

CONTRIBUTION À L'INTERPRÉTATION
DE L'ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE
DANS LES SOLS ET GRANULATS

CANQ
TR
GE
RC
136

471 365

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



MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
~~200, RUE DORCHESTER CHEZ~~
~~QUÉBEC, (QUÉBEC)~~
~~G1R 5Z1~~

CONTRIBUTION À L'INTERPRÉTATION
DE L'ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE
DANS LES SOLS ET GRANULATS

Rapport de stage effectué au Laboratoire Central du
ministère des Transports du Québec, du 6 mai au 28
août 1985.

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

Préparé par: Youssef Sabeh, étudiant
Université de Sherbrooke

Sainte-Foy, Août 1985

T-CANQ
TR
-GE
RC
136

TABLE DES MATIERES

	Page
TABLE DES MATIERES	I
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I: BLEU DE METHYLENE	3
1. GENERALITES	3
1.1 Propriétés chimiques	3
1.2 Qualité et concentration	4
1.3 Approches et solutions	5
1.3.1 Comparaison des poids moléculaires (d'après la formule donnée par le fournisseur)	5
1.3.2 Calcul du pourcentage d'eau absorbée dans le temps par chaque produit par séchage à 110°C pendant 3 heures	5
1.3.3 Comparaison de l'absorbance des deux dilutions, à partir du bleu de méthylène à l'humidité naturelle, par spectro-photomètre	5
1.3.4 Comparaison de l'absorbance des deux dilutions, à partir de produits séchés, par spectro-photomètre.	5
1.3.5 Analyse minéralogique thermogravimétrique et par diffraction des rayons-X pour déterminer le nombre de molécules d'eau d'hydratation et le degré de cristallisation	5
1.3.6 Une série d'essais pratiques pour calculer la nouvelle concentration	6
1.3.7 Méthode des deux courbes de concentration	6
REMARQUE	7
GRAPHIQUE 1: Concentration vs marques	8
GRAPHIQUE 2: Concentration vs marques	10
GRAPHIQUE 3a: Valeur de bleu vs concentration de bleu	12
GRAPHIQUE 3b: Valeur au bleu versus concentration	13
ANNEXE 1.1 : Etude thermogravimétrique et par diffraction des rayons-X	15
ANNEXE 1.2 : La mise en solution du bleu de méthylène	23

TABLE DES MATIERES (suite)

	Page
CHAPITRE II: L'INFLUENCE DE L'AJOUT D'UNE ARGILE TYPE SUR LA PRECISION DE L'ESSAI AU BLEU	27
2. GENERALITES	27
2.1 Formules	27
2.2 Résultats	28
2.2.1 Sur le sol à forte Valeur au Bleu: VB = 1,9	28
2.2.2 Sur le sol à Valeur au Bleu moyenne: VB = 0,5	29
2.2.3 Sur le sol à Valeur au Bleu basse: VB = 0,15	29
2.3 CONCLUSION	29
GRAPHIQUE 1: VB_S versus %K VB forte	30
GRAPHIQUE 2: VB_S versus %K VB moyenne	32
GRAPHIQUE 3: VB_S versus %K VB faible	34
CHAPITRE III: PHYSIQUE ET CHIMIE DES ARGILES	37
3. GENERALITES	37
3.1 Les échanges cation-anion	38
3.2 L'influence du pH	39
3.3 Réactions argile-base et argile-acide	39
3.3.1 Argile-base	39
3.3.2 Argile-acide	40
3.4 Essai au bleu et pH	40
3.5 Discussion des résultats	40
3.6 Conclusion	41
ANNEXE 3.1 : Relations VB vs pH	43
CHAPITRE IV: RELATION ENTRE VB_S ET LA SEDIMENTOMETRIE ET CLASSIFICATION DES SOLS	53
4. GENERALITES	53

TABLE DES MATIERES (suite)

	Page
4.1 Données disponibles	53
4.2 Mode de classification	53
4.3 VB et VB _t	54
4.4 Activité et coefficient d'activité d'une argile	54
4.5 L'importance de l'utilisation de VB _t	56
4.6 VB et qualité d'une argile	56
4.7 CONCLUSION	56
ANNEXE 4.1: CRITERE D'IDENTIFICATION DES SOLS PAR LA VALEUR AU BLEU . .	59
ANNEXE 4.2: METHODE DE CLASSIFICATION DES SOLS PAR LA VALEUR AU BLEU .	61
4.2.1 Codification	62
4.2.1.1 Le code	62
4.2.1.2 Construction	62
4.2.1.3 Forme fine	62
4.2.1.4 Liste des codes	62
4.2.1.5 Exemple	63
4.2.2 Entrée dans l'ordinateur	63
4.2.3 Avantage de la classification selon la méthode CLASSIQUE	64
4.2.4 Résultats attendus	64
4.2.5 Utilisation de l'équation	64
CHAPITRE V: ETUDE SUR LES FINES COLLEES AUX PIERRES	103
5. GENERALITES	103
5.1 Procédure	104
5.2 Calculs théoriques et formules	105
5.2.1 Calcul du pourcentage total passant 400 µm (%Pt ₄₀₀)	105
5.2.2 Valeur au Bleu rajustée au tamis réelle	106
5.2.3 Valeur au Bleu réelle	106
5.3 RESULTATS	107
BIBLIOGRAPHIE	109

INTRODUCTION

L'essai au bleu de méthylène est effectué au laboratoire Central du MTQ depuis cinq ans. Cet essai est basé sur la capacité d'adsorption ionique de la partie argileuse d'un sol. Plusieurs études ont été effectuées en France et au Québec, pour trouver des applications pratiques de l'essai au bleu.

Le but de ce rapport est en premier lieu d'étudier l'influence de certains facteurs sur l'essai au bleu et en second lieu de trouver des applications pratiques à l'essai.

Le premier chapitre traite de la concentration et de la préparation de la solution du bleu de méthylène. Le chapitre II est consacré à l'influence de l'ajout d'une argile type sur la précision de l'essai au bleu. Une étude sur les réactions physico-chimiques et sur le pH d'un sol se trouve au chapitre III. Le chapitre IV contient une compilation statistique des résultats d'essai au bleu et un nouveau mode de classification des sols, en vue d'obtenir des relations entre les valeurs au bleu et la sédimentométrie. Enfin, le chapitre V est consacré à une étude théorique accompagnée des résultats expérimentaux sur l'influence des fines collées aux pierres d'un échantillon jugé pollué.

CHAPITRE I

BLEU DE METHYLENE

1. GENERALITES

L'essai au bleu est basé sur l'évaluation de la quantité de bleu de méthylène adsorbée par les argiles. Le paragraphe 6.10 de la norme BNQ 2560-255 stipule qu'une solution aqueuse de bleu de méthylène, de quantité médicinale, à 10 g par litre d'eau déminéralisée ou distillée ⁽¹⁾, doit être utilisée.

Le chapitre 1 traitera en premier lieu des propriétés chimiques du bleu de méthylène. En second lieu, un problème concernant la qualité du bleu de méthylène sera exposé. Finalement, des approches et des solutions pour résoudre ce problème sont exposés.

1.1 Propriétés chimiques

Bleu de méthylène. $C_{16}H_{18}N_3S Cl$.

- poids moléculaire = 319,5.
- proportion: C:60,08%; H:5,67%; Cl:11,09%; N:13,14% S:10,03%.
- absorption maximum de lumière à 668 nm.
- solubilité dans l'eau 1 g/25 ml.

- (1) - L'eau distillée: c'est l'eau provenant de la condensation de la vapeur d'eau.
- L'eau déminéralisée: est une eau qui, par processus d'échange d'ion ou d'électrodialyse, a perdu les minéraux, souvent présents sous forme d'ion, qu'elle contenait.

- se cristallise avec 3, 4 ou 5 moles de H₂O d'hydratation.
- le bleu de méthylène adsorbe une quantité variable d'eau. Cette quantité ne varie pas beaucoup avec le temps.

1.2 Qualité et concentration

La qualité médicinale d'un bleu de méthylène ne précise pas la qualité chimique du produit. En effet, les laboratoires qui produisent du bleu de méthylène ne précisent pas le degré de cristallisation⁽²⁾ ni le nombre de molécules d'eau d'hydratation⁽³⁾ utilisés durant la préparation. Ainsi un changement de marque commerciale ou de fournisseur peut engendrer des changements dans la qualité chimique du produit.

Ce problème a été rencontré au laboratoire Central du ministère des Transports durant l'été 1985, suite à la discontinuation dans la production du bleu de méthylène de la marque "Fisher". Le nouveau produit de qualité médicinale qui a été utilisé porte la marque commerciale "Baker".

(2) Cristallisation: le phénomène de la formation de cristal par regroupement des noyaux et concrétion. Industriellement, c'est un moyen de purifier un matériel par évaporation et solidification.

(3) Eau d'hydratation ou eau de cristallisation: C'est l'eau qui se trouve dans la formule chimique et s'évapore à des températures généralement supérieures à 100°C.

1.3 Approches et solutions

Plusieurs approches ont été suivies pour trouver la concentration du nouveau produit, équivalente à l'ancien. Une liste de toutes ces approches a été dressée.

1.3.1 Comparaison des poids moléculaires (d'après la formule donnée par le fournisseur).

RESULTAT: Il était difficile de tirer des conclusions à cause du manque de données concernant le nombre de molécules d'eau d'hydratation.

1.3.2 Calcul du pourcentage d'eau absorbée^(*) dans le temps, par chaque produit, par séchage à 110°C pendant 3 heures.

RESULTAT: Le produit "Fisher" est plus concentré que le nouveau produit "Baker". En effet, l'humidité du premier était de 15% contre 21% d'humidité absorbée par le deuxième.

1.3.3 Comparaison de l'absorbance^(s) des deux dilutions, à partir de bleu de méthylène à l'humidité naturelle par spectrophotomètre.

RESULTAT: L'ancien bleu est plus concentré (voir calcul et graphique 1).

1.3.4 Comparaison de l'absorbance des deux dilutions, à partir de produits séchés, par spectrophotomètre.

RESULTAT: Aucune conclusion possible (voir graphique 2).

1.3.5 Analyse minéralogique thermogravimétrique et par diffraction des rayons-X pour déterminer le nombre de molécules d'eau d'hydratation et le degré de cristallisation.

RESULTAT: (Voir annexe 1.1)

(*) Eau absorbée: C'est l'humidité d'un produit et est dépendante du degré de cristallisation de ce produit.

(^s) Absorbance: C'est le logarithme du rapport des intensités lumineuses incidentes et transmises $A = \log \frac{I_0}{I}$

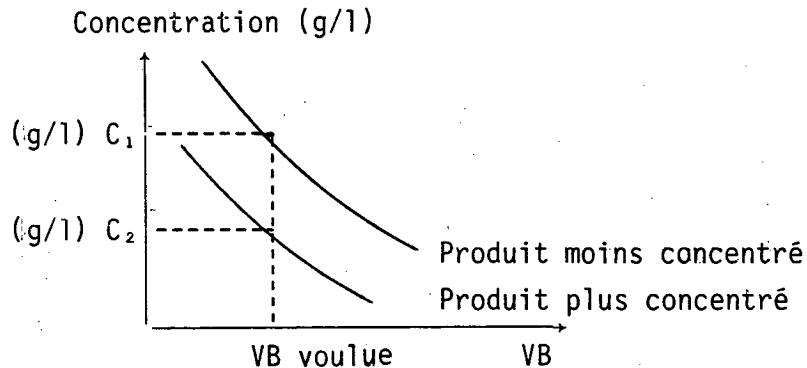
1.3.6 Une série d'essais pratiques pour calculer la nouvelle concentration.

Le principe de cette approche est d'effectuer une série d'essais de Valeur au Bleu (VB) en utilisant des solutions du nouveau produit "Baker", de différentes concentrations. Par la suite on tracera la droite de régression formée par ces points (VB versus Concentration). La concentration recherchée est celle qui donne la même (VB) sur un échantillon étalon que celle trouvée avec l'ancien bleu de méthylène "Fisher". L'échantillon étalon était l'argile Darkbell⁽⁶⁾ utilisé à cause de sa stabilité et la facilité de le reconstruire.

RESULTAT: Cette approche s'est avérée plus rapide, plus précise et moins coûteuse que les précédentes (voir graphique et calcul 3).

1.3.7 Méthode des deux courbes de concentration.

Une dernière approche qui peut s'avérer très intéressante consiste en l'élaboration de deux courbes (concentration versus VB), pour les deux bleu de méthylène de qualité différente. Ainsi, on peut obtenir la concentration équivalente pour la même Valeur au Bleu selon le graphique suivant:



(6) Argile Darkbell: type Kaolinitique, $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot xH_2O$. L'analyse minéralogique a révélé les pourcentages suivants:
 SiO_2 : 59,1%; Al_2O_3 : 26,8%; TiO_2 : 1,8%; Fe_2O_3 : 1,0%; K_2O : 0,3%;
 Mg : 0,2%; Ca : 0,2%; Na_2O : 0,1%; perte au feu: 10,5%.

REMARQUE

Les approches décrites en 1.3.6 et 1.3.7 doivent être effectuées sur des bleu de méthylène à l'humidité naturelle (sans séchage). En fait toutes les solutions produites au laboratoire Central du ministère des Transports ont été faites à partir de produit qui contient à peu près 15% d'humidité; le fait de sécher le produit avant de faire la solution engendrera des différences entre les valeurs au bleu déjà existantes (depuis 5 ans) et les valeurs au bleu obtenues à partir du produit séché, de l'ordre de 15%.

Suite à cette étude une procédure concernant la mise en solution du bleu de méthylène a été rédigée (voir annexe 1.2).

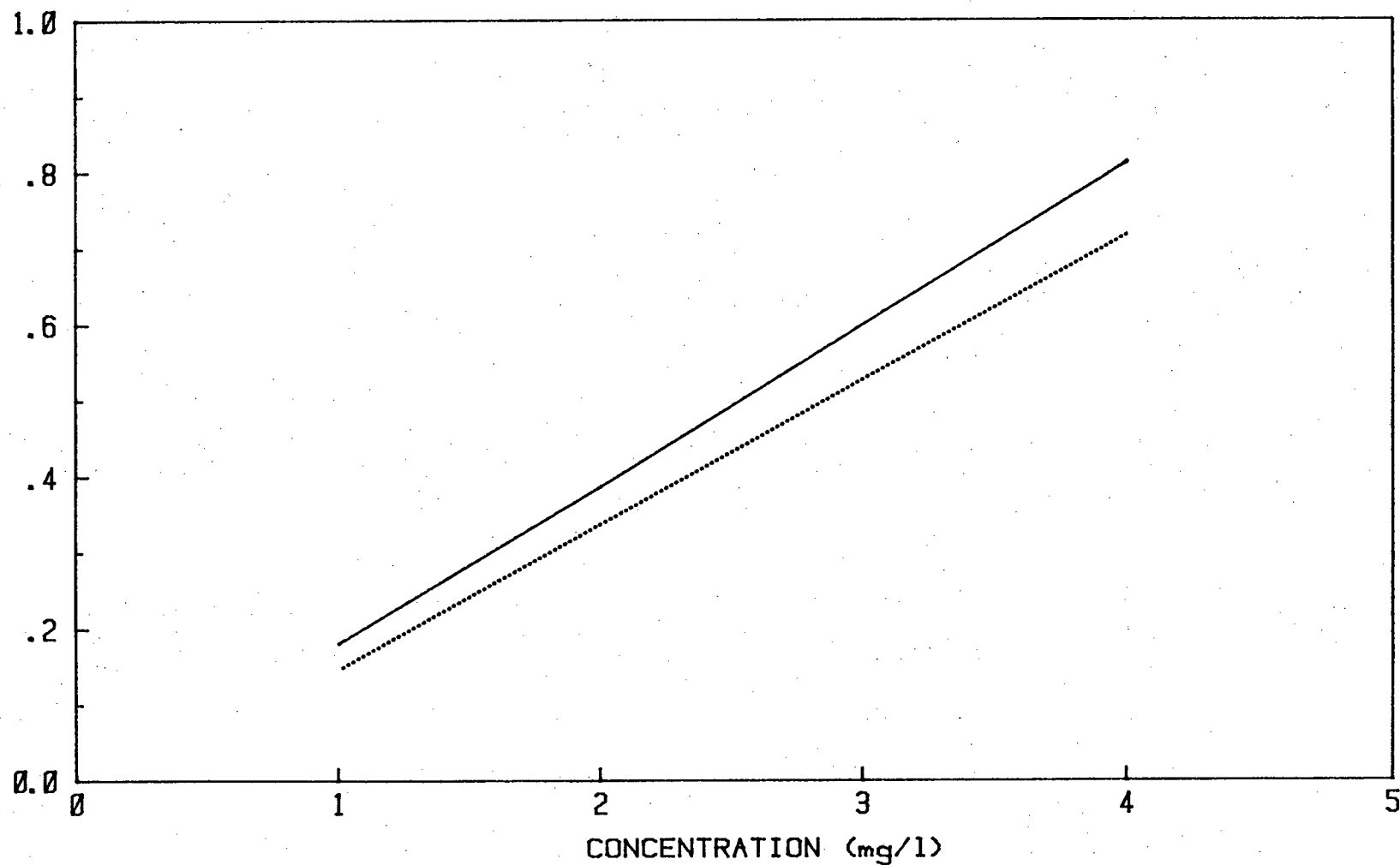
GRAPHIQUE 1

CONCENTRATION VS MARQUES

FISHER
Humidité
naturelle

BAKER
Humidité
naturelle

ABSORBANCE



8

Chart title: CONCENTRATION VS MARQUES

Chart subtitle:

X-AXIS LABEL: CONCENTRATION (mg/l)

Y-AXIS LABEL: ABSORBANCE

LINE # 1 Legend: FISHER (humidité naturelle)

POINT	X-COORD	Y-COORD
1	4.0000	.8140
2	2.0000	.3880
3	1.0000	.1820

LINE # 2 Legend: BAKER (humidité naturelle)

POINT	X-COORD	Y-COORD
1	4.0000	.7170
2	2.0000	.3370
3	1.0000	.1460

CALCUL 1

Pente de l'ancien "Fisher" = 0,21

Pente du nouveau "Baker" = 0,19

Pour avoir l'équivalence, il faut que:

Absorbance du nouveau = Absorbance de l'ancien

Pente "Baker" X masse "Baker" = Pente "Fisher" X masse "Fisher"

$$\text{Masse "Baker"} = \frac{0,21}{0,19} \times 10 \text{ g} = 11,1 \text{ g}$$

GRAPHIQUE 2

CONCENTRATION VS MARQUES

FISHER
Sec

BAKER
Sec

—————

.....

