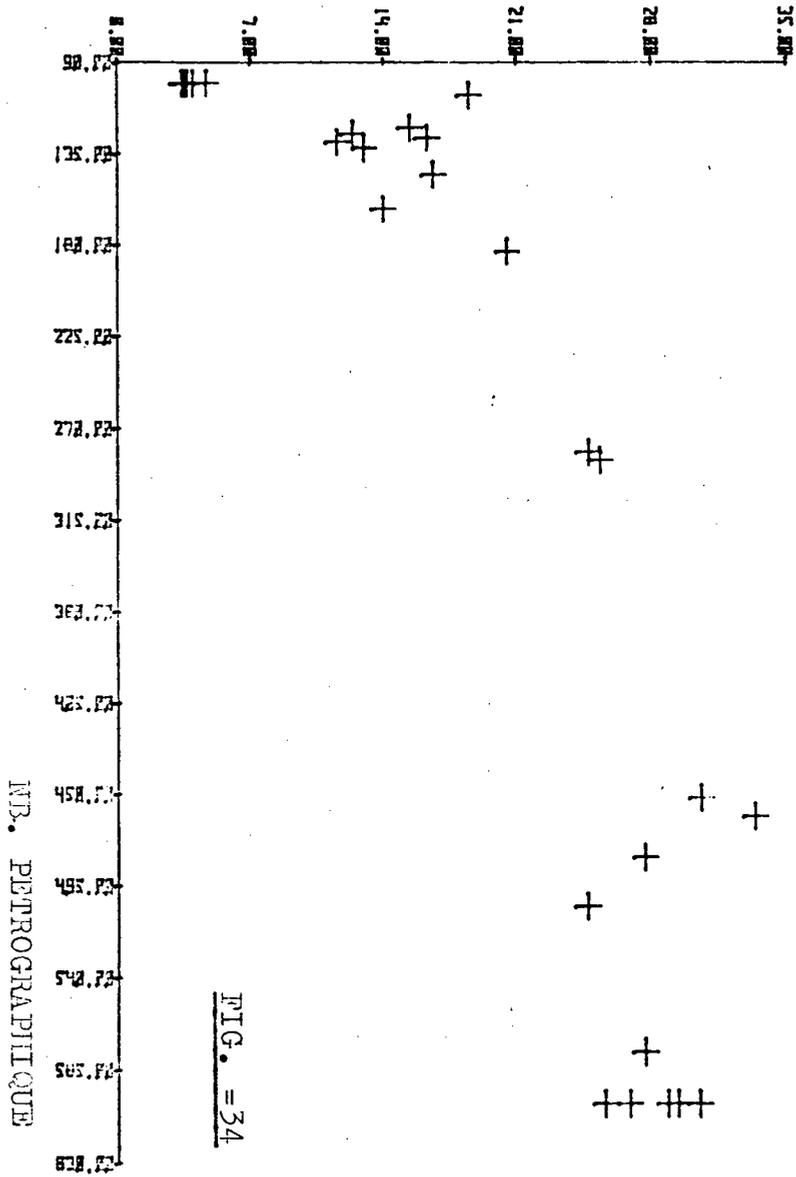
REGION # 6-1

PROVENANCES = 9  
ECHANTILLONS = 90





DEVAL HUMIDE (grade D)