ABSORBANCE

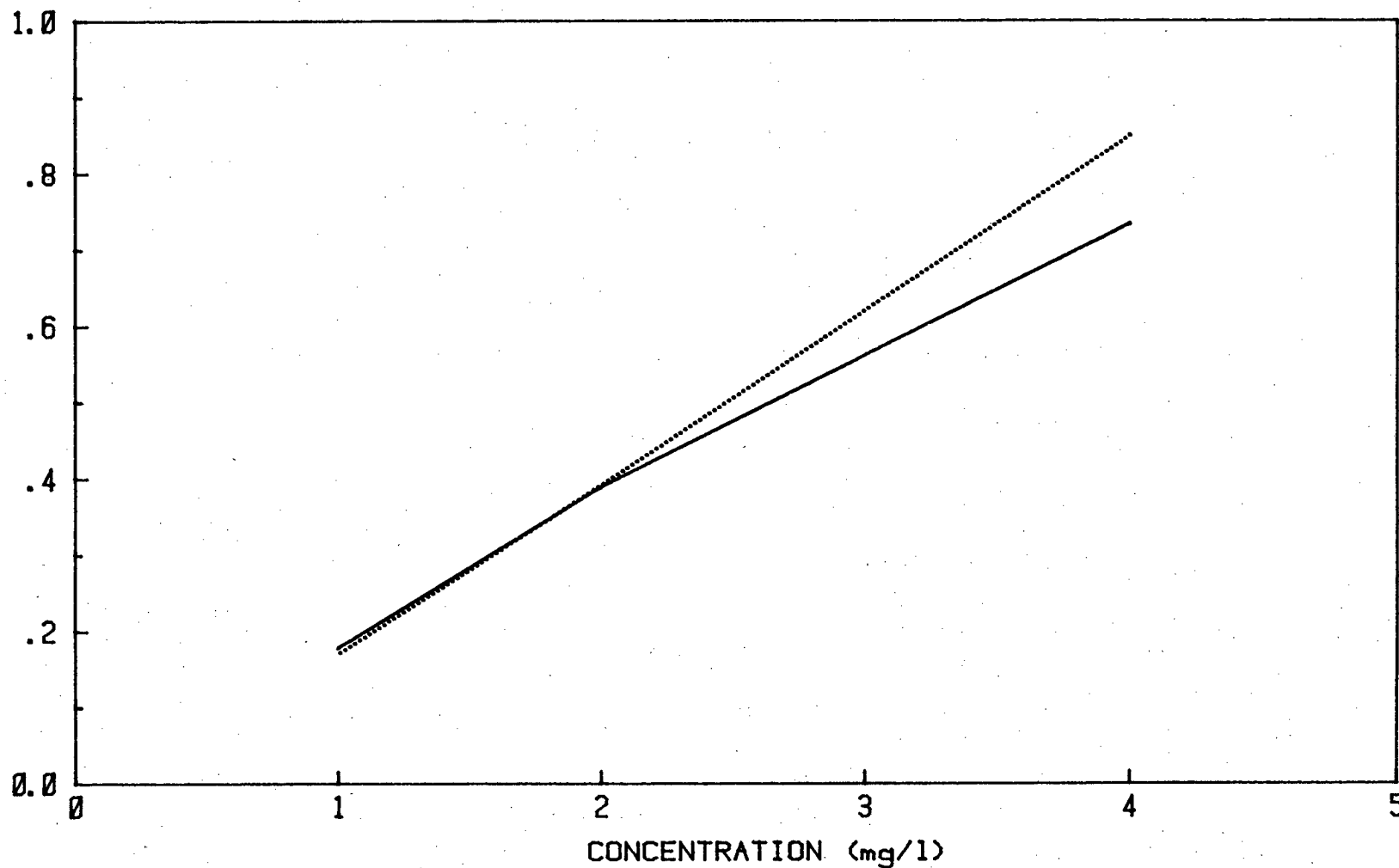


Chart title: CONCENTRATION VS MARGUES

Chart subtitle:

X-AXIS LABEL: CONCENTRATION (mg/l)

Y-AXIS LABEL: ABSORBANCE

LINE # 1 Legend: FISHER (sec)

POINT	X-COORD	Y-COORD
1	4.0000	.7330
2	2.0000	.3880
3	1.0000	.1770

LINE # 2 Legend: BAKER (sec)

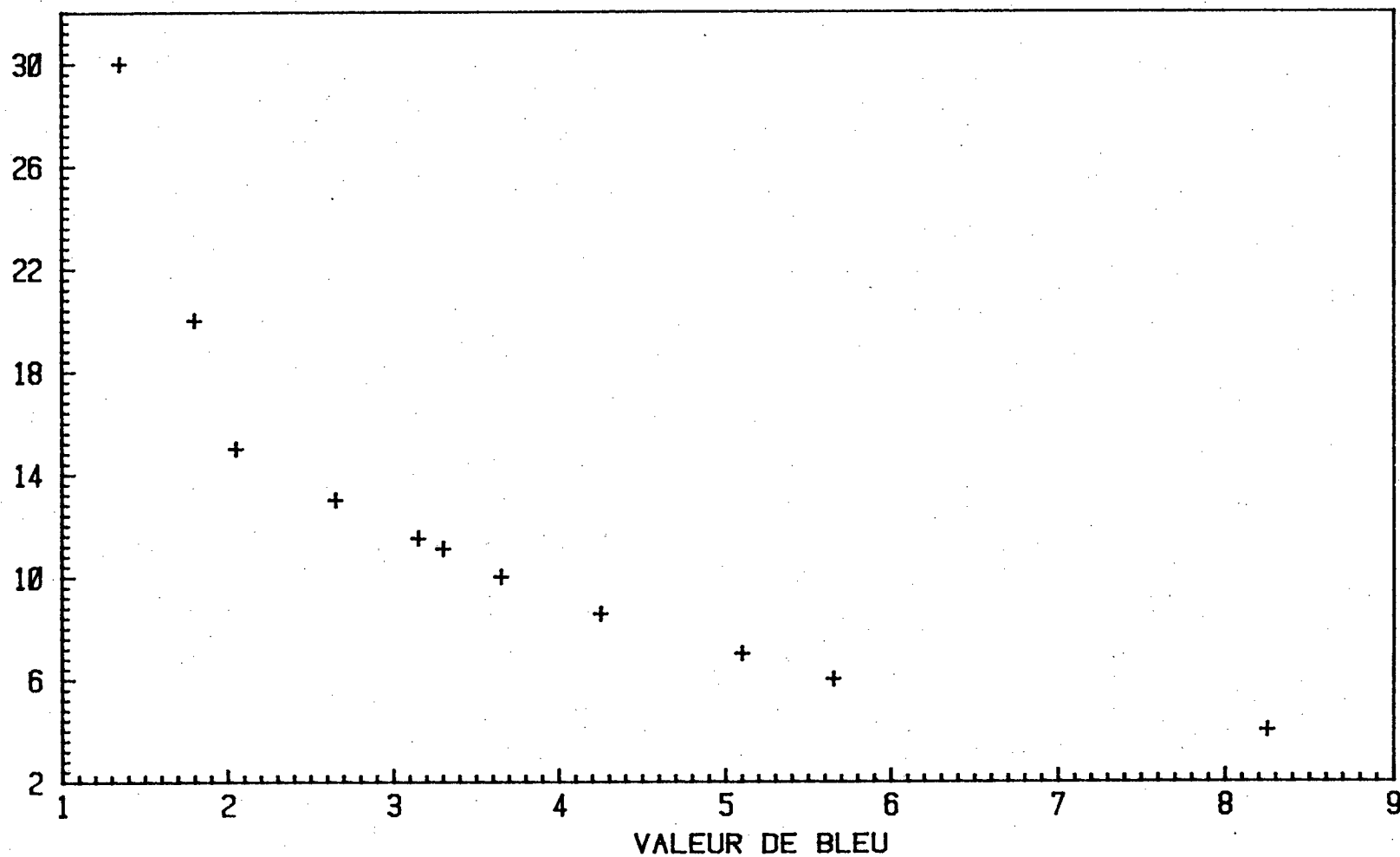
POINT	X-COORD	Y-COORD
1	4.0000	.8490
2	2.0000	.3910
3	1.0000	.1700

GRAPHIQUE 3a

VALEUR DE BLEU VERSUS

CONCENTRATION DE BLEU (Argile Darkbell)

CONCENTRATION DE BLEU (g/l)



VB VERSUS CONCENTRATION

REGRESSION
LINEAIRE

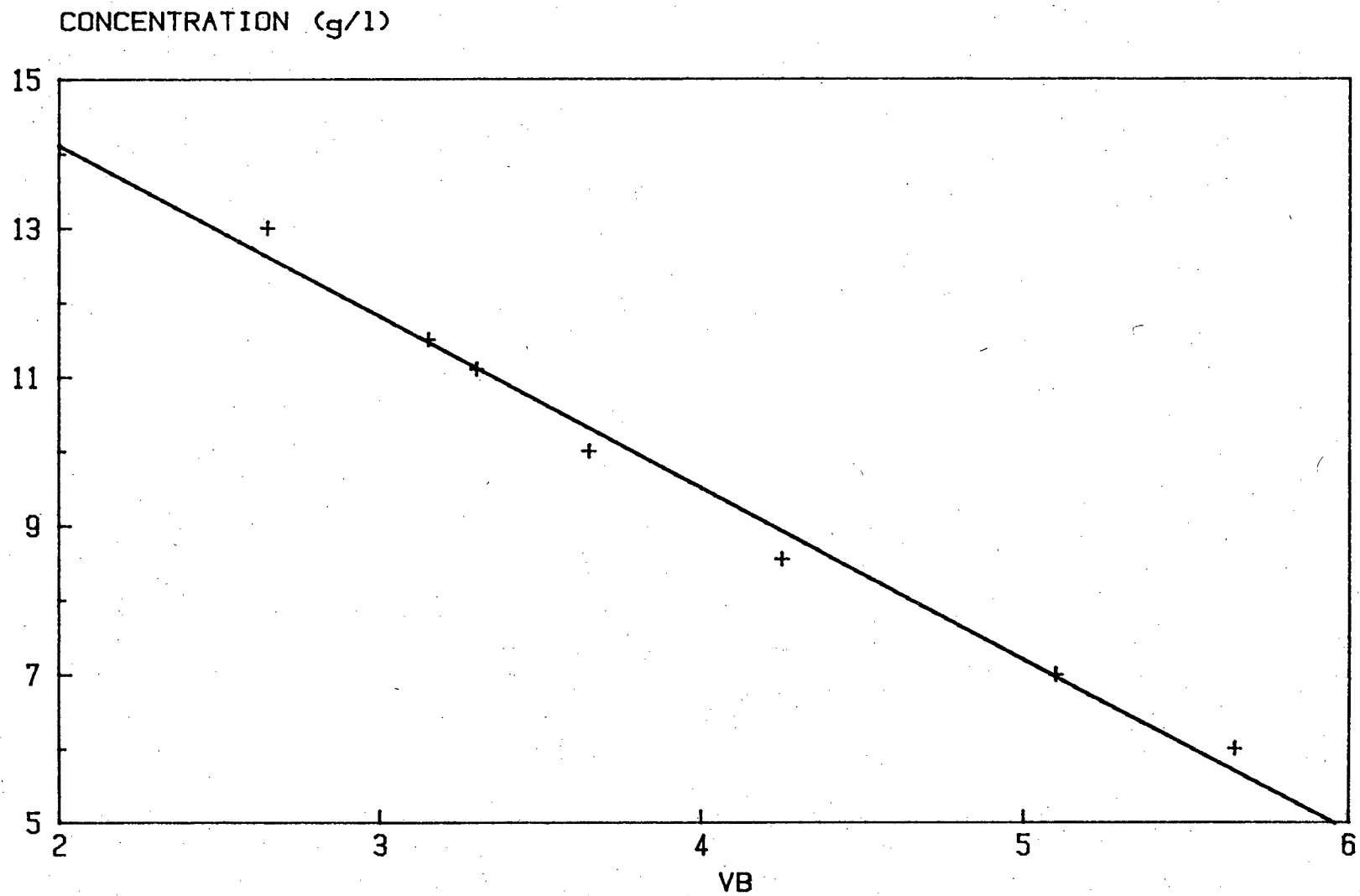


Chart title: VB VERSUS CONCENTRATION

Chart subtitle:

X-AXIS LABEL: VB

Y-AXIS LABEL: CONCENTRATION (g/l)

DATA VALUES

POINT	X-COORD	Y-COORD
1	5.6500	6.0000
2	5.1000	7.0000
3	4.2500	8.5500
4	3.6500	10.0000
5	3.3000	11.1000
6	3.1500	11.5000
7	2.6500	13.0000

ANALYSIS OF VARIANCE
LINEAR REGRESSION

SOURCE	DEG OF FREEDOM	SUM OF SQUARES	MEAN SUM	F RATIO
TOTAL	6	38.40		
REGRESSION	1	37.92	37.92	396.02
RESIDUAL	5	0.48	0.10	
R SQUARE =		0.988		

$$\hat{Y} = 1.8727E+001 - .2304E+001 X$$

CALCUL 3

$$\text{Concentration} = 18,727 - (2,304 \times 3,25) = 11,24 \text{ g}$$

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
200, RUE DORCHESTER SUD, 7e
QUÉBEC, (QUÉBEC)
G1K 5Z1

A N N E X E 1.1

ETUDE THERMOGRAVIMETRIQUE ET
PAR DIFFRACTION DES RAYONS-X

par le Centre de Recherches minérales
Ministère de l'Energie et des Ressources

1. INTRODUCTION

Dans le but de mieux calculer certaines caractéristiques liées à la solubilisation de cristaux de bleu de méthylène de provenances diverses, deux échantillons provenant des compagnies BAKER et FISHER nous ont été remis pour analyse.

Comme il semble que ce soit le taux d'eau de cristallisation qui contrôle principalement la variation de solubilité de ce produit, une étude thermogravimétrique a été entreprise sur chaque échantillon. Cette dernière a été complétée par une analyse par diffraction des rayons-X afin de vérifier l'état de cristallinité des composés.

3. PRINCIPAUX RÉSULTATS

A) ANALYSES PAR DIFFRACTION DES RAYONS-X

Les diffractogrammes de rayons-X apparaissant à la page suivante sont malheureusement incomplets. Les produits organiques sont en effet caractérisés par de grandes mailles élémentaires dans leurs réseaux cristallins, ce qui entraîne que la majorité des pics de diffraction se manifestent à des distances angulaires inférieures à 5 degrés.

Quoiqu'il en soit, il apparaît clairement que le bleu de méthylène fourni par FISHER est bien cristallisé alors que le produit de BAKER semble constitué de deux ou trois phases voisines comme l'indique la présence de raies satellites autour des pics majeurs.

B) ANALYSES THERMOGRAVIMÉTRIQUES

L'analyse thermogravimétrique de chaque échantillon peut être exprimée par les tableaux suivants:

ÉCHANTILLON DE BAKER

Région de température	+T°C	Perte de masse relative
28- 81°C	-0,46	-8,90
81-159°C	-0,30	-8,49
159-176°C	+0,91	-0,51
176-300°C	-	-9,34

ÉCHANTILLON DE FISHER

Région de température	+T°C	Perte de masse relative
28- 74°C	-	- 3,05
74-130°C	-0,30	- 8,81
130-160°C	+0,57	- 1,14
160-300°C	+0,70	-10,82

Le premier endotherme se situe entre 25° et 85° et est dû à la perte d'humidité de l'échantillon. On note ici une différence importante entre les deux composés puisque l'échantillon de BAKER contient près de trois (3) fois plus d'eau adsorbée que celui de FISHER. Ceci implique que si les échantillons ne sont pas convenablement séchés avant d'être pesés, on induira une erreur sur la masse. Cette erreur pourra donc atteindre près de 10% dans le cas de l'échantillon de BAKER.

Le second endotherme est dû à l'évaporation de l'eau de cristallisation. Les pertes de masses relatives ramenées au poids sec de l'échantillon sont respectivement de 10,47% pour le produit de BAKER et 9,07% pour celui de FISHER. Ceci correspond à un bleu de méthylène contenant deux (2) molécules d'eau par molécule (le nombre théorique est de 10,11%) de composé.

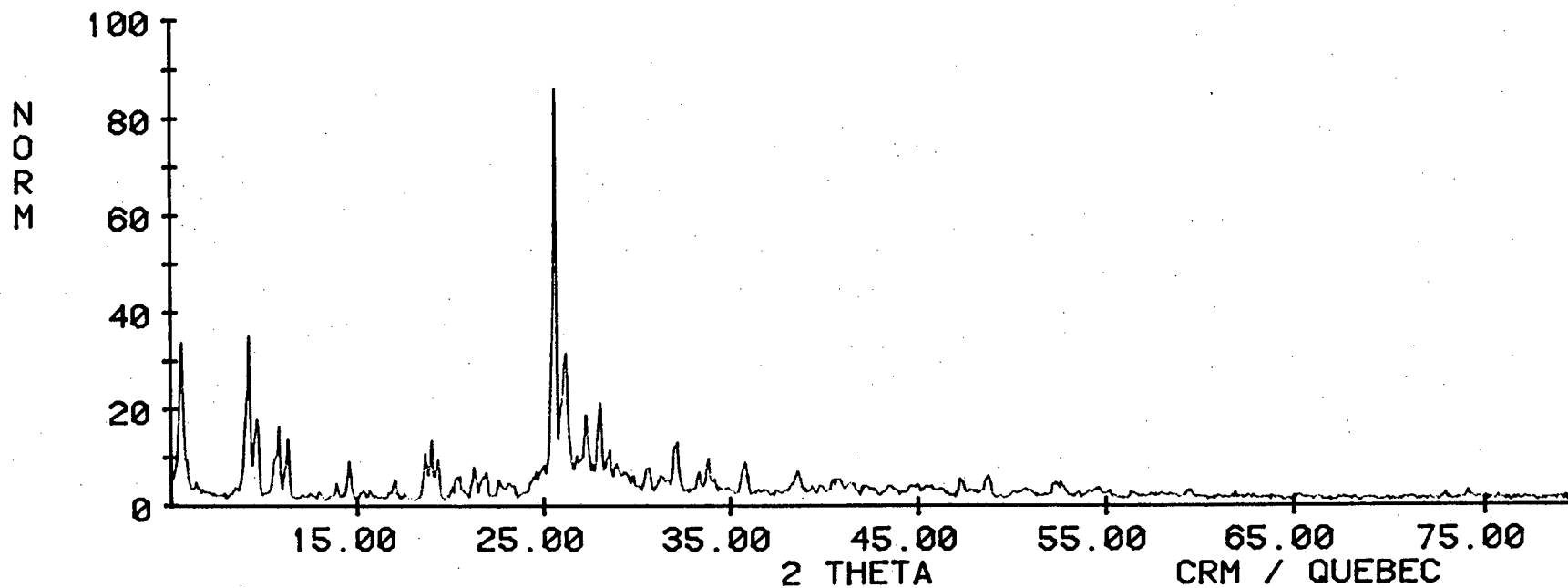
La combustion spontanée du soufre entraîne la présence du premier exotherme entre 130 et 180°C. Il y a alors émission de SO₂.