REGION # 6-2

REGION # 6-3

PROVENANCES = 8  
ECHANTILLONS = 34

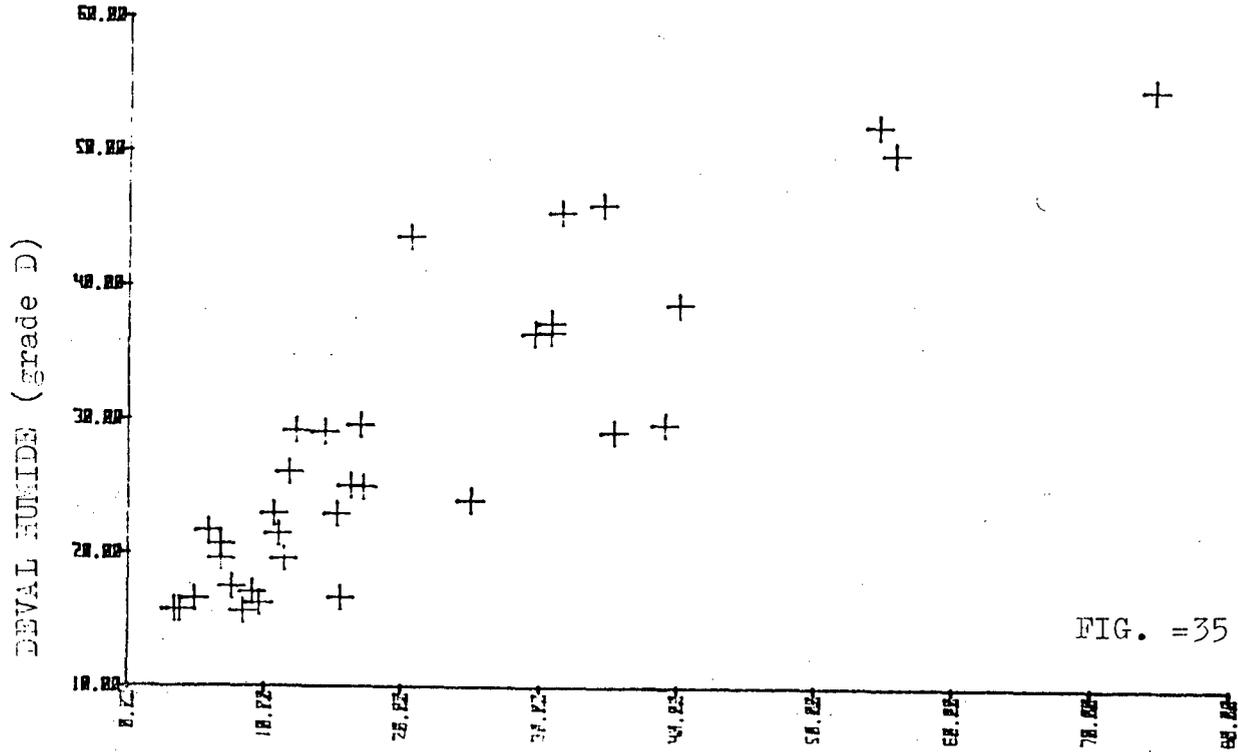
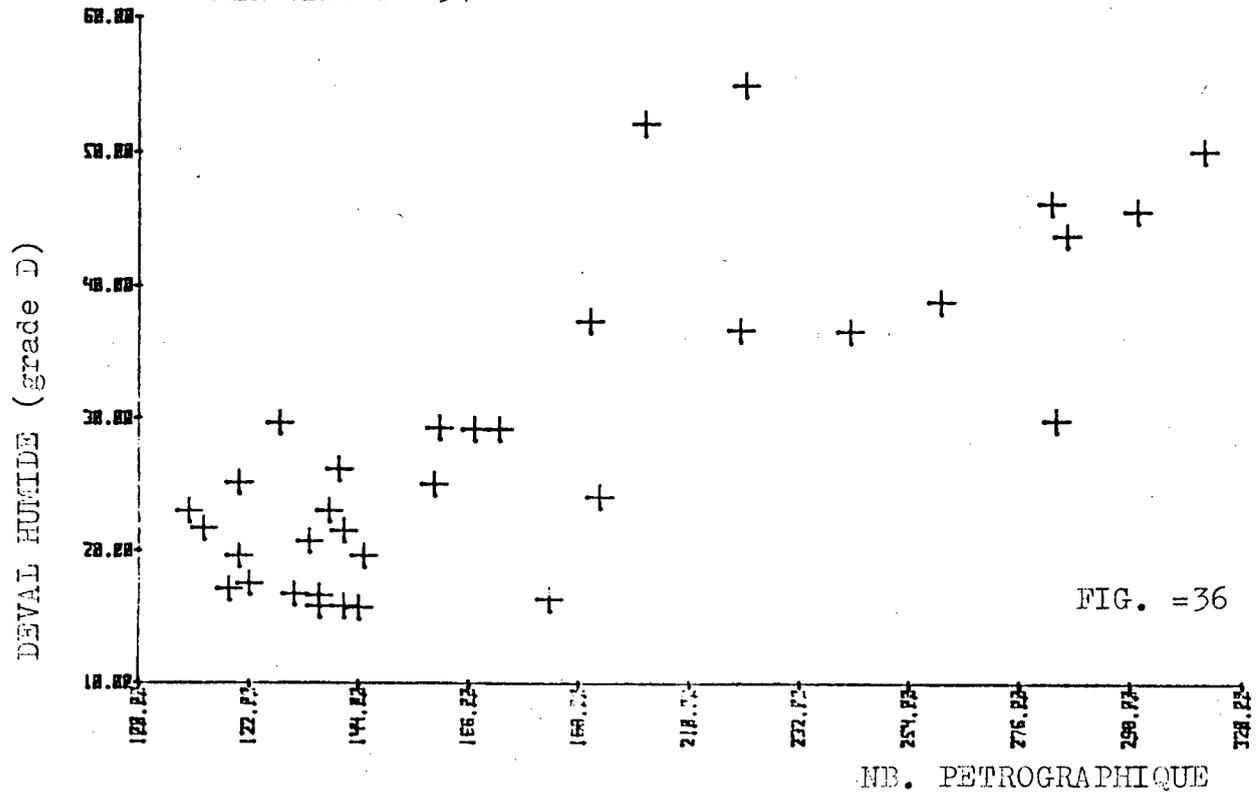


FIG. = 35

Fig 30<sub>4</sub>

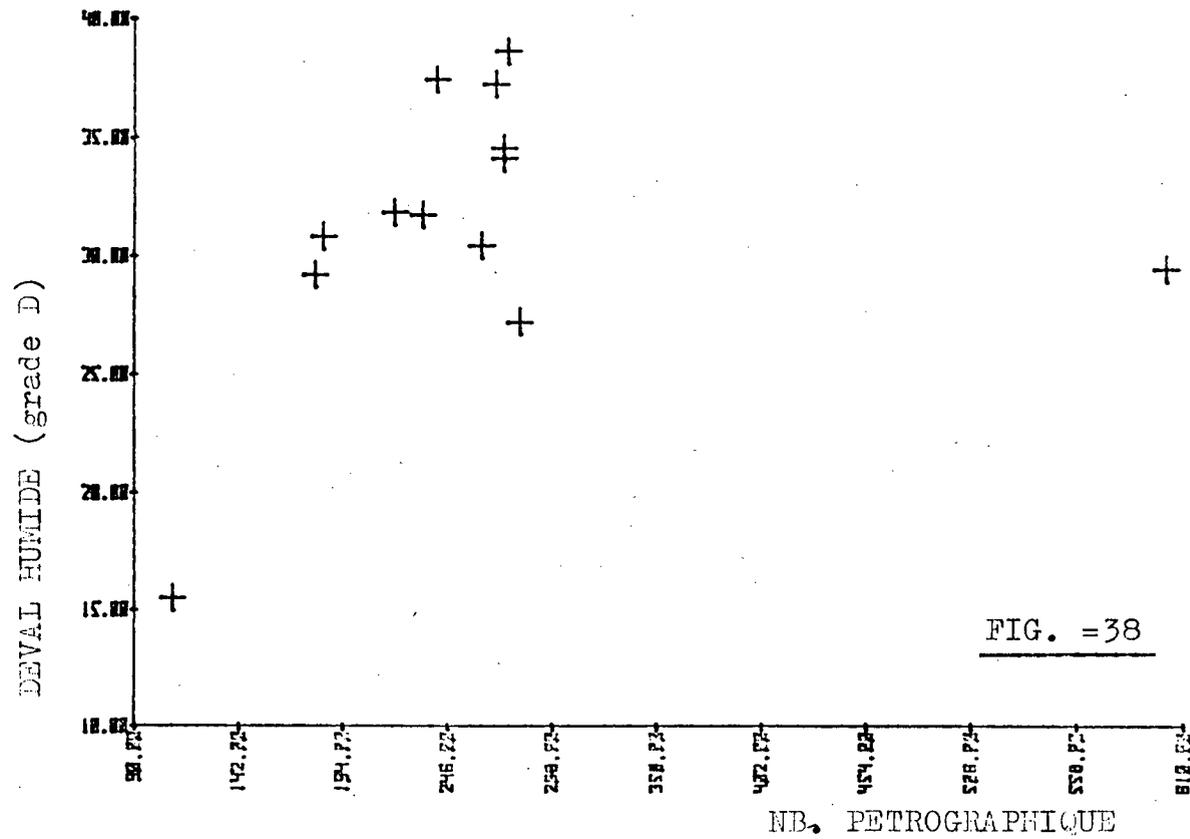
REGION # 6-3

PROVENANCES = 7  
ECHANTILLONS = 34



REGION # 6-4

PROVENANCES = 2  
ECHANTILLONS = 13



REGION # 6-4

PROVENANCES = 2  
ECHANTILLONS = 13

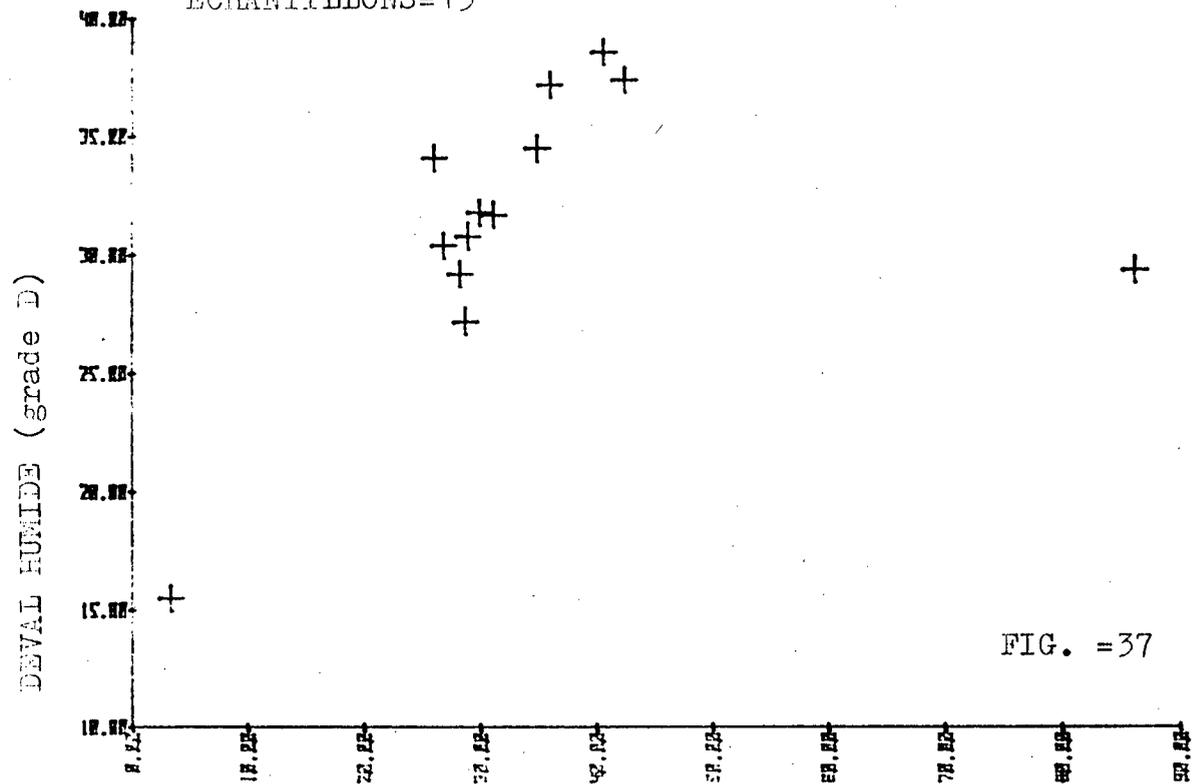


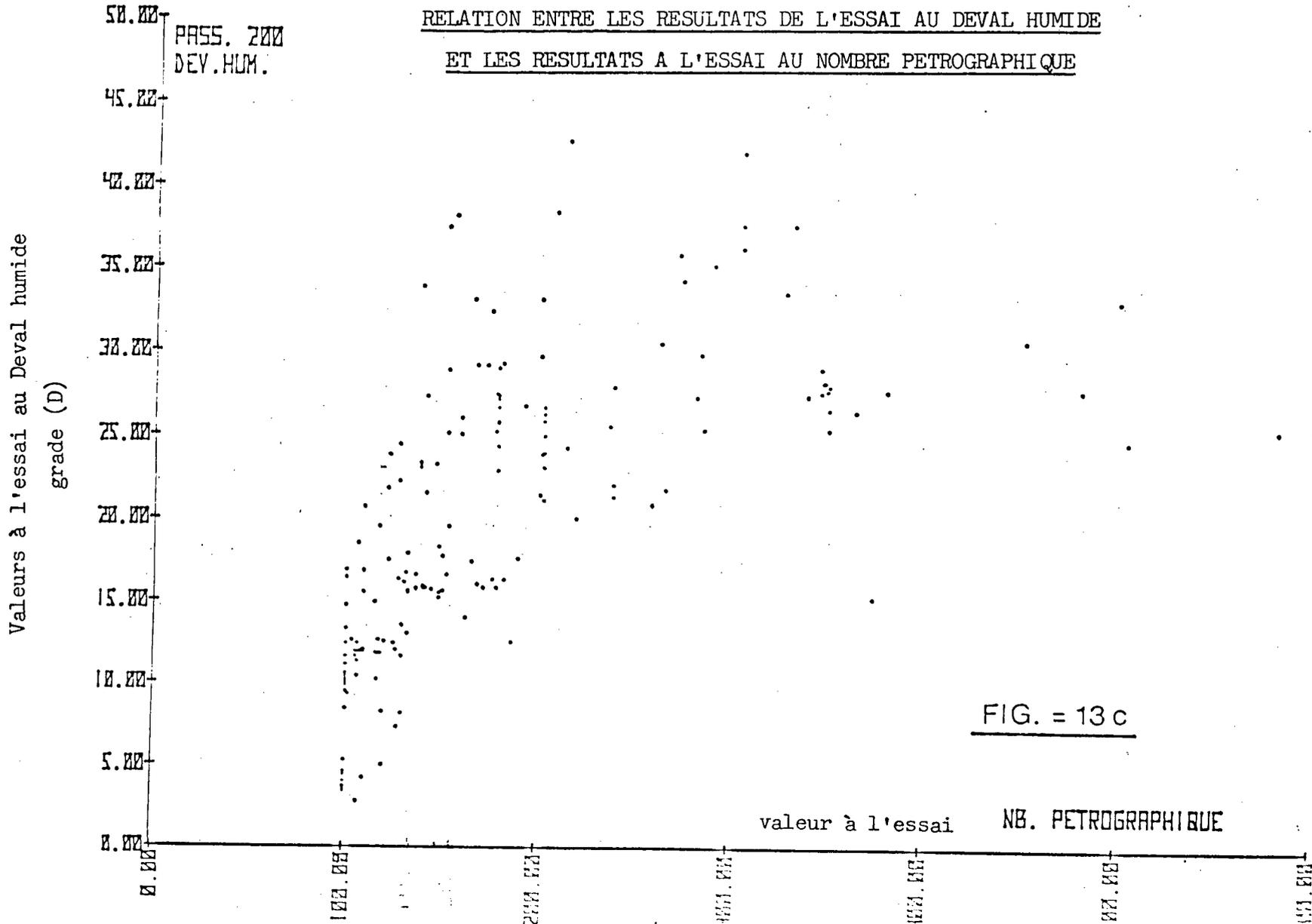
FIG. = 37

MgSO4

CARRIERES

Provenance: 49

Echantillons: 183



Provenance: 49

Echantillons: 183

RELATION ENTRE LES RESULTATS DE L'ESSAI AU DEVAL HUMIDE

ET LES RESULTATS A L'ESSAI AU MgSO<sub>4</sub>

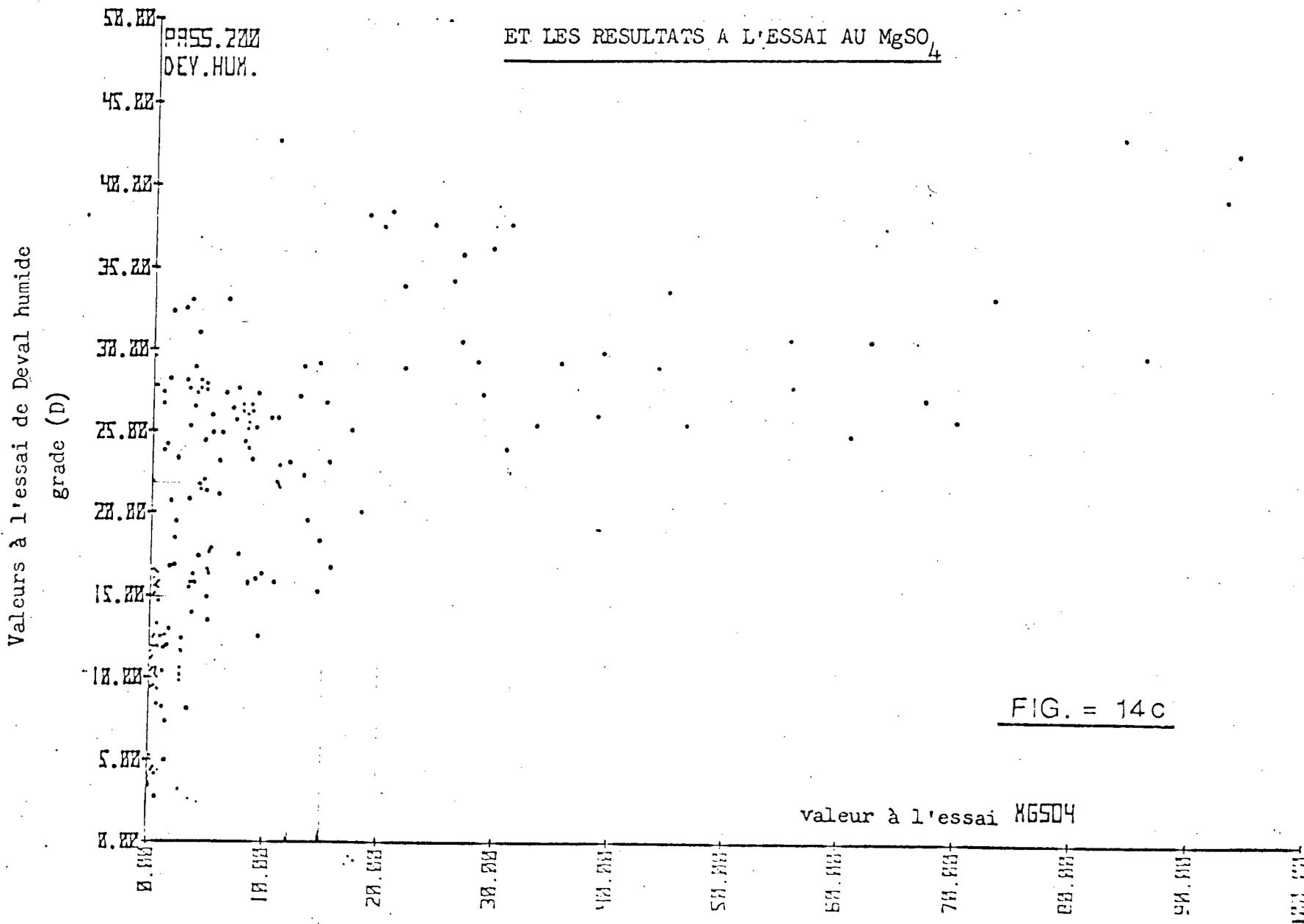


FIG. = 14c

ANNEXE

LABORATOIRE CENTRAL - MINISTERE DES TRANSPORTS

COEFFICIENT D'USURE PAR ATTRITION

(DEVAL HUMIDE)

AVANT-PROPOS

Le présent document a été élaboré et approuvé par un comité composé des membres suivants:

M. Rodrigue Leblanc, ing.	Simard & Beaudry Division Corpex Montréal
M. Guy Carrier, ing.	Services Techniques Ville de Sherbrooke
M. Conrad Paré, ing.	Division des Minéraux Industriels Ministère des Richesses Naturelles Québec