La perte de l'eau et du soufre a entraîné alors d'importants dommages cristallographiques à la structure moléculaire du bleu de méthylène et tous les endothermes qui se situeront à une température supérieure à 180°C sont dus à la dégradation du composé. Ceci entraînera alors l'émission de CO₂ jusqu'à la "disparition" de l'échantillon.

Z00612 6/ 4/85 DIF S=0.10 T= 0.2 METHYLENE BLEU FISHER



Z00611 6/ 4/85 DIF S=0.10 T= 0.2 METHYLENE BLEU BAKER



2. CONCLUSION

La complexité d'un tel produit organique empêche l'interprétation catégorique des résultats. Il est cependant clair que les deux produits ont le même nombre de molécules d'eau de cristallisation et que leur différence se situe au niveau du degré de cristallisation.

Le bleu de méthylène fourni par BAKER semble, en effet, être composé de deux ou trois phases voisines alors que l'échantillon de FISHER est pur. Ceci paraît avoir une incidence directe sur les qualités hygroscopiques du composé puisque le produit de BAKER contient 8,90% d'eau adsorbée contre 3,05% pour FISHER.

4. RECOMMANDATION

Dans le cas présenté ici, il semble de première importance de bien faire sécher le composé avant toute pesée. Ceci devrait éliminer la principale erreur rencontrée dans votre méthodologie et "redresser" les courbes de solubilisation du bleu de méthylène.

A N N E X E 1.2

LA MISE EN SOLUTION DU BLEU DE METHYLENE

Juillet 1985

LA MISE EN SOLUTION DU BLEU DE METHYLENE

- La préparation de bleu de méthylène est une étape très importante dans le processus de l'essai au bleu. En effet, des essais effectués sur bon nombre d'échantillons ont montré qu'un manque de précision de l'ordre de 2% dans la préparation peut mener à des erreurs de 7% dans l'essai au bleu ⁽¹⁾.

Ainsi donc, une grande vigilance doit être apportée pendant la mise en solution, aux mesures de volume d'eau de solution et de poids de cristaux de bleu de méthylène.

- Pour obtenir des résultats avec une bonne précision, on recommande l'appareillage suivant:

- Poids des cristaux: la précision recommandée est au centième exact ⁽²⁾.
- Eau de solution: eau déminéralisée à la température ambiante.
- Récipient: pour une solution de 1 litre on prend une fiole jaugée de 1000 ml.
- Bêcher en verre de 100 ml.
- Entonnoir en verre.
- Agitateur.

- Procédure:

- Mesurer le poids des cristaux ⁽³⁾ dans le bêcher vide.
- Ajouter une quantité suffisante d'eau et verser le mélange, à l'aide de l'entonnoir, dans la fiole jaugée.
- Rincer l'entonnoir pour s'assurer de ne pas perdre "du bleu".

- Répéter l'opération jusqu'à ce que tous les cristaux pesés soient introduits dans la fiole jaugée.
- Ajouter de l'eau dans la fiole pour obtenir le volume désiré.
- Mélanger la solution à l'aide de l'agitateur pendant 60 minutes.
- Verser la solution dans un flacon teinté.

Avant chaque utilisation:

- brasser bien la solution;
- vérifier la concentration en suivant la méthode décrite à la remarque 3c.

- (1) Ces résultats font état d'une erreur de +2% de cristaux de bleu de méthylène combinée à une erreur de -2% de volume d'eau de dissolution.
- (2) Exemple: pour mesurer 10 grammes, on accepte seulement l'affichage 10,00 g.
- (3) a- 10 grammes/litre pour le bleu (Fisher);
b- 11,90 grammes/litre pour le bleu (Baker);
c- ou de manière plus générale, on doit avoir une concentration qui, quand elle est utilisée sur un échantillon d'argile Darkbell^(*) séchée donnera une valeur au bleu entre 2,9 et 3,1. Ce dernier essai doit être vérifié au moins deux fois par deux opérateurs différents.

(*) l'argile Darkbell est constituée de: SiO_2 :59,1%; Al_2O_3 :26,8%; TiO_2 :1,8%; Fe_2O_3 :1,0%; K_2O :0,3%; Mg :0,2%; Ca :0,2%; Na_2O :0,1%; perte au feu 10,5%, et est disponible chez: Poterie Ste-Catherine Inc., 775, ave St-Jean-Baptiste, Les Saules (Québec) G2E 5G5 téléphone (418)871-0488.

CHAPITRE II

L'INFLUENCE DE L'AJOUT D'UNE ARGILE TYPE SUR LA PRÉCISION DE L'ESSAI AU BLEU

2. GENERALITES

Le problème le plus souvent rencontré dans le processus de l'essai au bleu se présente lors des essais sur un échantillon à très faible pollution en argile. En effet, le dosage du bleu de méthylène devient difficile à contrôler et le test de la tâche difficile à interpréter (voir norme 2560-255). Cette étude portera sur l'effet de l'addition, à l'échantillon, d'une argile stable dans le but d'augmenter sa valeur au bleu et par conséquent, améliorer le test de la tâche. L'argile utilisée était l'argile Darkbell (VB = 3,25), cette argile est abusivement appelée "Kaolin" parce qu'elle est du type kaolinitique.

Ce chapitre contient une première partie théorique qui expose les lois utilisées pour calculer la valeur au bleu du sol avant l'addition du "Kaolin". La deuxième partie contient la discussion des résultats de 48 essais effectués sur trois sols qui ont des valeurs au bleu présumées forte, moyenne et faible. Finalement, on trouvera dans la troisième partie certaines explications concernant cette étude, et une recommandation pour augmenter la précision de l'essai au bleu sur les sols peu pollués par l'argile.

2.1 Formules: La quantité de bleu adsorbée par un mélange est égale à la somme des quantités de bleu adsorbées par toutes les espèces argileuses ou inertes qui entrent dans sa composition.

La Valeur au bleu du sol est calculée selon la formule suivante:

$$VB_s = \frac{V - VB_k \times M_k}{M_s} \quad 2.1.1$$

ou en terme de pourcentage de masse:

$$VB_m = VB_s \times (\% s) + VB_k \times (\% k) \quad 2.1.2$$
$$VB_s = \frac{VB_m - VB_k \times (\% k)}{(\% s)} \quad 2.1.2'$$

avec: VB_m = Valeur au bleu du mélange ("Kaolin" + sol dans notre cas).

VB_k = Valeur au bleu du "Kaolin" ($\approx 3,25$).

VB_s = Valeur au bleu du sol.

$\% s$ = masse du sol/masse totale (sol + "Kaolin")

$\% k$ = masse du "Kaolin"/masse totale (sol + "Kaolin")

M_s = masse du sol (sans "Kaolin").

M_k = masse du "Kaolin".

V = Volume de la solution de bleu utilisée, en millilitre.

2.2 Résultats

2.2.1 Sur le sol à forte Valeur au bleu : $VB = 1,9$

- Les formules exposées en 2.1 sont applicables de façon satisfaisante.
- Les Valeurs au bleu obtenues varient raisonnablement.
- Aucune indication sur la stabilité de l'essai, peut être retenue (graphique 1).

2.2.2 Sur le sol à Valeur au bleu moyenne: $VB = 0,5$

- Les différences entre les Valeurs au bleu des sols avant et après l'addition du "Kaolin" sont de l'ordre de 50%.
- Les Valeurs au bleu obtenues varient entre 0,3 et 0,9.
- La grande variation observée dans les résultats des essais à grand pourcentage de "Kaolin", provient de la grande VB_k par rapport au VB_s , ainsi qu'à l'imprécision du volume de bleu utilisé pendant l'essai (graphique 2).

2.2.3 Sur le sol à Valeur au bleu basse: $VB = 0,15$

- Les différences entre les Valeurs au bleu des sols avant et après l'addition du "Kaolin" sont supérieures à 50%.
- Les Valeurs au bleu obtenues varient entre 0,12 et 0,30
- La variation des résultats est due à une très grande VB_k par rapport au VB_s , ainsi qu'à l'imprécision du volume de bleu utilisé pendant l'essai (graphique 3).

2.3 CONCLUSION

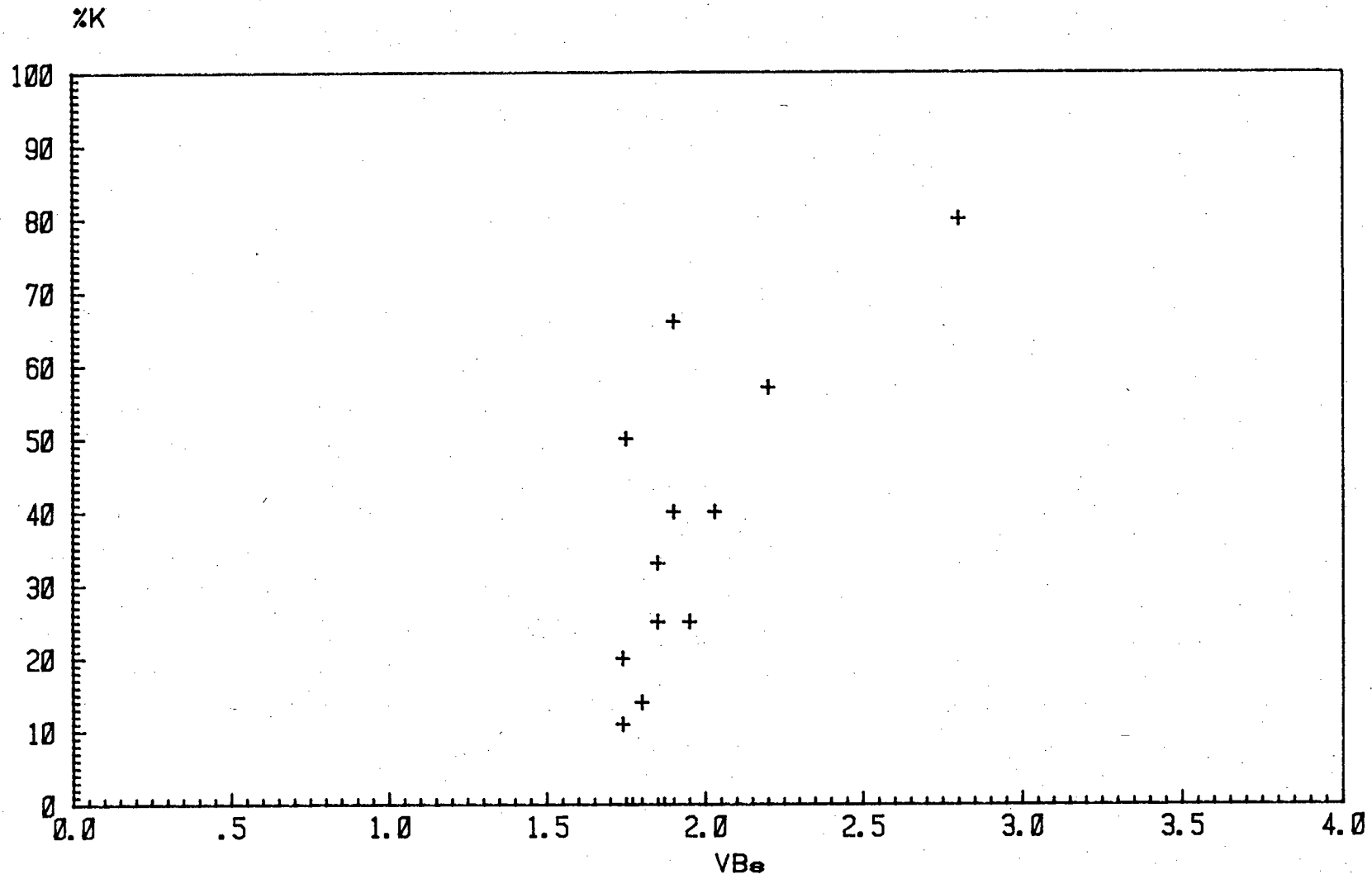
Les résultats sur les 48 échantillons ne confirment pas que l'introduction du "Kaolin" stabilisera les essais, bien au contraire, et surtout pour les sols à faible teneur en argile, les résultats sont moins répétitifs si on ajoute un certain pourcentage de "Kaolin".

Des réactions physico-chimiques complexes peuvent être à l'origine de la dispersion des résultats des essais à haut pourcentage de "Kaolin". Ces réactions sont dues en partie à la masse totale de l'échantillon, au pourcentage du "Kaolin" et au pH du mélange qui influence fortement la Valeur au bleu (voir chapitre 3).

Pour les sols à Valeur au bleu présumée faible ($VB < 0,3$), il est recommandé d'utiliser une burette de précision de 10 ml, la précision recommandée est de 0,2 ml, la dose d'injection recommandée est 0,5 ml, la Valeur au bleu peut être donnée au centième près (0,00).

GRAPHIQUE 1

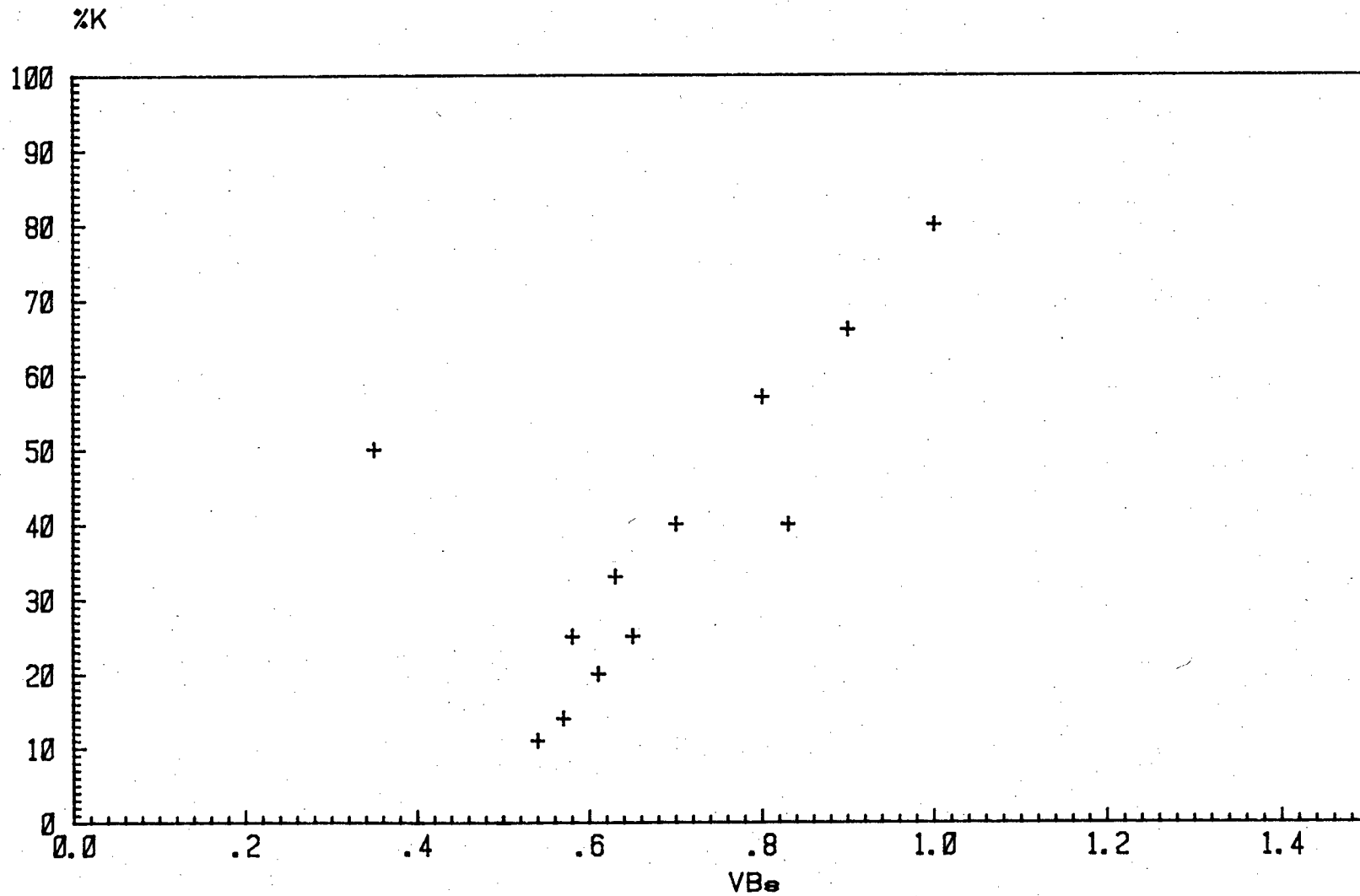
VB_s VERSUS %K
VB FORTE



VB forte

"Kaolin"(g)	Sol(g)	% K	pH	V	VB _m	VB _s
0	5	0	9,0	10	2,00	2,00
5	5	50	7,7	25	2,50	1,75
10	5	66	7,3	42	2,80	1,90
20	5	80	7,1	79	3,16	2,80
0	15	0	8,8	28	1,87	1,87
5	15	25	8,0	44	2,20	1,85
10	15	40	7,6	61	2,44	1,90
20	15	57	7,3	98	2,80	2,20
0	30	0	8,5	53	1,77	1,77
5	30	14	8,0	70	2,00	1,80
10	30	25	7,7	91	2,28	1,95
20	30	40	7,4	126	2,52	2,03
0	40	0	8,4	70	1,75	1,75
5	40	11	8,0	86	1,93	1,74
10	40	20	7,8	102	2,04	1,74
20	40	33	7,8	139	2,32	1,85