M. Marcel Delage, ing.	Division du Contrôle Laboratoire Ville-Marie Montréal
M. Guy Dallaire, ing.	Division des Sols & Granulats Laboratoire Central Ministère des Transports Québec
M. Jean De Caen, ing.	Bureau de Normalisation du Québec Ministère de l'Industrie et Commerce

La précieuse collaboration des personnes suivantes est à souligner:

M. Gérard Moreau	Ministère des Transports
M. Georges Lauzier	Ministère des Transports
M. Viateur Blanchette	Ministère des Transports
M. Fabien Bilodeau	Ministère des Transports

# RESISTANCE A L'USURE PAR ATTRITION D'UN GRANULAT

## (APPAREIL DEVAL)

### 1- GENERALITES

Cette norme concerne des agrégats qui contiennent des éléments schisteux ou argileux et qui couvrent les régions des Appalaches, des Basses-Terres du St-Laurent et du Lac St-Jean. Cet essai de résistance à l'attrition s'applique sur des granulats humidifiés aussitôt après une imbibition complète. L'attrition est reproduite dans l'essai par une combinaison de frottements réciproques et de chocs modérés, toutefois, la caractéristique dominante est l'usure des pierres les unes contre les autres et contre la paroi du cylindre.

### 2- APPAREILLAGE

#### a) La machine Deval (figure # 1)

Elle est constituée d'un nombre pair de cylindres creux en fonte de 1/4 po d'épais (ou l'équivalent en acier) et qui sont fermés par un couvercle plat bloqué par 3 ou 4 tiges filetées. Le diamètre intérieur de ces cylindres est de 20 centimètres et la longueur est de 34 centimètres. Ils sont portés par un axe rigoureusement horizontal et sont inclinés de 30°.

#### b) Tamis

Ils doivent être conformes aux spécifications ASTM E-11.

## c) Balance

Sa précision est au gramme et sa portée doit être au moins égale à 10 Kg.

3- CHARGE ABRASIVE

- a) La charge abrasive est constituée de 6 sphères d'acier (ou de fonte) de 1 7/8 pouce de diamètre approximatif et d'un poids compris entre 390 et 445 grammes.