GRAPHIQUE 2
VB_s VERSUS %K
VB MOYENNE

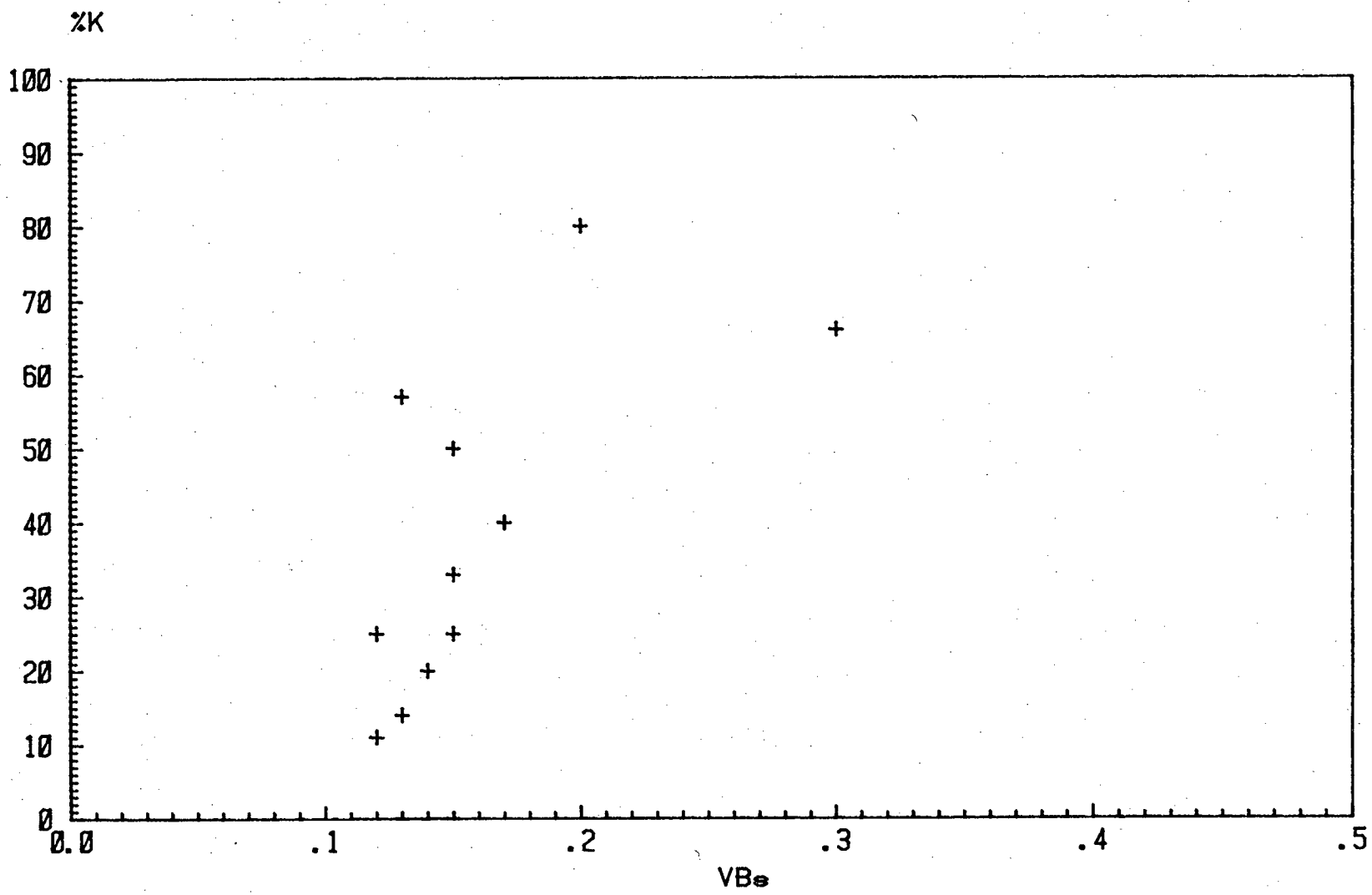


-32-MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
200, RUE D'ARCHESTER SUD, 7e
QUÉBEC, (QUÉBEC)
G1K 5Z1

VB moyenne

"Kaolin"(g)	Sol(g)	% K	pH	V	VB _m	VB _s
0	5	0	8,2	2	0,40	0,40
5	5	50	7,8	18	1,80	0,35
10	5	66	7,5	37	2,47	0,90
20	5	80	7,2	70	2,80	1,00
0	15	0	8,1	8	0,50	0,50
5	15	25	7,8	25	1,25	0,58
10	15	40	7,6	45	1,80	0,83
20	15	57	7,3	77	2,20	0,80
0	30	0	7,8	16	0,53	0,50
5	30	14	7,7	33	0,94	0,57
10	30	25	7,6	52	1,30	0,65
20	30	40	7,3	86	1,72	0,70
0	40	0	7,8	21	0,53	0,50
5	40	11	7,6	38	0,84	0,54
10	40	20	7,5	57	1,14	0,61
20	40	33	7,3	90	1,50	0,63

GRAPHIQUE 3
VBs VERSUS %K
VB FAIBLE



VB faible

"Kaolin"(g)	Sol(g)	% K	pH	V	VB _m	VB _s
0	5	0	6,0	0,74	0,15	0,15
5	5	50	5,3	17,0	1,70	0,15
10	5	66	5,1	34,0	2,27	0,30
20	5	80	4,9	66,0	3,30	0,20
0	15	0	5,9	2,3	0,15	0,15
5	15	25	5,4	18,0	0,90	0,12
10	15	40	5,2	35,0	1,40	0,17
20	15	57	5,1	67,0	1,91	0,13
0	30	0	5,8	4,0	0,13	0,13
5	30	14	5,5	20,0	0,57	0,13
10	30	25	5,4	37,0	0,93	0,15
20	30	40	5,2	70,0	1,40	0,17
0	40	0	5,8	5,50	0,14	0,14
5	40	11	5,6	21,0	0,47	0,12
10	40	20	5,4	38,0	0,76	0,14
20	40	33	5,2	71,0	1,18	0,15

CHAPITRE III

PHYSIQUE ET CHIMIE DES ARGILES

3. GENERALITES

Les propriétés des argiles sont dues en grande partie à leur minéralogie; les minéraux d'argile sont structurellement similaires au mica; leur structure est composée de couches et de sous-couches (feuilletés) de silice et d'alumine. Les ions métalliques Al peuvent varier grandement dans les minéraux, sans affecter toutefois leurs propriétés; par exemple Mg^{++} ou Fe^{++} peuvent substituer l'aluminium, et l'aluminium peut substituer certaines des silices. Ce phénomène est appelé: substitution isomorphes⁽¹⁾.

Les couches qui composent la structure des minéraux d'argile se prolongent indéfiniment dans les directions x et y par l'addition de cristaux chargés électriquement. Dans la direction z, les couches se superposent moins, les liens entre celles-ci sont relativement faibles, ces surfaces sont le site d'interaction de charges électriques. L'épaisseur de ces couches peut être aussi petite que 10\AA (1 nm)⁽²⁾.

L'activité des argiles est grandement influencée par la charge et la taille des ions positifs (cations) qui se trouvent entre les couches.

(1) Substitutions isomorphes: substitutions qui affectent la même forme cristalline.

(2) 1 nm: $10\text{\AA} = 10^{-9}$ m

3.1 Les échanges cation-anion

Comme on l'a déjà mentionné, les charges électriques associées à la surface du minéral d'argile sont dues à deux facteurs. Le premier est relié au fait que les minéraux sont composés d'ions ou atomes électriquement chargés, liés ensemble par leurs charges électriques. Par exemple: le sel de table est composé d'ions positifs de sodium liés et neutralisés par des ions négatifs de chlorure.

Les cristaux ne sont pas des molécules (bien que les molécules peuvent former des cristaux). En effet, tandis que les molécules sont discrètes, comme dans O_2 ou CO_2 , les cristaux de leur part n'ont pas de limite prédéterminée (ils s'additionnent continuellement), ceci confère aux surfaces et aux tranchants du cristal un arrangement insatisfait de charges électriques.

L'eau, à moins qu'elle soit récemment distillée, contient des ions dissous, libres comme le Calcium (Ca^{++}), Sodium (Na^+), chlorure (Cl^-) et autres. De tels ions sont électrostatiquement attirés aux positions, sur les surfaces du cristal, chargées à l'opposé. Les ions liés à la surface sont libres (des ions échangeables). Ceux-ci sont facilement remplacés et échangés par d'autres ions chargés similairement. Ainsi, Na^+ peut remplacer le Ca^{++} adsorbé à la surface, mais il faut avoir 2 ions de sodium (Na) pour égaler la charge positive d'un ion de calcium (Ca). Quand les ions positifs sont impliqués, on parle du phénomène d'échange de cation, la somme totale d'ions qui peut être échangée par unité de masse de sol est appelée: la capacité d'échange de cation(c.e.c.). Le phénomène analogue impliquant les ions négatifs (anions) est appelé "la capacité d'échange d'anion".

La deuxième cause de l'existence de la charge électrique de l'argile est sa structure cristalline, qui dans la plupart des cas donne une charge négative nette. Ceci augmente grandement la capacité d'échange de cation, sans affecter toutefois l'échange d'anion. La c.e.c., par conséquent, et la mesure de la charge négative de l'argile est utilisée comme indicateur de l'activité chronique de celle-ci.

3.2 L'influence du pH

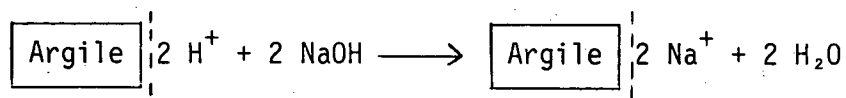
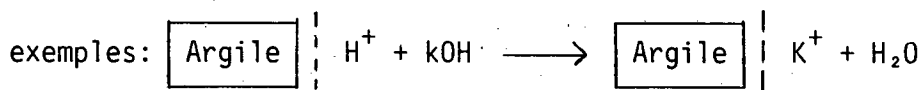
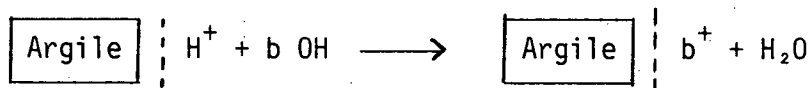
Un facteur important qui affecte la capacité d'échange de cation est le pH ou l'acidité du sol. Généralement, plus le sol est basique au moment des échanges, plus grande est la c.e.c.. Les données disponibles de la c.e.c. ont été mesurés à un pH 7 ou à la neutralité. Un pH élevé, qui signifie un excès d'ions OH^- , augmente la charge négative nette et la c.e.c., parce que les ions H^+ sont retirés de la surface par les ions OH^- . Ainsi, la c.e.c. de la kaolinite qui est normalement égale à 5 - 10 meq/100 g⁽³⁾ à pH 7 peut augmenter à 30 ou 40 à pH 10. La montmorillonite est moins sensible au pH, mais la valeur de 50 - 100 meq/100 à pH 7 peut s'accroître de 50% à pH 12.

3.3 Réactions argile-base et argile-acide

Des réactions qui peuvent changer la nature des argiles se produisent lors du contact entre une argile et une base ou une acide.

3.3.1 Argile-base

Les réactions sont de la forme

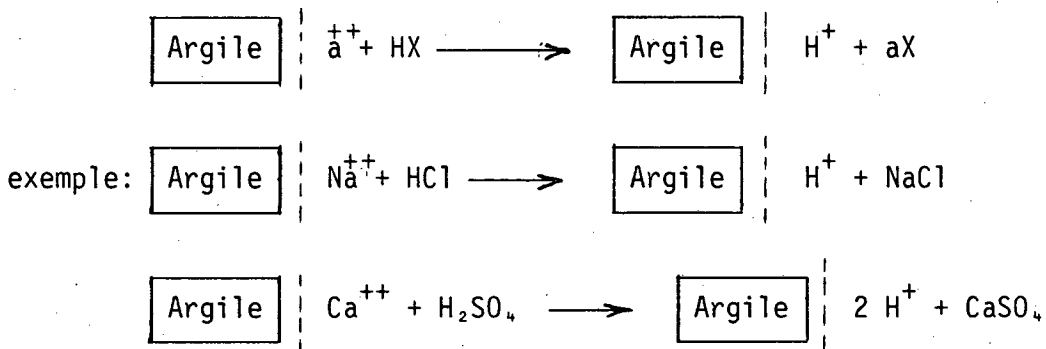


On remarque ici que l'ion OH^- a retiré l'ion H^+ de la structure de l'argile. La charge électrique négative a augmenté et l'argile est devenue plus active.

(3) meq.: milliéquivalent, c'est le 1/1000 de la masse d'un élément qui peut se combiner avec 8 grammes d'oxygène (l'équivalent de 8 grammes d'oxygène).

3.3.2 Argile-acide

Les réactions sont de la forme



On remarque que ce genre de réaction n'affecte pas la quantité d'ions négatifs de la surface, en d'autres termes, les ions positifs H^+ ne seront pas retirés de la surface de l'argile et par conséquent, l'activité de l'argile ne varie pas beaucoup.

3.4 Essai au bleu et pH

Comme on l'a vu, un changement du pH d'une argile affectera la capacité d'échange de cations de celle-ci, et par conséquent, la Valeur au Bleu du sol changera. Une étude pratique sur 4 échantillons a été effectuée au laboratoire Central du ministère des Transports pour déterminer les effets du changement du pH sur la Valeur au Bleu. Les essais ont été réalisés sur des échantillons ayant des pH naturels élevé, moyen et faible. Les acides chlorhydrique et sulfurique ont été utilisés pour baisser le pH et les hydroxydes de sodium et de potassium pour l'augmenter. Les résultats et les graphiques se trouvent à l'annexe 3.1.

3.5 Discussion des résultats

Les graphiques de l'annexe 3.1 nous montrent qu'à moins d'une grande augmentation du pH ($\text{pH} > 10$), la Valeur au Bleu peut être considérée stable. Par contre, il faut se méfier des conclusions simples et

regarder de plus près les phénomènes qui arrivent lors de l'essai au bleu. En effet, le but de la Valeur au Bleu est de refléter la quantité et l'activité des argiles qui se trouvent dans un sol, ceci se fait à l'aide de l'adsorption d'une quantité de bleu de méthylène à la surface des argiles chargées négativement, donc plus la surface et la charge sont importantes plus l'adsorption du bleu de méthylène s'effectue en grande quantité et par conséquent, plus grande est la VB.

Si le sol est basique, la capacité d'échange des cations va augmenter et l'adsorption du bleu de méthylène sera fonction de l'activité élevée de l'argile contenue dans ce sol. Ainsi, on peut obtenir des Valeur au Bleu très élevé sur certains sols ou résidus qui ne contiennent que très peu d'argile.

Exemple: une Valeur au Bleu de l'ordre de 1,2 a été trouvée sur un filler dont l'indice de plasticité ne dépasse pas 5.

3.6 Conclusion

Il est d'une grande importance de connaître les réactions chimiques qui peuvent s'effectuer entre les argiles et les bases. Celles-ci changent profondément la nature des argiles et peuvent être à l'origine d'une mauvaise interprétation de l'essai au bleu qui conduirait à surestimer l'argilosité du sol, c'est-à-dire à rejeter certains matériaux marginaux qui ne devraient pas l'être.

Le manque de données ne permet pas de fixer définitivement la valeur de pH au-delà de laquelle la Valeur au Bleu n'aurait plus de sens. Cette limite inférieure du pH semble se situer entre 7 et 9 pour les sols à forte argilosité, mais pourrait être plus élevée pour les sols à faible argilosité. Des essais supplémentaires seront effectués pour des sols dont la Valeur au Bleu est comprise entre 0,1 et 2.

ANNEXE 3.1

RELATIONS VB vs pH

Chart title: VB VERSUS PH
Chart subtitle: FAIBLE PH NATUREL

X-AXIS LABEL: VB
Y-AXIS LABEL: PH

DATA VALUES		
POINT	VB X-COORD	pH Y-COORD
1	3.3000	.8000
2	3.3000	2.0000
3	3.3000	4.6000 pH naturel
4	3.4000	6.5000
5	3.6000	8.7000
6	4.1000	11.4000
7	4.9000	12.7000
8	5.4000	13.3000

Base KOH
Acide HCl

VB VERSUS PH

FAIBLE PH NATUREL (pH = 4,6)

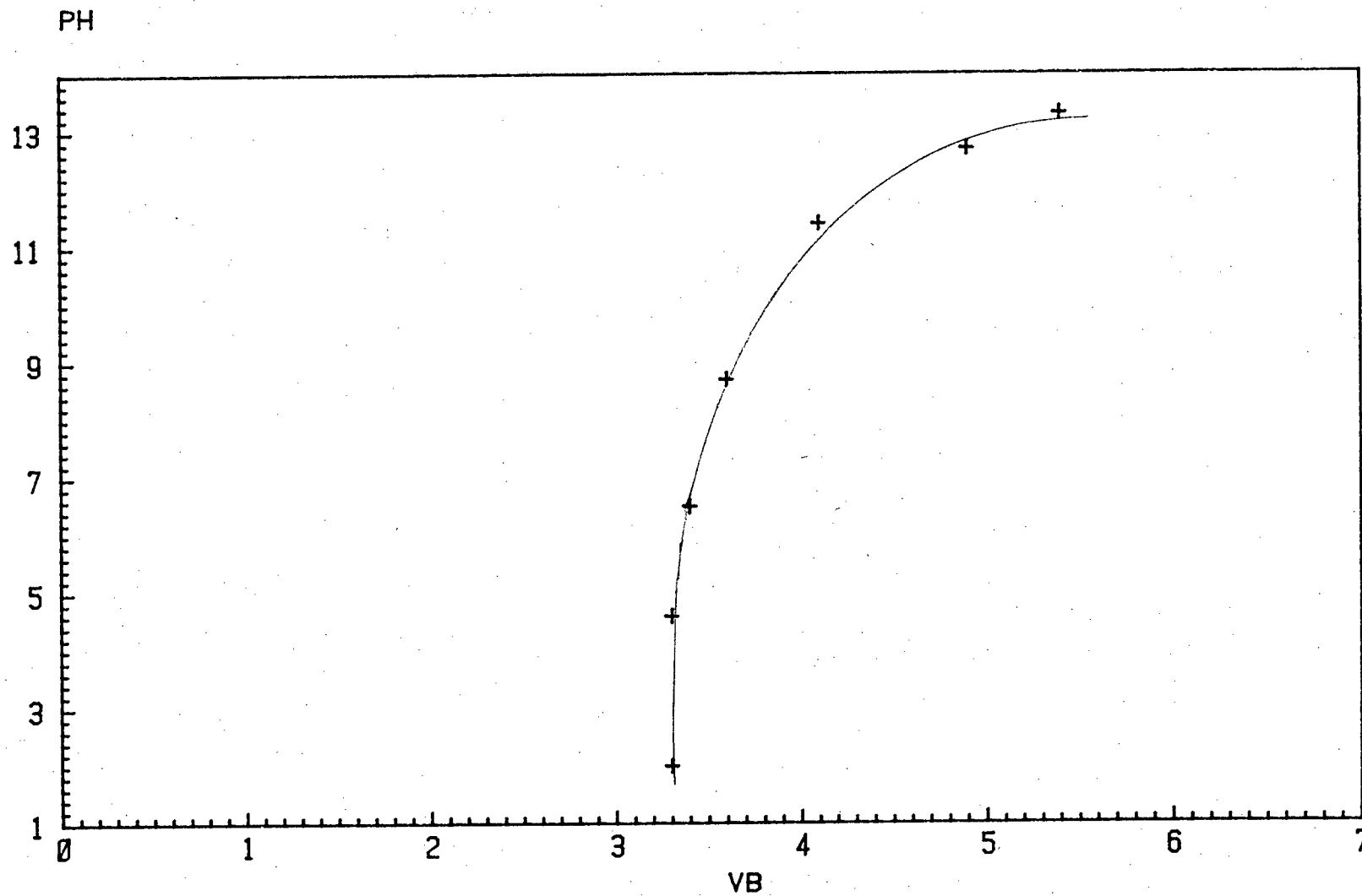


Chart title: VB VERSUS PH
Chart subtitle: FAIBLE PH NATUREL

X-AXIS LABEL: VB
Y-AXIS LABEL: PH

POINT	DATA VALUES	
	VB X-COORD	pH Y-COORD
1	3.2000	2.0000
2	3.2000	2.7000
3	3.2000	4.4000
4	3.5000	7.0000
5	4.0000	10.8000
6	5.3000	12.5000

pH naturel

Base NaOH

Acide H₂SO₄

VB VERSUS PH
FAIBLE PH NATUREL (pH = 4,4)