Note: des boulets de 1 27/32 po. de diamètre peuvent être obtenus de manufacturiers. Autrement, il faudra en prendre des plus gros et les réduire au diamètre voulu.

- b) La charge abrasive totalisera 2500  $\pm$  10 grammes et sera utilisée à chaque essai.

4- ECHANTILLON D'ESSAI

- a) L'échantillon d'agrégat à essayer doit bien représenter le matériau soumis. Il doit être séché à l'étuve à une température comprise entre 105 et 110°C jusqu'à poids constant

Il doit être conforme à l'une des granulométries indiquées au tableau 1. Cette granulométrie doit être la plus proche de celle utilisée pour la construction (la classe D, i.e. 3/8 à 1/2 et 1/2 à 3/4 est représentative de plusieurs usages)

TABLEAU # 1

Passant	Retenu	A	B	C	D	E
2" (63mm)	1½" (37.5mm)	25%				
1½" (37.5mm)	1" (25mm)	25%	50%			
1" (25mm)	¾" (19mm)	25%	25%	50%		
¾" (19mm)	½" (12.5mm)	25%	25%	50%	50%	
½" (12.5mm)	⅜" (9.5mm)				50%	50%
⅜" (9.5mm)	No.4 (4.75mm)					50%

- b) Le poids de l'échantillon est en relation avec sa densité relative "Bulk", comme suit:

<u>DENSITE</u>	<u>POIDS G.</u>
Plus de 2.8	5500
2.4 à 2.8	5000
2.2 à 2.39	4500
moins de 2.2	4000

5- PROCEDURE

Tremper l'échantillon dans l'eau pendant 24 + 4 heures et laisser égoutter ensuite. L'échantillon et la charge abrasive sont introduits lentement, sans choc, dans l'un des cylindres. On ajoute 2800 cc d'eau. Le cylindre subira, à la machine Deval, 10,000 rotations à une vitesse comprise entre 30 et 33 tours/min.

A la fin de l'essai, on place un récipient (casserole, bac...) sous le cylindre dont l'ouverture est placée en position haute. On enlève le couvercle puis on fait basculer le cylindre de façon que son contenu soit complètement déversé dans le récipient. L'intérieur du cylindre vide est lavé afin qu'aucune poussière ne reste collée à la surface.

6- CALCULS

Contrairement à la méthode antérieure qui consistait à déterminer le pourcentage de particules passant le tamis No 12 (1.68 mm), la présente méthode réside dans la mesure de particules passant le tamis # 200. A cette fin, un annexe indique le mode opératoire.

Détermination du pourcentage de particules passant le tamis # 200 du produit résultant de l'essai Deval.

1. Appareillage

Voir l'article # 2 de la description de l'essai pour les tamis, la balance et l'étuve.

2. Exécution de l'essai

2.1 Le contenu du cylindre est déversé sur une série de tamis superposés, en petites quantités, qui sont lavés selon l'opération décrite en 2.3.

2.2 Pour les calibres A et B, les tamis superposés sont 1", 3/8", # 4, # 8, # 12, # 50 et # 200. Pour les calibres C et D, les tamis superposés sont 1/2" (12.5mm), 3/8" (9.5mm), # 4 (4.75mm), # 8 (2.36mm), # 12 (1.70mm), # 50 (300u) et # 200 (75u)

Pour le calibre # E, les tamis superposés sont 3/8", # 4, # 8, # 12, # 50 et # 200.

2.3 Un léger courant d'eau est dirigé sur le tamis supérieur et lave le retenu de chacun des tamis. Des mouvements circulaires et un peu inclinés sont appliqués pour faciliter l'élimination de particules fines. Ces opérations manuelles sont effectuées jusqu'à ce que l'eau de lavage s'écoule claire au dernier tamis.

2.4 Les retenus sur les tamis sont séchés à l'étuve à 240°F et pesés.

Soit P 1 le poids total de tous les retenus sur les tamis.

#### CALCUL

Le pourcentage de particules passant le tamis # 200 se calcule de la façon suivante:

$$\% \text{ passant } 200 : \frac{(\text{poids initial} - P 1) \times 100}{\text{poids initial}}$$

Le poids initial est indiqué au tableau I de la description d'essai.