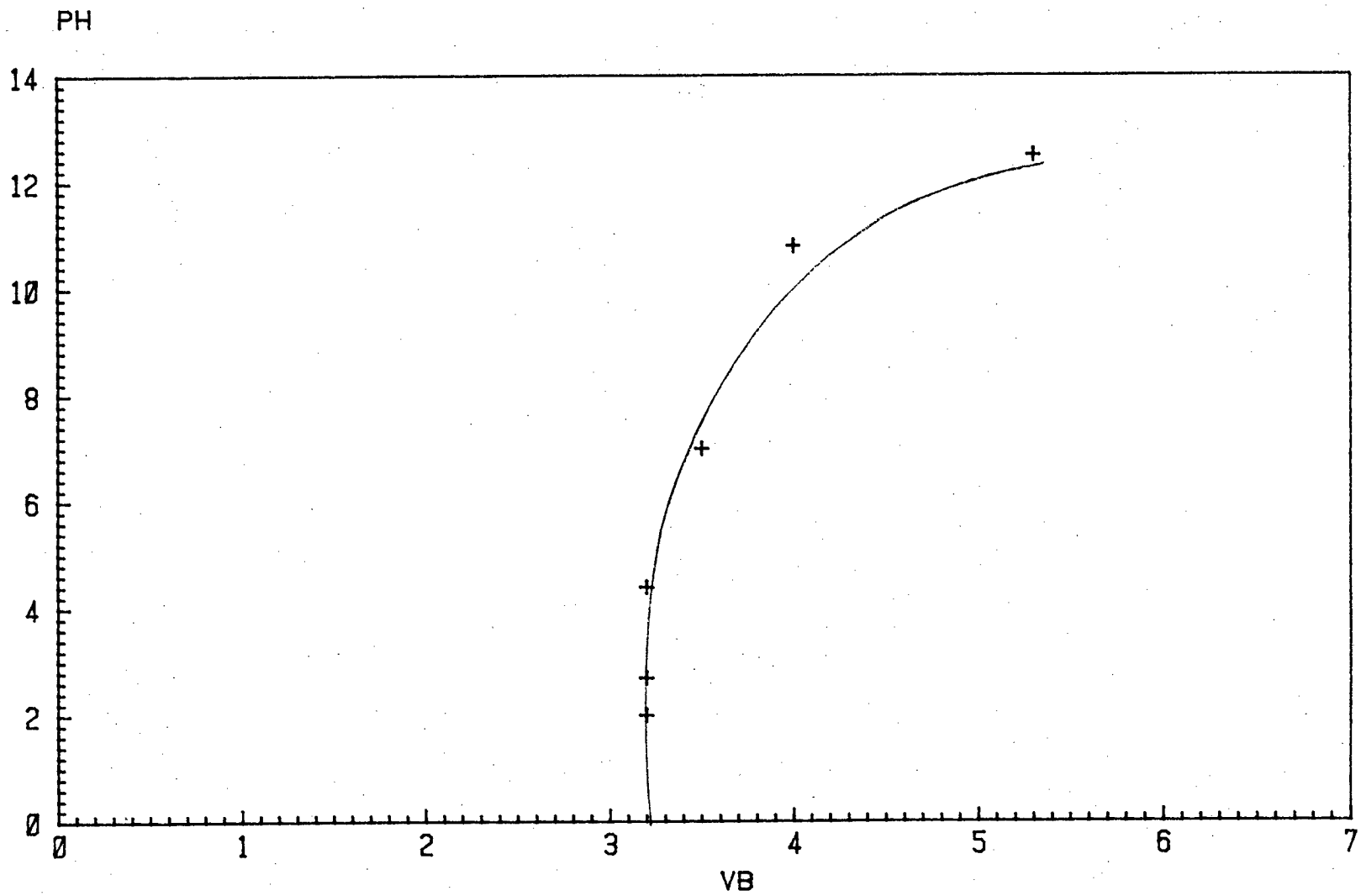


Chart title: VB VERSUS PH
Chart subtitle: PH NATUREL MOYEN

X-AXIS LABEL: VB
Y-AXIS LABEL: PH

LINE # 1 Legend:

POINT	DATA VALUES	
	VB X-COORD	pH Y-COORD
1	2.0000	4.6000
2	2.0000	5.3000
3	2.0000	6.9000
4	2.0000	7.7000
5	2.0000	8.6000
6	2.0000	9.6000
7	2.3500	11.9000

pH naturel

Base NaOH
Acide HCl

VB VERSUS PH
PH NATUREL MOYEN (pH = 7,7)

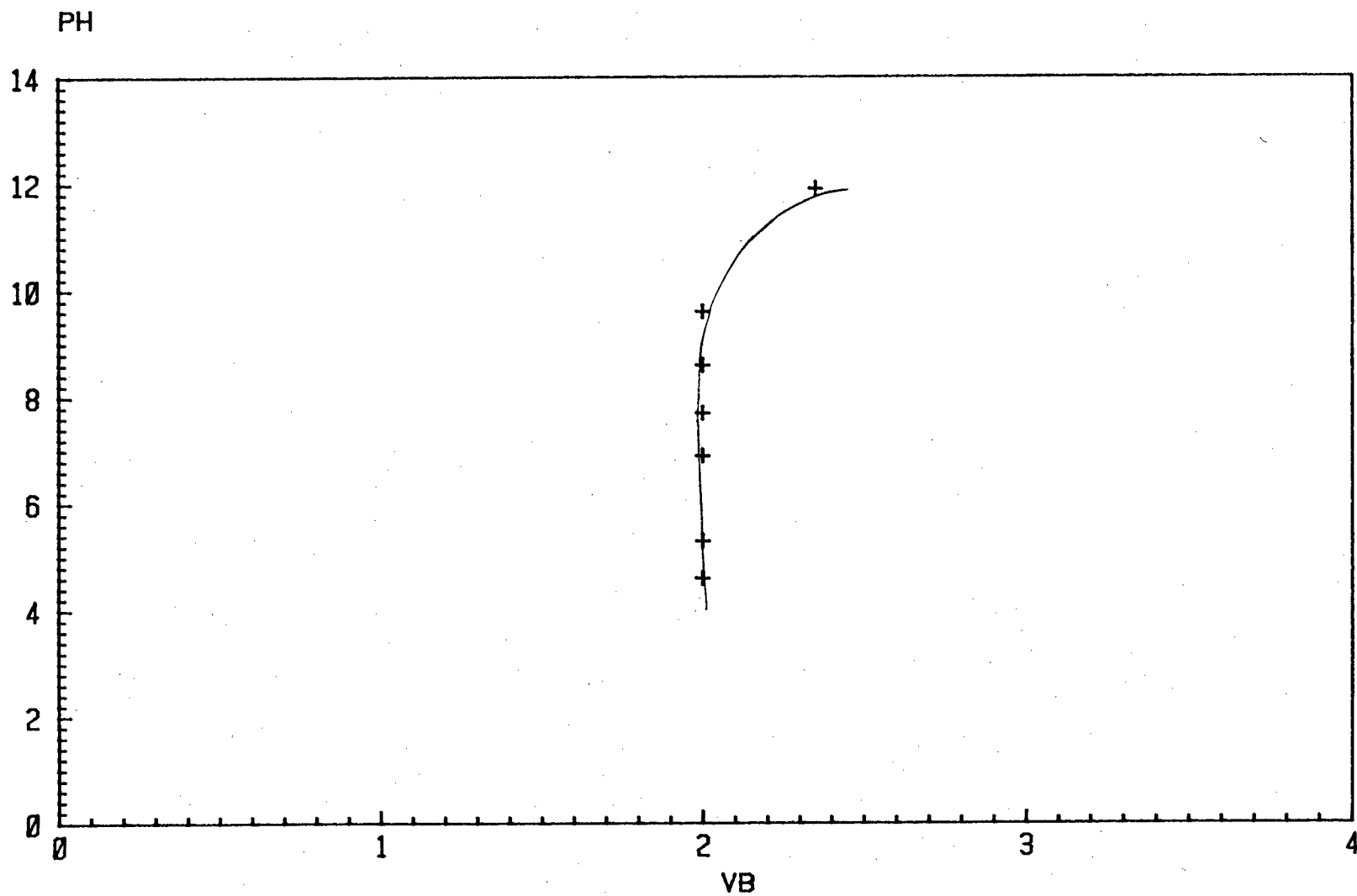


Chart title: VB VERSUS PH
Chart subtitle: PH NATUREL ELEVE

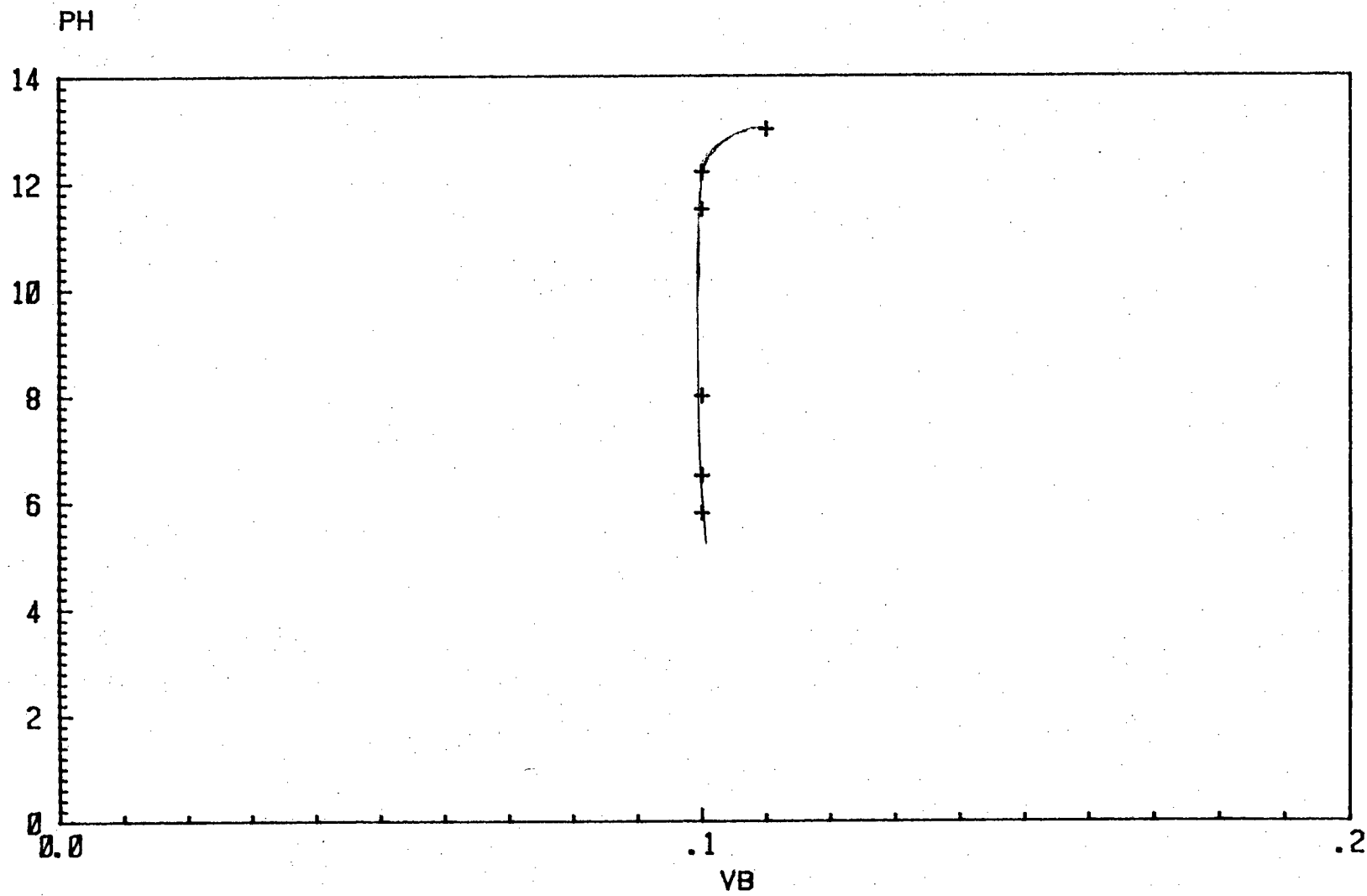
X-AXIS LABEL: VB
Y-AXIS LABEL: PH

POINT	DATA VALUES	
	VB X-COORD	pH Y-COORD
1	.1000	5.8000
2	.1000	6.5000
3	.1000	8.0000
4	.1000	11.5000
5	.1000	12.2000
6	.1100	13.0000

pH naturel

Base NaOH
Acide HCl

VB VERSUS PH
PH NATUREL ELEVE (pH = 11,5)



CHAPITRE IV

RELATION ENTRE VB_T ET LA SÉDIMENTOMÉTRIE ET CLASSIFICATION DES SOLS

4. GENERALITES

Le but de cette compilation est de trouver en premier temps les relations qui existent entre la Valeur au Bleu ramenée au tamis (VB_t) et les pourcentages des fines passant 5, 2 et 1 μm . En deuxième temps, essayer d'utiliser la Valeur au Bleu comme critère unique ou partiel de classification des sols (annexe 4.1).

4.1 Données disponibles

Les données disponibles proviennent de 6 régions différentes et se classifient selon 17 termes de la classification unifiée. Pour chaque échantillon, on possède une granulométrie complète, une sédimentométrie et pour certains la limite de liquidité w_L et l'indice de plasticité I_p ainsi qu'une Valeur au Bleu (1).

4.2 Mode de classification

Pour dégager le plus de relations pouvant exister entre VB_t et chacune des autres données (classification unifiée, provenance, % passant, limite), un système de codification a été utilisé. L'annexe 4.2 contient l'explication de chaque code, la manière de codifier. Il est à noter que la codification est très simple et contient des informations pouvant parfois aider à détecter une donnée particulière ou erronée.

(1) Le nombre d'échantillons par terme de classification unifiée étant peu représentatif, cette étude n'est qu'à titre indicatif et est à compléter.

4.3 VB et VB_t

Le paragraphe 9.3 de la norme BNQ 2560-255 1982-08-09 définit VB_t comme suit:

$$VB_t = \frac{VB \times \%t}{100}$$

ou VB: Valeur au Bleu

VB_t: Valeur au Bleu corrigée au tamis t utilisé à la préparation, au 0,1 près; par exemple, si le tamis 400 μm fut utilisé, on notera VB₄₀₀ au lieu de VB_t.

%_t: pourcentage passant de l'analyse granulométrique au tamis utilisé à la préparation.

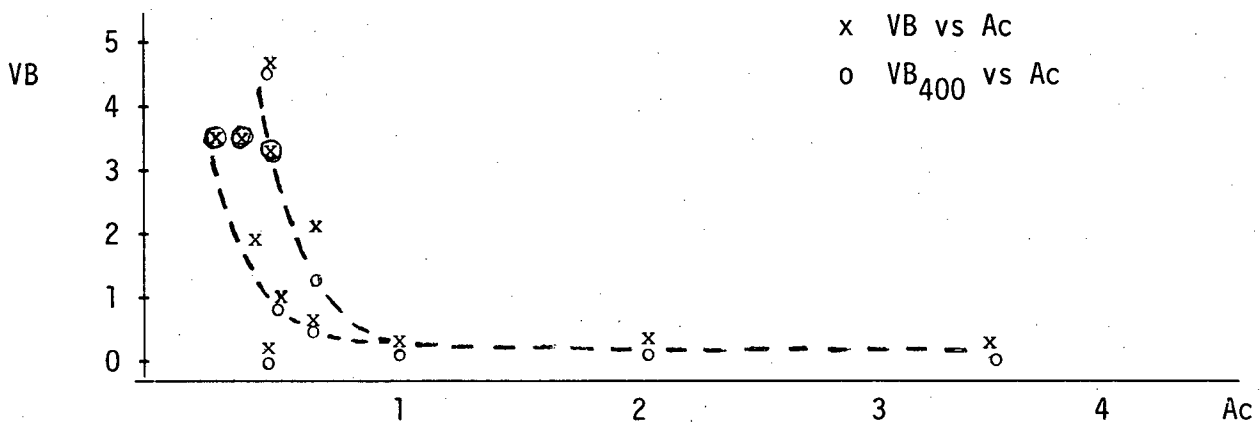
4.4 Activité et coefficient d'activité d'une argile

L'activité d'une argile dépend de sa surface spécifique, de l'état de charge de cette surface, de son affinité avec l'eau et enfin de sa plasticité. La Valeur au Bleu est fort influencée par cette activité. En effet, plus la charge négative des argiles est importante, plus grande est la Valeur au Bleu.

Le coefficient d'activité Ac est par définition le rapport entre l'indice de plasticité I_p et la partie fine inférieure à 2 μm. L'utilisation du coefficient d'activité pour mesurer l'activité d'une argile n'est pas justifiée, car il est facile de trouver des coefficients d'activité très variables pour des sols qui ont la même Valeur au Bleu, ainsi que des Valeurs au Bleu très variables pour le même coefficient d'activité. Le tableau 4.1 et le graphique 1 montrent que la Valeur au Bleu et le coefficient d'activité sont, généralement, indépendants.

VB ₄₀₀	VB	Ac
4,47	4,51	0,47
3,43	3,43	0,39
3,46	3,46	0,36
3,35	3,35	0,53
1,37	2,17	0,69
0,54	0,61	0,69
0,27	0,34	3,45
0,30	0,39	1,00
0,37	0,46	2,07
0,15	0,17	0,42
1,90	1,90	0,40
0,95	0,96	0,52

Tableau 4.1



Graphique 1

Il n'existe aucune corrélation acceptable entre VB et Ac pour Ac < 1

4.5 L'importance de l'utilisation de VB_t

La Valeur au Bleu VB_t reflète le pourcentage de la partie argileuse dans un échantillon de sol en tenant compte de la représentativité de cette quantité d'argile par rapport aux autres composantes. Le fait d'utiliser VB pour les sols peu argileux peut introduire des erreurs d'appréciation, et diminuer la corrélation entre Valeur au Bleu et le pourcentage des fines. En effet, une Valeur au Bleu de l'ordre de 0,6 devra nous indiquer l'existence d'une certaine quantité d'argile dans l'échantillon, alors que la même valeur devient 0,04 après le calcul de VB_{400} ; ceci indique que le sol est en fait très peu argileux, ce qui reflète la réalité du sol. Cette valeur de 0,6 a aussi été retrouvée sur un échantillon très peu argileux (pourcentage d'argile ne dépassant pas 1%).