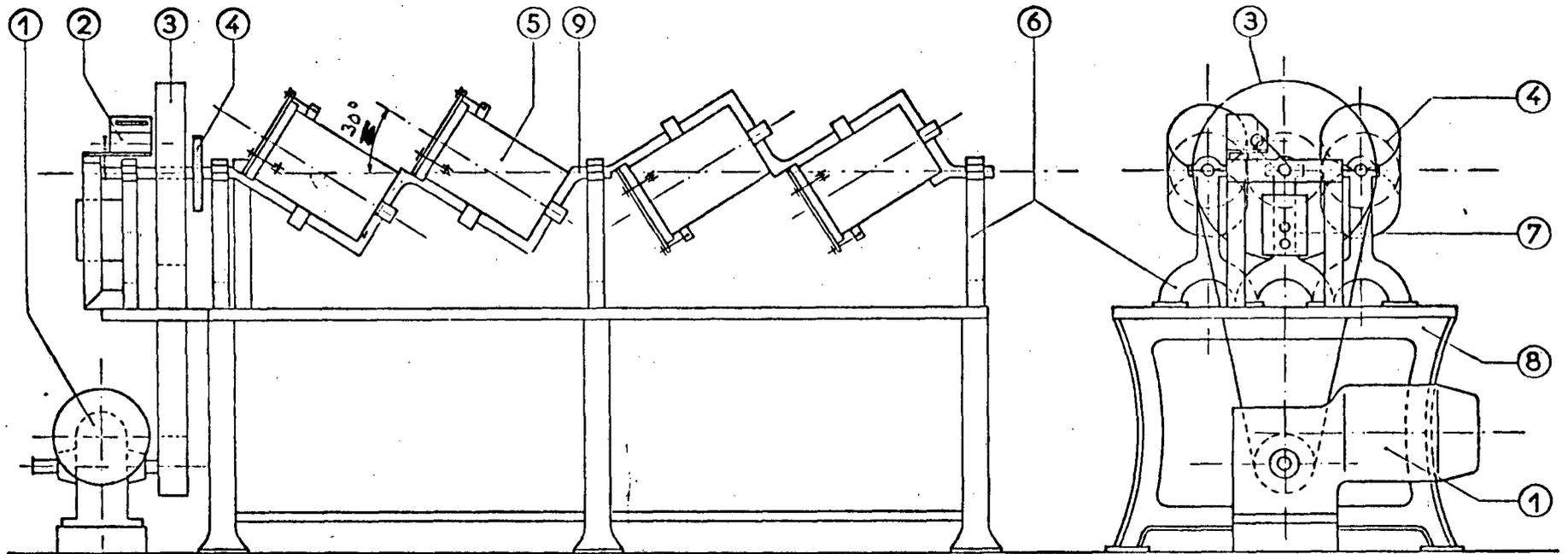


Fig. 7 N° 73 (Joint français)

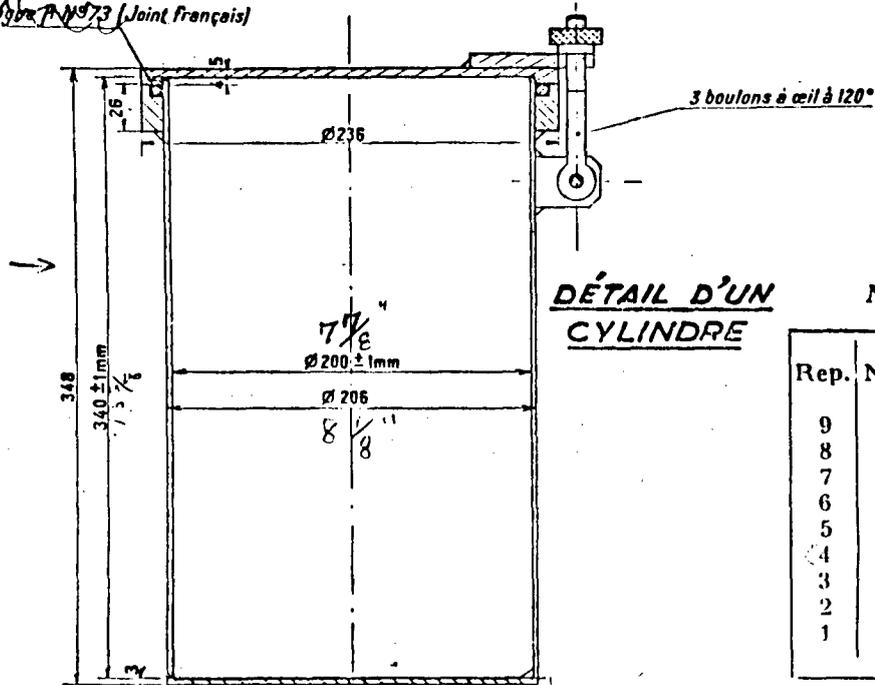
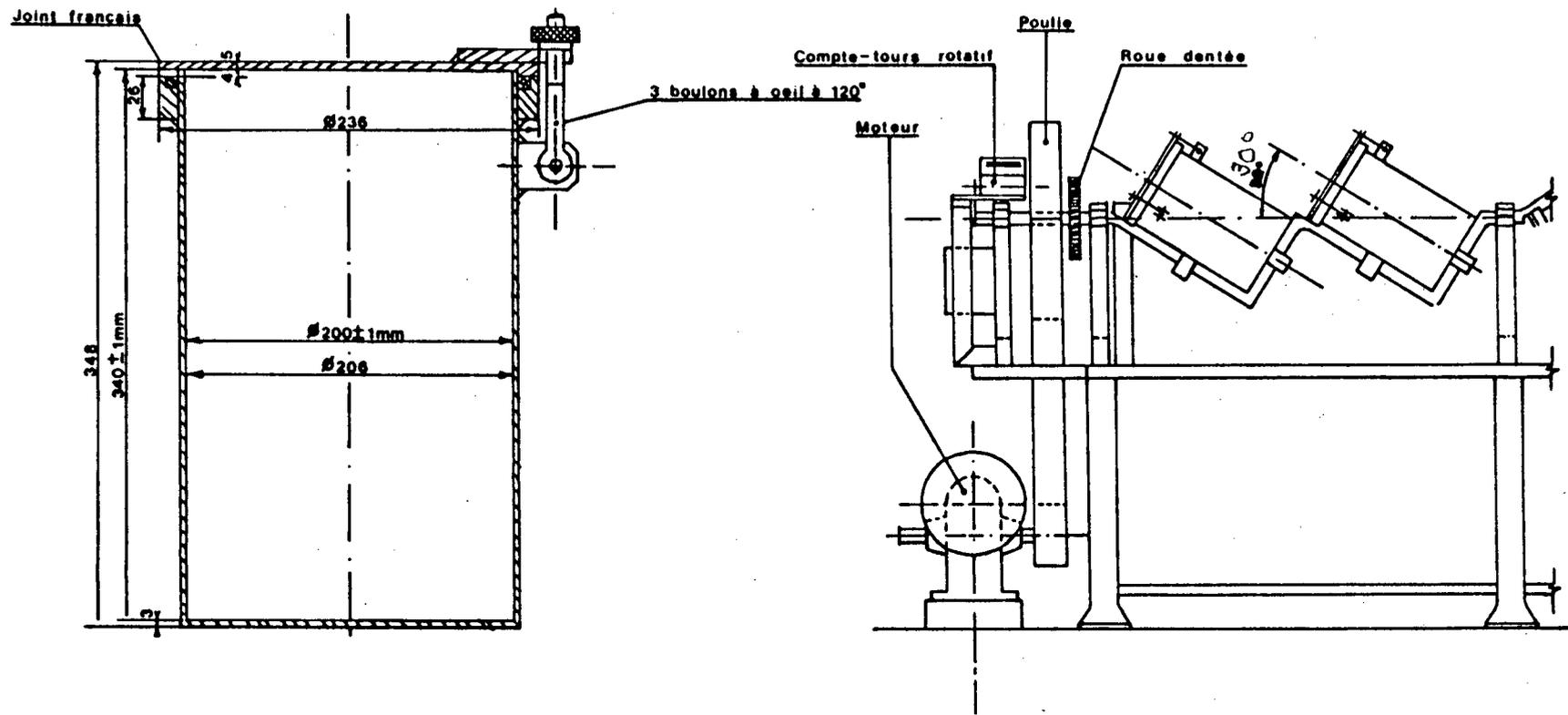