4.6 VB et qualité d'une argile

La Valeur au Bleu (VB) est un bon critère pour évaluer l'activité d'une argile; en effet, plus l'argile est active (chargée négativement), plus l'adsorption d'un bleu de méthylène sur la surface de cette argile est importante. Cette activité différente d'une argile à l'autre, peut être prise en considération lors de la classification des sols: le fait que deux sols contenant les mêmes quantités d'argile et de pH du même ordre aient deux VB différentes, nous indique que celui qui a la VB la plus élevée est le plus actif.

4.7 CONCLUSION

La Valeur au Bleu VB_t corrigée au tamis t est une valeur qui reflète la quantité et l'activité des argiles se trouvant dans un sol. Cette valeur peut être d'une grande importance pour l'évaluation du pourcentage d'argile dans une prise d'essai. La Valeur au Bleu (VB) pour sa part est un bon critère de comparaison de l'activité de plusieurs sols ayant les mêmes quantités d'argile.

NOTE: Des équations et graphiques de corrélation sont donnés de la page 66 à la page 97 (Annexe 4.2.5), entre les Valeurs au Bleu et différents pourcentages passants (5 μm , 2 μm , 1 μm), pour chaque symbole de la classification unifiée (17 symboles).

Ces équations et les graphiques peuvent changer légèrement en augmentant le nombre de données utilisées pour calculer l'équation $\%p = aVB_c + b$ (Annexe 4.2.4). On recommande de compléter des graphiques (pour chaque terme de la classification unifiée) aussitôt que le nombre d'échantillons disponible le permettra.

Tous les résultats d'essais utilisés pour ce travail (153 échantillons traités, référés par un code) sont compilés automatiquement sous forme de tableaux, aux pages 99 à 104.

A N N E X E 4.1

**CRITERE D'IDENTIFICATION DES
SOLS PAR LA VALEUR AU BLEU**

CRITERE D'IDENTIFICATION DES SOLS PAR LA VALEUR AU BLEU

Le mode de classification basé sur la valeur au bleu est une étape importante dans l'évolution de l'utilisation de cet essai.

La classification suggérée sera en fonction de la VB_{400} qui déterminera la représentativité de l'argile dans un sol, en fonction du pourcentage des fines passant $80 \mu m$ et de la limite de liquidité. Enfin, la VB peut jouer un rôle dans la détermination de l'activité d'une argile et pouvoir compléter les critères de la classification.

NOTE: Vu que le nombre de données de toutes les catégories de sols n'est pas suffisant, cette classification sera effectuée ultérieurement.

A N N E X E 4.2

METHODE DE CLASSIFICATION DES
SOLS PAR LA VALEUR AU BLEU

METHODE DE CLASSIFICATION DES
SOLS PAR LA VALEUR AU BLEU

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
200, RUE DORCHESTER SUD, 7e
QUÉBEC, (QUÉBEC)
G1K 5Z1

4.2.1 Codification: 4.2.1.1 Le code: C'est un chiffre composé de 3 parties

- a- code de terme de la classification unifiée (CU)
- b- Valeur au Bleu (VB_t)
- c- code de la région de provenance (RP)

4.2.1.2 Construction: Chiffre à gauche: minimum 00, maximum 40
Valeur au Bleu: minimum 0.00, maximum 9,99
Chiffre à droite: minimum 01, maximum 07

4.2.1.3 Forme fine: Un chiffre de 3 nombres à gauche suivi par un point décimal et de 4 nombres à droite

Exemple:

CU	VB_t	RP
00	0.00	00

4.2.1.4 Liste des codes: RP:

- 01 = Autres
- 02 = bord de mer Champlain (extérieur)
- 03 = Basse-Terres
- 04 = Lac-St-Jean - Saguenay
- 05 = Gaspésie
- 06 = Témiscamingue
- 07 = Abitibi

CU:

- 30 = CH
- 20 = CL-CH
- 28 = CL
- 27 = SC
- 26 = CL-ML
- 25 = GC
- 24 = ML
- 23 = SM-SC
- 22 = SMd
- 21 = GM-GC

Liste des codes: CU:

20	=	SP-SM
19	=	SW-SM
18	=	GW-GM
17	=	GP-GM
16	=	GMd
15	=	SP
14	=	GP-GC

4.2.1.5 Exemple: le code 270.6705

veut dire que c'est un sol - classé SC

- $VB_t = 0,67$

- provient de
la Gaspésie

Note: les codes attribués aux régions et aux termes de la classification unifiée n'est qu'à titre indicatif. Cependant, il est avantageux d'associer les plus grands codes CU aux classes qui ont les plus grands VB_t , pour une question de présentation.

4.2.2 Entrée dans l'ordinateur

Un programme (CLASSICODE) a été conçu pour traiter les données et les codes. L'ordinateur demande à l'utilisateur d'entrer le code et les pourcentages passant 400 et 80 μm , le pourcentage passant 80 μm retenu 5 μm , et les résultats de la sédimentométrie (passant 5, 2 et 1 μm). Pour les matériaux non plastiques on assignera la valeur -2, la valeur -1 sera assignée aux données non disponibles. Le rapport final consiste en une liste des données classifiées par ordre de grandeur du code. La notation (-) signifie que la donnée n'est pas disponible. NP est pour dire que le matériel est non plastique. De plus, des commandes prévues permettront à l'utilisateur de tracer, pour chaque série commençant par le même code CU, la régression linéaire entre les points, l'abscisse étant VB_t , et l'ordonnée étant le pourcentage passant voulu; la courbe sera suivie par un rapport incluant l'équation de la droite le coefficient de régression, le nombre de données et l'écart type. Pour connaître le fonctionnement complet du programme (CLASSICODE) l'utilisateur doit consulter le mode d'emploi disponible au Service de l'informatique du laboratoire Central du ministère des Transports.

4.2.3 Avantage de la classification selon la méthode CLASSICODE

Pour un grand échantillonnage, un simple coup d'oeil donnera les bornes inférieures et supérieures de la VB_t par terme de classification unifiée (CU); de plus, des valeurs douteuses peuvent être détectées et enlevées facilement de la compilation. Cette méthode facilitera la tâche pour trouver une relation entre VB_t et CU ainsi que les relations VB_t versus les pourcentages 5, 2 et 1 μm , pour tracer les courbes, donner l'équation de la droite, le coefficient de régression, l'erreur possible admise (écart type) et le nombre de points utilisés pour tracer le graphique.

Enfin, cette méthode est un moyen puissant et rapide de compiler les données et les mettre en archive.

4.2.4 Résultats attendus

A la fin de chaque compilation, on s'attend à avoir une équation de la forme:

$$\%p = a VB_t + b$$

ou $\%_p$: pourcentage passant P

a : pente de la droite

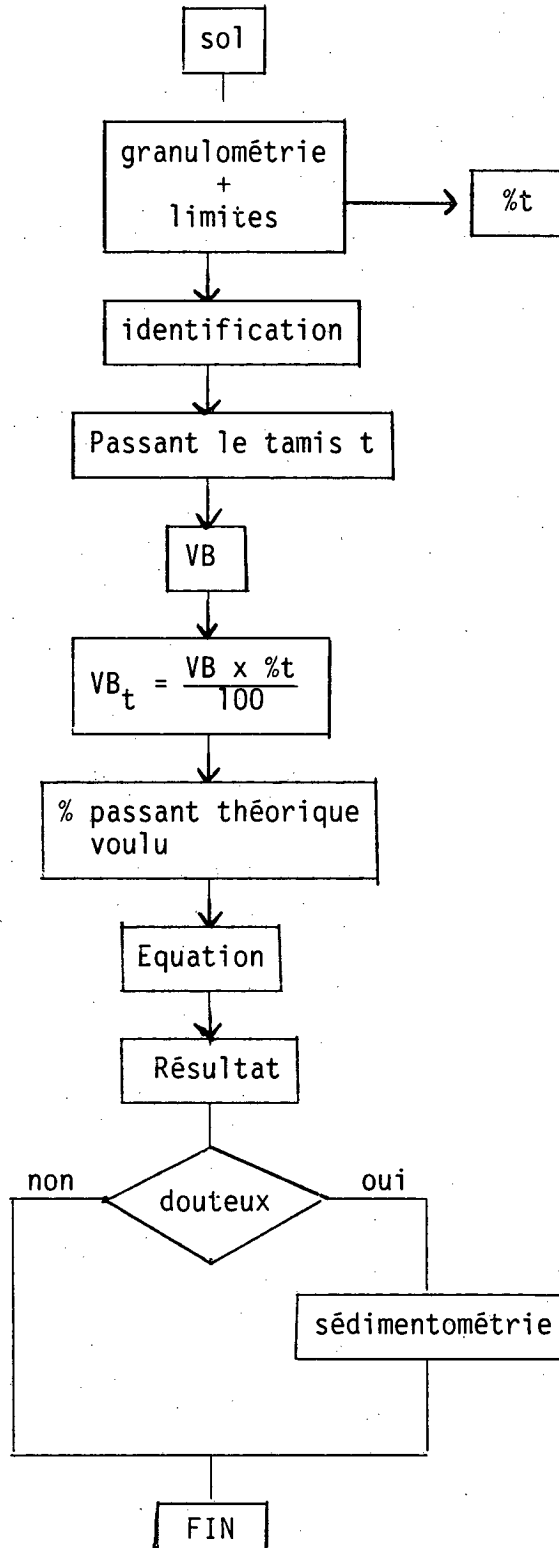
VB_t : Valeur au Bleu ajustée au tamis t

b : ordonnée à l'origine

4.2.5 Utilisation de l'équation

L'utilisateur qui désire connaître, par exemple, le pourcentage théorique du passant 2 μm dans un échantillon, doit en premier lieu, identifier son échantillon (Classification unifiée), en second lieu, effectuer un essai au bleu, calculer la VB_t et en dernier lieu, choisir l'équation du pourcentage passant 2 μm selon le symbole de la classification unifiée trouvée et calculer le pourcentage théorique.

Enfin, il peut vérifier si le résultat obtenu est acceptable à l'aide de l'écart type donné avec l'équation.



REGRESSION LINEAIRE

SERIE # 28 (CL)

ECART TYPE= 7.20

COEFF. CORRELA= 0.84

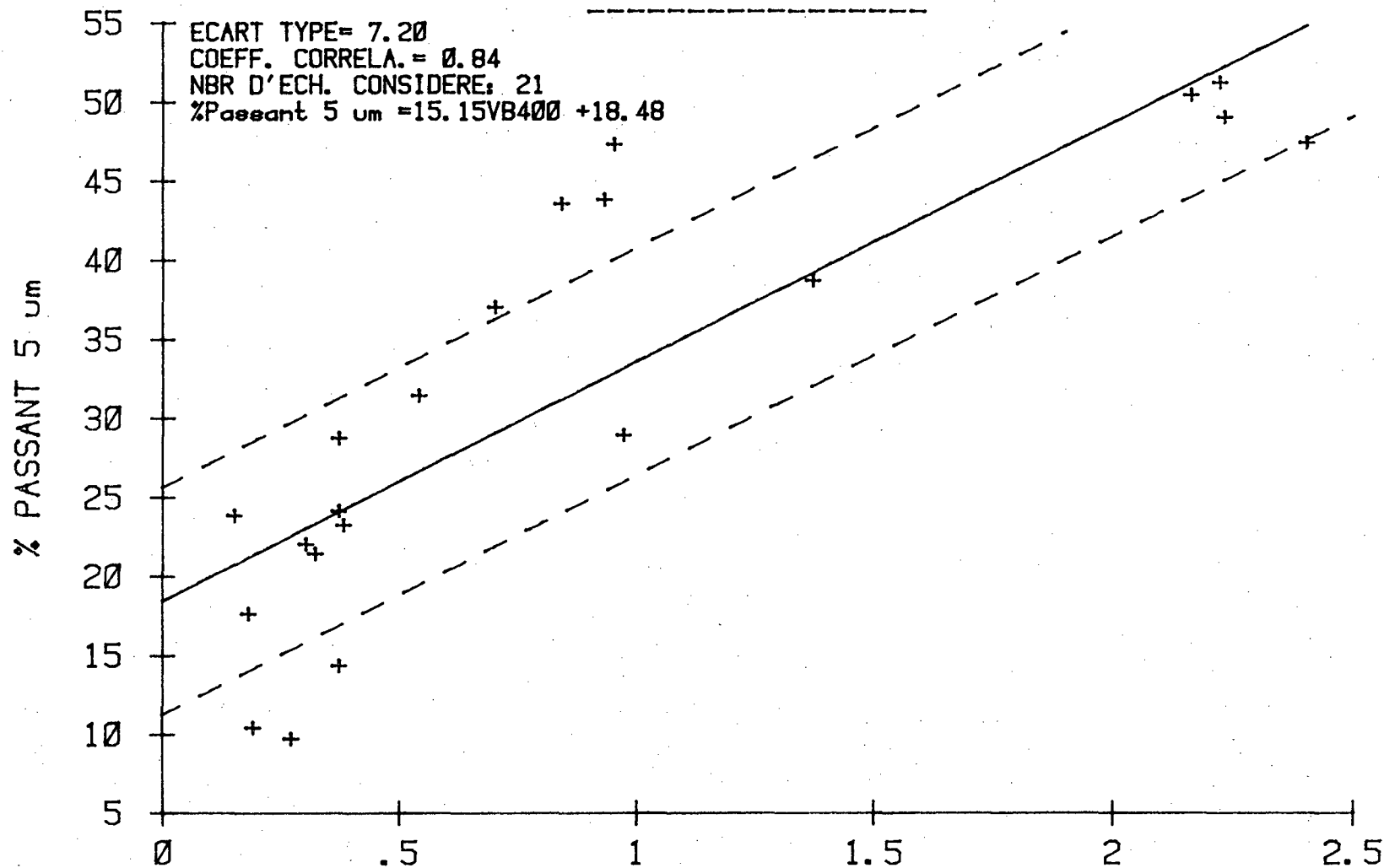
NBRE D'ECH. CONSIDERE: 21

EQ: %Passant 5 um =15.15VB400 +18.48

POINT	X-COORD (VB400)	Y-COORD (% PASSANT)	REGION
1	2.40	47.40	BASSES TERRES INT.
2	2.23	49.00	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
3	2.22	51.20	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
4	2.16	50.40	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
5	1.37	38.70	BASSES TERRES INT.
6	0.97	28.90	BASSES TERRES INT.
7	0.95	47.30	TEMISCAMINGUE
8	0.93	43.80	TEMISCAMINGUE
9	0.84	43.50	TEMISCAMINGUE
10	0.70	37.00	TEMISCAMINGUE
11	0.54	31.40	TEMISCAMINGUE
12	0.38	23.20	TEMISCAMINGUE
13	0.37	28.70	GASPESIE
14	0.37	14.30	GASPESIE
15	0.37	24.10	GASPESIE
16	0.32	21.40	GASPESIE
17	0.30	22.00	GASPESIE
18	0.27	9.70	GASPESIE
19	0.19	10.40	MER CHAMPLAIN EXT.
20	0.18	17.60	BASSES TERRES INT.
21	0.15	23.80	AUTRES

REGRESSION LINEAIRE

SERIE # 28 (CL)



VB400

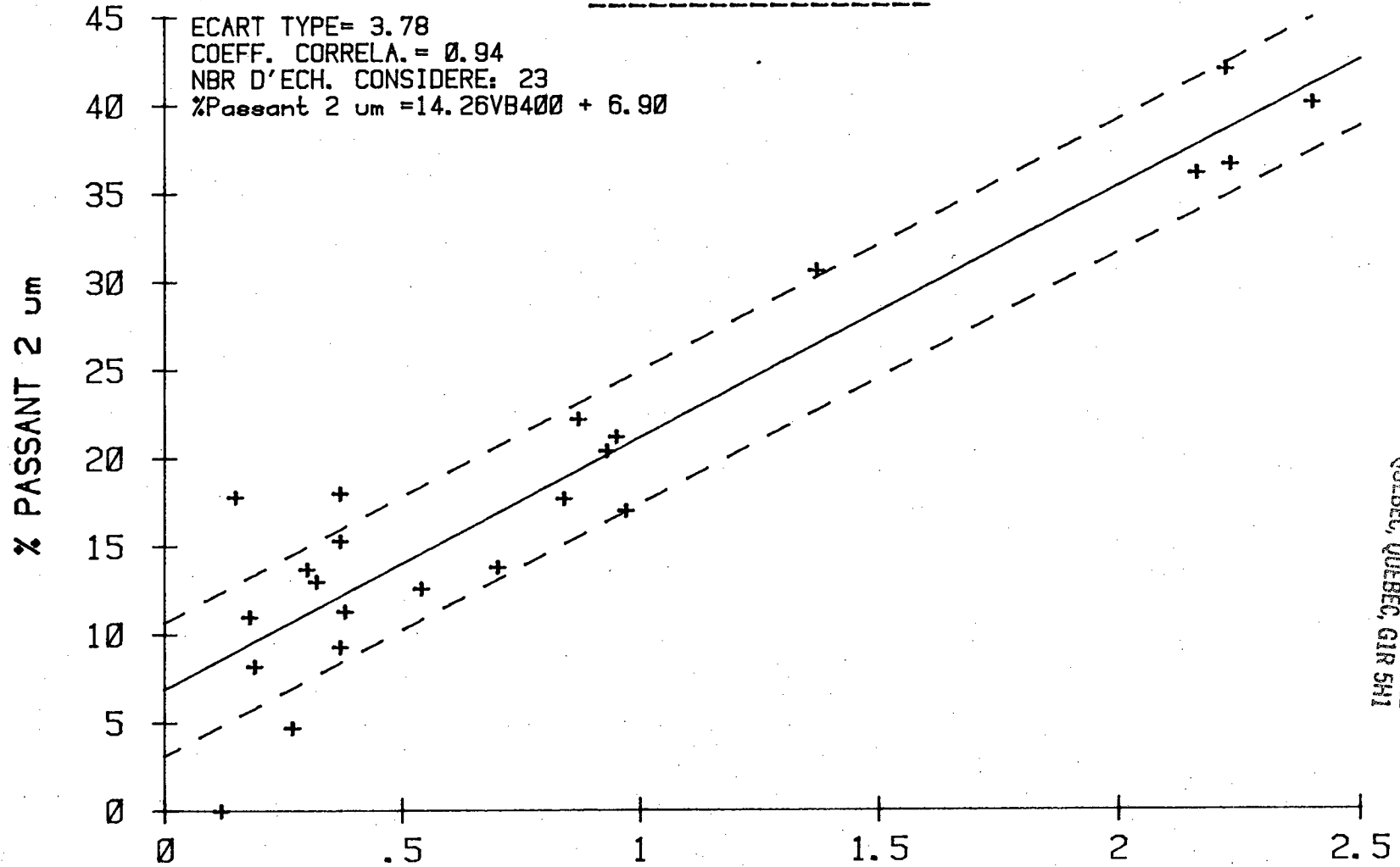
REGRESSION LINEAIRE
 SERIE # 28 (CL)

ECART TYPE= 3.78
 COEFF. CORRELA= 0.94
 NBRE D'ECH. CONSIDERE: 23
 EQ: %Passant 2 um =14.26VB400 + 6.90

POINT	X-COORD (VB400)	Y-COORD (% PASSANT)	REGION
1	2.40	40.10	BASSES TERRES INT.
2	2.23	36.60	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
3	2.22	42.00	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
4	2.16	36.10	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
5	1.37	30.60	BASSES TERRES INT.
6	0.97	17.00	BASSES TERRES INT.
7	0.95	21.20	TEMISCAMINGUE
8	0.93	20.40	TEMISCAMINGUE
9	0.87	22.20	TEMISCAMINGUE
10	0.84	17.70	TEMISCAMINGUE
11	0.70	13.80	TEMISCAMINGUE
12	0.54	12.60	TEMISCAMINGUE
13	0.38	11.30	GASPESIE
14	0.37	18.00	GASPESIE
15	0.37	9.30	GASPESIE
16	0.37	15.30	GASPESIE
17	0.32	13.00	GASPESIE
18	0.30	13.70	GASPESIE
19	0.27	4.70	MER CHAMPLAIN EXT.
20	0.19	8.20	BASSES TERRES INT.
21	0.18	11.00	AUTRES
22	0.15	17.80	MER CHAMPLAIN EXT.
23	0.12	0.00	SAGUENAY/LAC ST-JEAN

REGRESSION LINEAIRE

SERIE # 28 (CL)



VB400

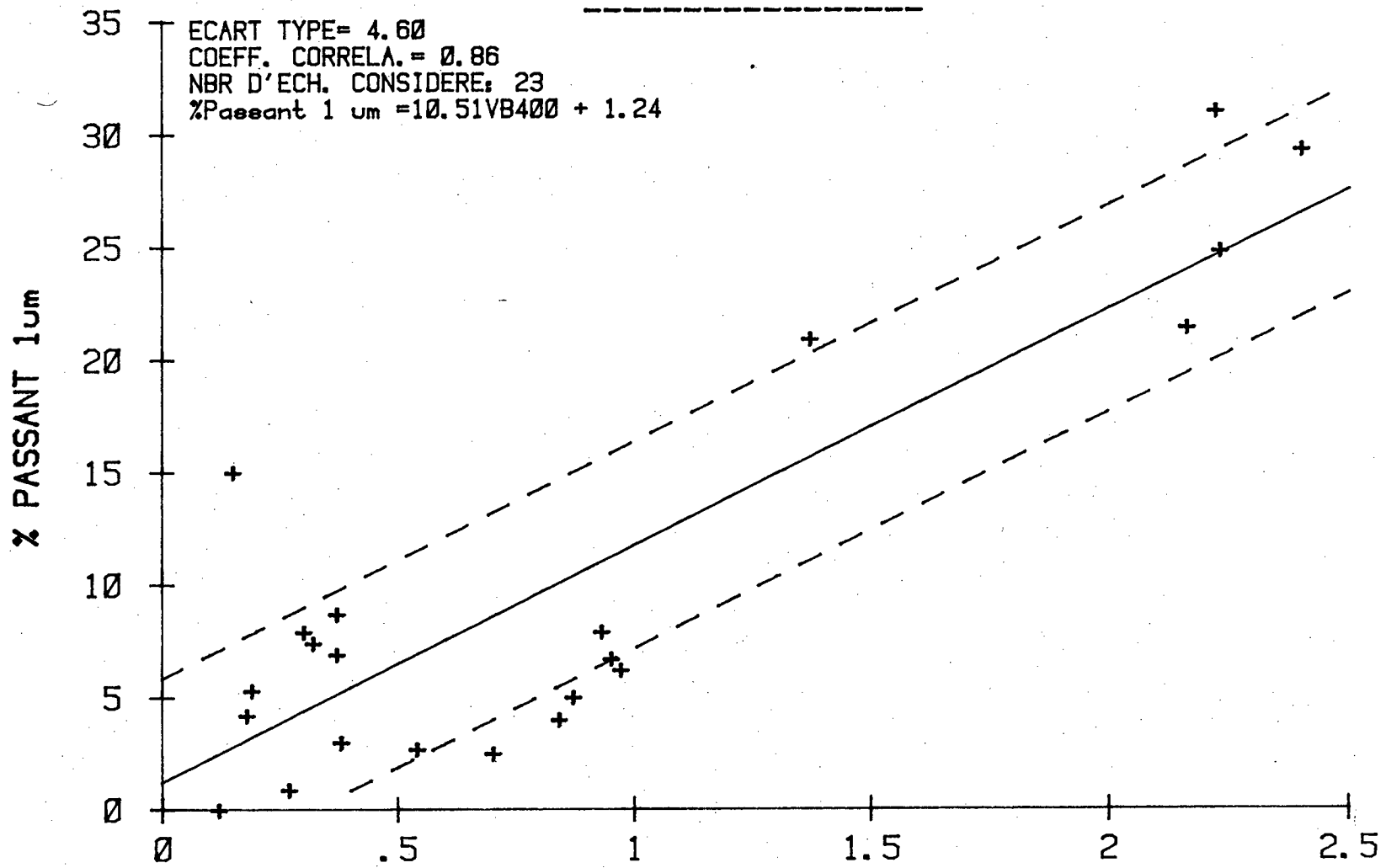
REGRESSION LINEAIRE
SERIE # 28 (CL)

ECART TYPE= 4.60
COEFF. CORRELA= 0.86
NBRE D'ECH. CONSIDERE: 23
EQ: %Passant 1 um =10.51VB400 + 1.24

POINT	X-COORD (VB400)	Y-COORD (% PASSANT)	REGION
1	2.40	29.30	BASSES TERRES INT.
2	2.23	24.80	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
3	2.22	31.00	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
4	2.16	21.40	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
5	1.37	20.90	BASSES TERRES INT.
6	0.97	6.20	BASSES TERRES INT.
7	0.95	6.70	TEMISCAMINGUE
8	0.93	7.90	TEMISCAMINGUE
9	0.87	5.00	TEMISCAMINGUE
10	0.84	4.00	TEMISCAMINGUE
11	0.70	2.50	TEMISCAMINGUE
12	0.54	2.70	TEMISCAMINGUE
13	0.38	3.00	GASPESIE
14	0.37	8.70	GASPESIE
15	0.37	6.90	GASPESIE
16	0.37	8.70	GASPESIE
17	0.32	7.40	GASPESIE
18	0.30	7.90	GASPESIE
19	0.27	0.90	MER CHAMPLAIN EXT.
20	0.19	5.30	BASSES TERRES INT.
21	0.18	4.20	AUTRES
22	0.15	15.00	MER CHAMPLAIN EXT.
23	0.12	0.00	SAGUENAY/LAC ST-JEAN

REGRESSION LINEAIRE

SERIE # 28 (CL)



VB400

REGRESSION LINEAIRE

SERIE # 27 (SC)

ECART TYPE= 2.98

COEFF. CORRELA= 0.85

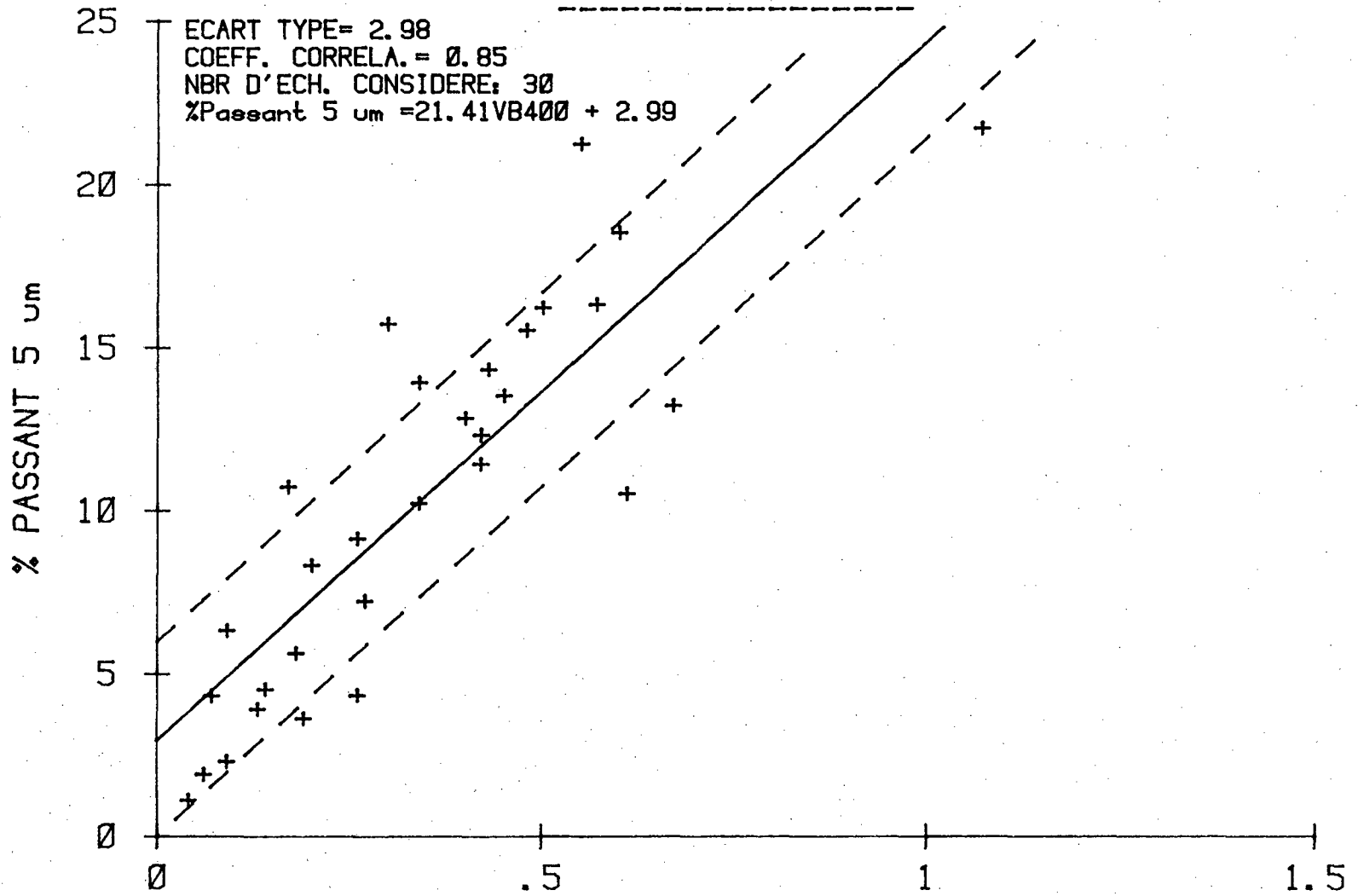
NBRE D'ECH. CONSIDERE: 30

EQ: %Passant 5 um =21.41VB400 + 2.99

POINT	X-COORD (VB400)	Y-COORD (% PASSANT)	REGION
1	1.07	21.70	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
2	0.67	13.20	GASPESIE
3	0.61	10.50	BASSES TERRES INT.
4	0.60	18.50	GASPESIE
5	0.57	16.30	GASPESIE
6	0.55	21.20	GASPESIE
7	0.50	16.20	GASPESIE
8	0.48	15.50	GASPESIE
9	0.45	13.50	GASPESIE
10	0.43	14.30	GASPESIE
11	0.42	12.30	GASPESIE
12	0.42	11.40	GASPESIE
13	0.40	12.80	GASPESIE
14	0.34	13.90	GASPESIE
15	0.34	10.20	GASPESIE
16	0.30	15.70	AUTRES
17	0.27	7.20	GASPESIE
18	0.26	9.10	GASPESIE
19	0.26	4.30	AUTRES
20	0.20	8.30	GASPESIE
21	0.19	3.60	MER CHAMPLAIN EXT.
22	0.18	5.60	GASPESIE
23	0.17	10.70	AUTRES
24	0.14	4.50	BASSES TERRES INT.
25	0.13	3.90	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
26	0.09	6.30	GASPESIE
27	0.09	2.30	MER CHAMPLAIN EXT.
28	0.07	4.30	GASPESIE
29	0.06	1.90	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
30	0.04	1.10	SAGUENAY/LAC ST-JEAN

REGRESSION LINEAIRE

SERIE # 27 (SC)



VB400

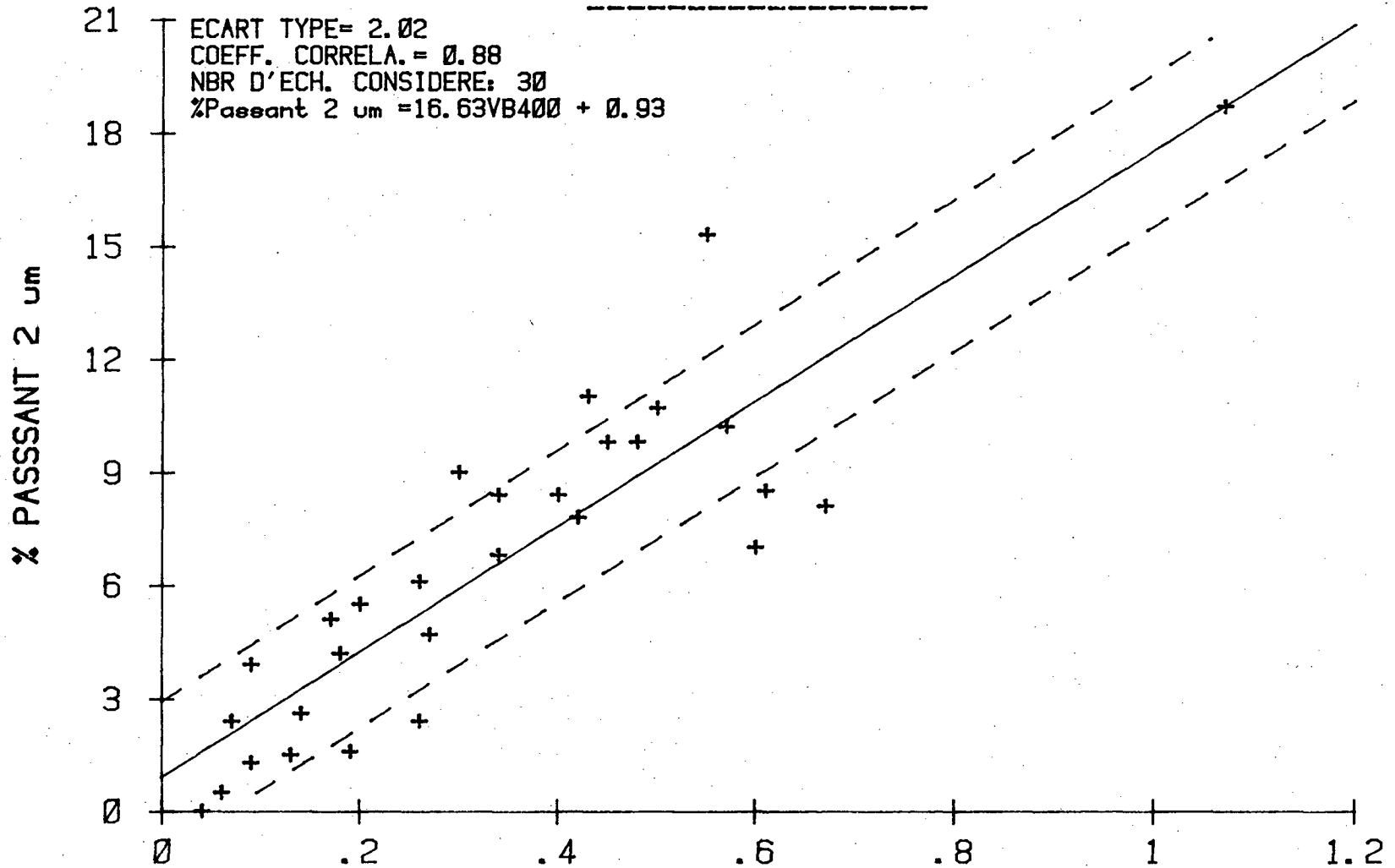
REGRESSION LINEAIRE
 SERIE # 27 (SC)

ECART TYPE= 2.02
 COEFF. CORRELA= 0.88
 NBRE D'ECH. CONSIDERE: 30
 EQ: XPassant 2 um =16.63VB400 + 0.93

POINT	X-COORD (VB400)	Y-COORD (% PASSANT)	REGION
1	1.07	18.70	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
2	0.67	8.10	GASPESIE
3	0.61	8.50	BASSES TERRES INT.
4	0.60	7.00	GASPESIE
5	0.57	10.20	GASPESIE
6	0.55	15.30	GASPESIE
7	0.50	10.70	GASPESIE
8	0.48	9.80	GASPESIE
9	0.45	9.80	GASPESIE
10	0.43	11.00	GASPESIE
11	0.42	7.80	GASPESIE
12	0.42	7.80	GASPESIE
13	0.40	8.40	GASPESIE
14	0.34	8.40	GASPESIE
15	0.34	6.80	GASPESIE
16	0.30	9.00	AUTRES
17	0.27	4.70	GASPESIE
18	0.26	6.10	GASPESIE
19	0.26	2.40	AUTRES
20	0.20	5.50	GASPESIE
21	0.19	1.60	MER CHAMPLAIN EXT.
22	0.18	4.20	GASPESIE
23	0.17	5.10	AUTRES
24	0.14	2.60	BASSES TERRES INT.
25	0.13	1.50	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
26	0.09	3.90	GASPESIE
27	0.09	1.30	MER CHAMPLAIN EXT.
28	0.07	2.40	GASPESIE
29	0.06	0.50	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
30	0.04	0.00	SAGUENAY/LAC ST-JEAN

REGRESSION LINEAIRE

SERIE # 27 (SC)