FIG. 2. — Machine d'essai Deval.

Nota. — La vitesse des arbres (Rep 9) doit être de 33 tr/mn.

Rep.	Nb.	Désignation	matière	Observations
9	2	Arbre coudé		
8	1	Table métallique		
7	1	Disjoncteur		
6	8	Support de palier		
5	8	Godet		
4	3	Roue dentée		
3	1	Poulie		
2	1	Compte-tours rotatif		
1	1	Moto-réducteur		



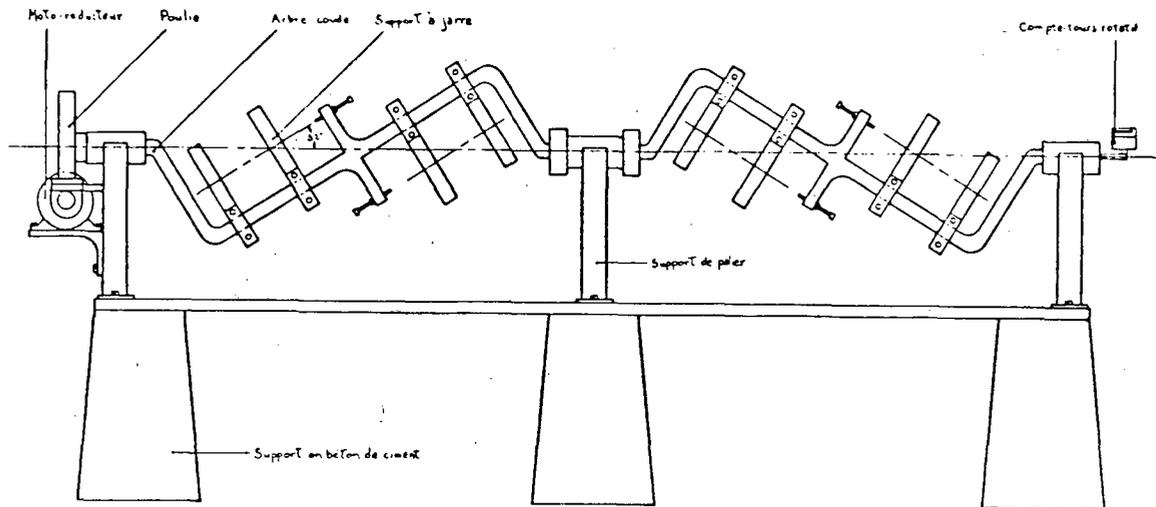
DÉTAIL D'UN CYLINDRE

ÉLEVATION

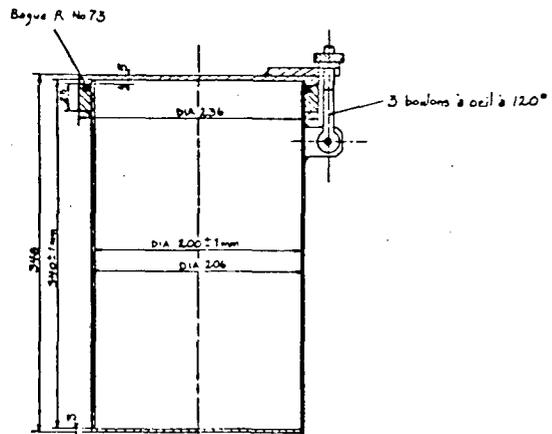
MACHINE D'ESSAI DEVAL

FIGURE NO. 1

# MACHINE D'ESSAI DEVAL



## VUE DE COUPE D'UNE JARRE



MINISTÈRE DES TRANSPORTS



QTR A 199 037