VB400

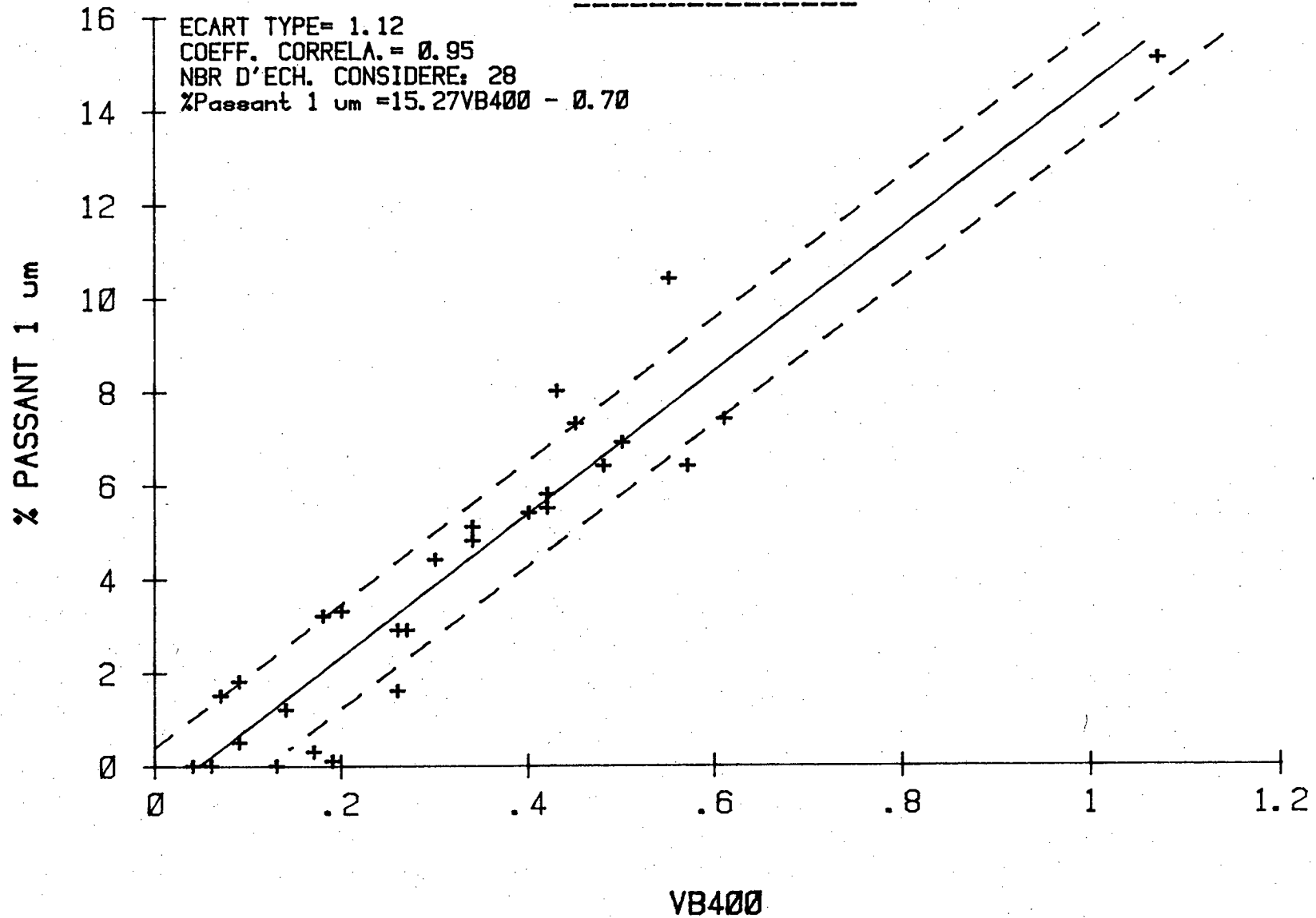
REGRESSION LINEAIRE
 SERIE # 27 (SC)

ECART TYPE= 1.12
 COEFF. CORRELA= 0.95
 NBRE D'ECH. CONSIDERE: 28
 EQ: ZPassant l um =15.27VB400 - 0.70

POINT	X-COORD (VB400)	Y-COORD (% PASSANT)	REGION
1	1.07	15.10	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
2	0.61	7.40	GASPESIE
3	0.57	6.40	BASSES TERRES INT.
4	0.55	10.40	GASPESIE
5	0.50	6.90	GASPESIE
6	0.48	6.40	GASPESIE
7	0.45	7.30	GASPESIE
8	0.43	8.00	GASPESIE
9	0.42	5.50	GASPESIE
10	0.42	5.80	GASPESIE
11	0.40	5.40	GASPESIE
12	0.34	5.10	GASPESIE
13	0.34	4.80	GASPESIE
14	0.30	4.40	GASPESIE
15	0.27	2.90	GASPESIE
16	0.26	2.90	AUTRES
17	0.26	1.60	GASPESIE
18	0.20	3.30	GASPESIE
19	0.19	0.10	AUTRES
20	0.18	3.20	GASPESIE
21	0.17	0.30	MER CHAMPLAIN EXT.
22	0.14	1.20	GASPESIE
23	0.13	0.00	AUTRES
24	0.09	1.80	BASSES TERRES INT.
25	0.09	0.50	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
26	0.07	1.50	GASPESIE
27	0.06	0.00	MER CHAMPLAIN EXT.
28	0.04	0.00	GASPESIE

REGRESSION LINEAIRE

SERIE # 27 (SC)



REGRESSION LINEAIRE

SERIE # 23 (SM-SC)

ECART TYPE= 2.98

COEFF. CORRELA= 0.66

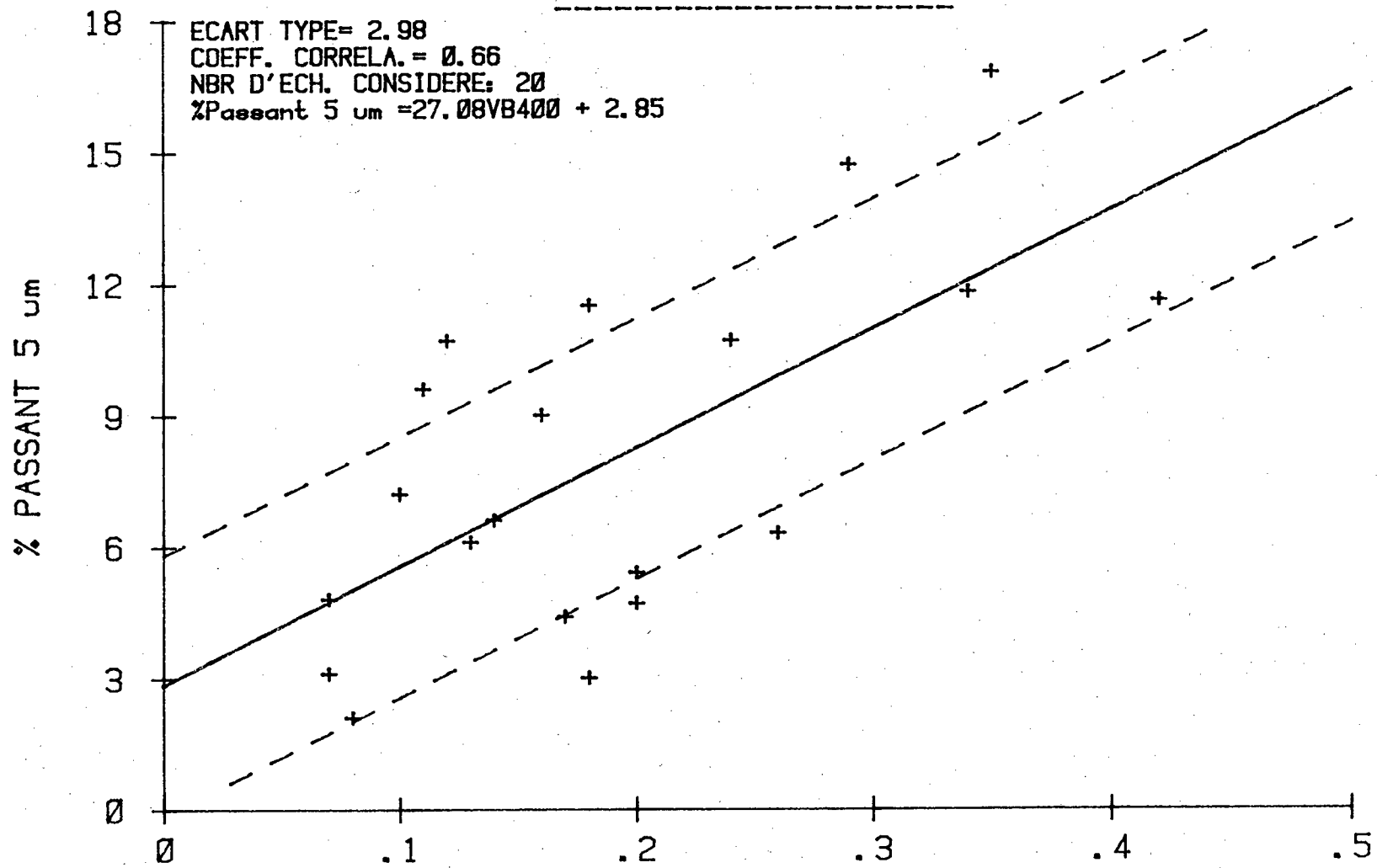
NBRE D'ECH. CONSIDERE: 20

EQ: %Passant 5 um =27.08VB400 + 2.85

POINT	X-COORD (VB400)	Y-COORD (% PASSANT)	REGION
1	0.42	11.60	BASSES TERRES INT.
2	0.35	16.80	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
3	0.34	11.80	AUTRES
4	0.29	14.70	TEMISCAMINGUE
5	0.26	6.30	AUTRES
6	0.24	10.70	AUTRES
7	0.20	4.70	AUTRES
8	0.20	5.40	BASSES TERRES INT.
9	0.18	3.00	BASSES TERRES INT.
10	0.18	11.50	MER CHAMPLAIN EXT.
11	0.17	4.40	AUTRES
12	0.16	9.00	BASSES TERRES INT.
13	0.14	6.60	AUTRES
14	0.13	6.10	BASSES TERRES INT.
15	0.12	10.70	AUTRES
16	0.11	9.60	AUTRES
17	0.10	7.20	AUTRES
18	0.08	2.10	AUTRES
19	0.07	3.10	AUTRES
20	0.07	4.80	SAGUENAY/LAC ST-JEAN

REGRESSION LINEAIRE

SERIE # 23 (SM-SC)



VB400

DATE: 85/08/09

REGRESSION LINEAIRE

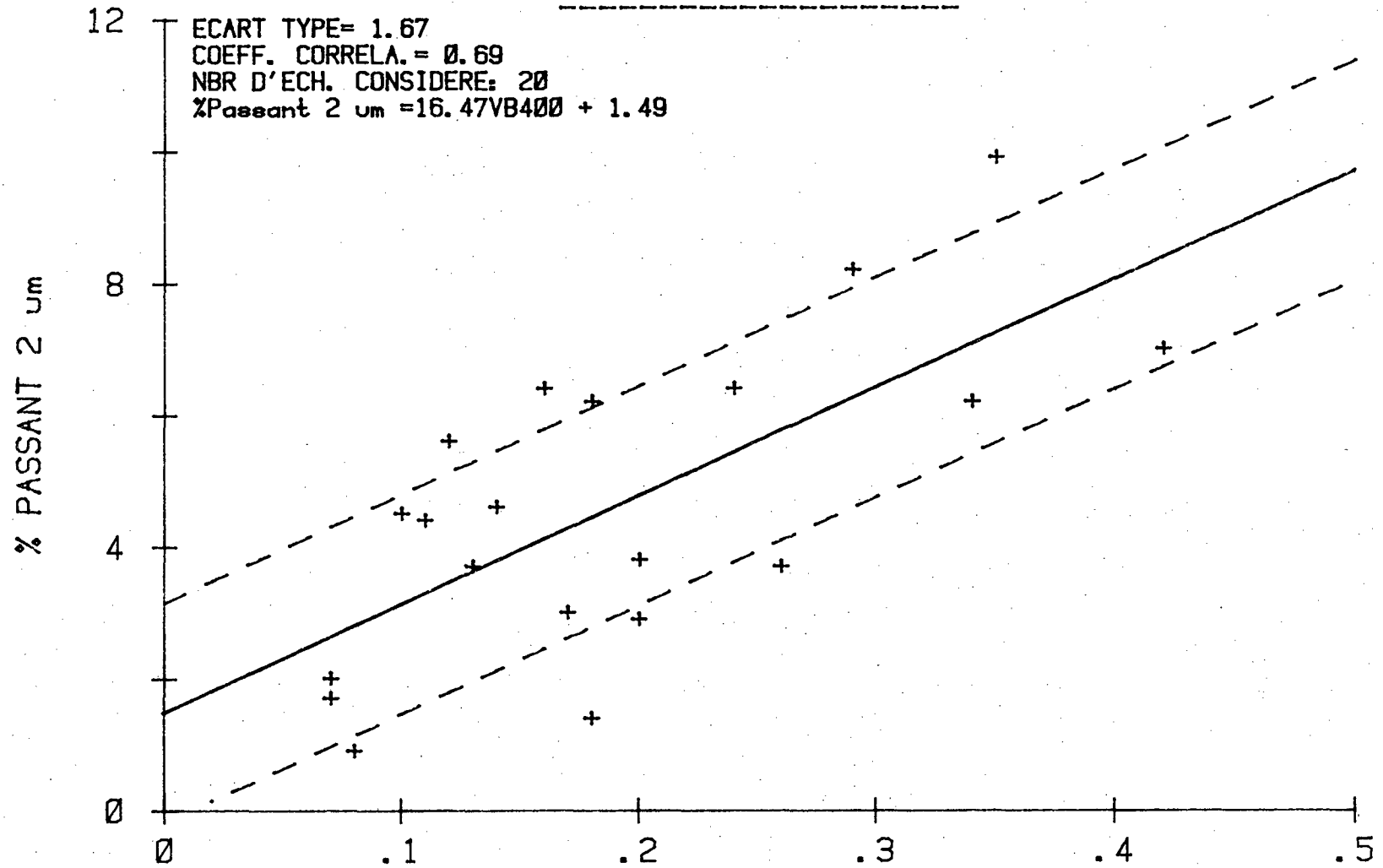
SERIE # 23 (SM-SC)

ECART TYPE= 1.67
COEFF. CORRELA= 0.69
NBRE D'ECH. CONSIDERE: 20
EQ: %Passant 2 um =16.47VB400 + 1.49

POINT	X-COORD (VB400)	Y-COORD (% PASSANT)	REGION
1	0.42	7.00	BASSES TERRES INT.
2	0.35	9.90	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
3	0.34	6.20	AUTRES
4	0.29	8.20	TEMISCAMINGUE
5	0.26	3.70	AUTRES
6	0.24	6.40	AUTRES
7	0.20	2.90	AUTRES
8	0.20	3.80	BASSES TERRES INT.
9	0.18	1.40	BASSES TERRES INT.
10	0.18	6.20	MER CHAMPLAIN EXT.
11	0.17	3.00	AUTRES
12	0.16	6.40	BASSES TERRES INT.
13	0.14	4.60	AUTRES
14	0.13	3.70	BASSES TERRES INT.
15	0.12	5.60	AUTRES
16	0.11	4.40	AUTRES
17	0.10	4.50	AUTRES
18	0.08	0.90	AUTRES
19	0.07	1.70	AUTRES
20	0.07	2.00	SAGUENAY/LAC ST-JEAN

REGRESSION LINEAIRE

SERIE # 23 (SM-SC)



VB400

REGRESSION LINEAIRE

SERIE # 23 (SM-SC)

ECART TYPE= 0.87

COEFF. CORRELA= 0.84

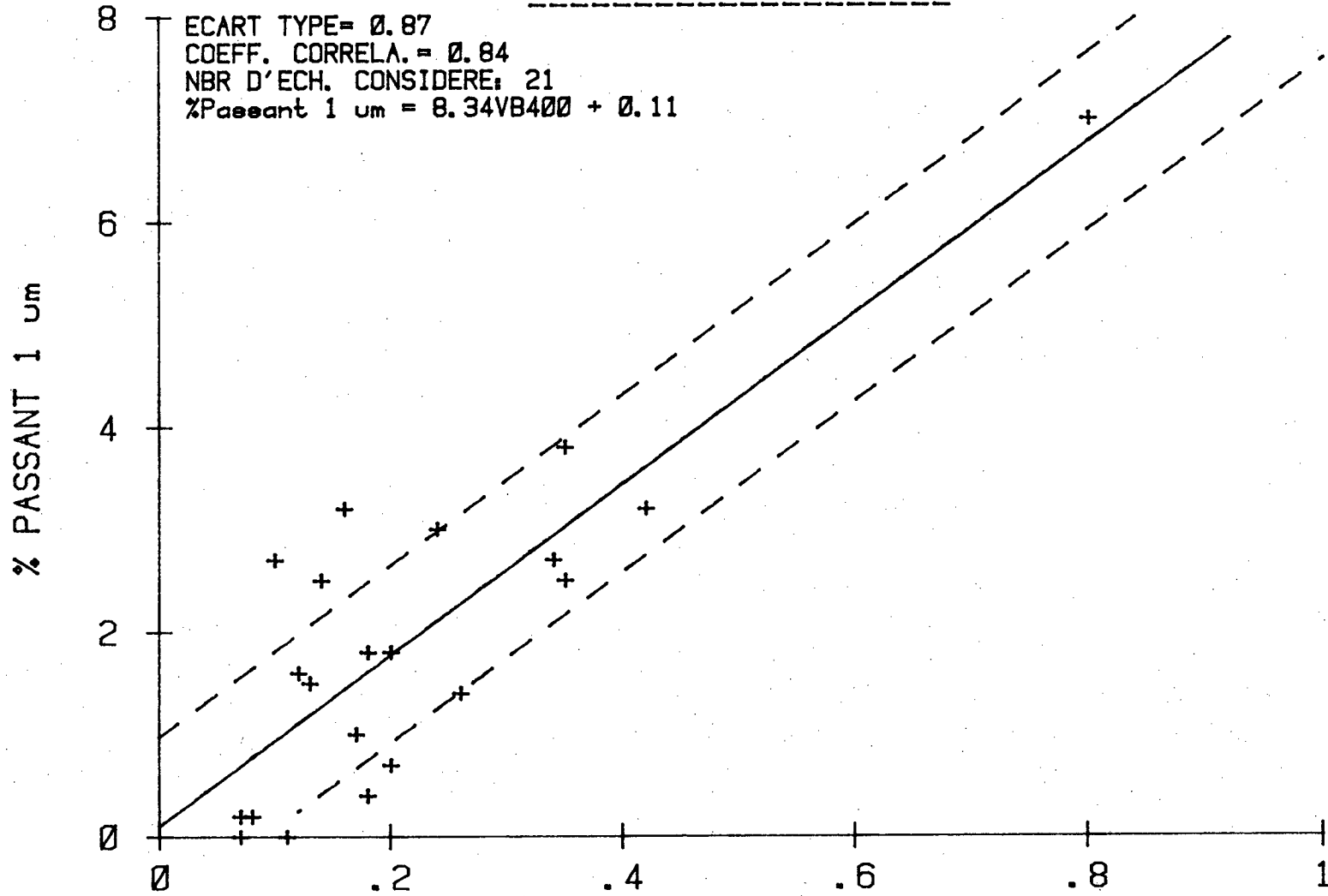
NBRE D'ECH. CONSIDERE: 21

EQ: %Passant 1 um = 8.34VB400 + 0.11

POINT	X-COORD (VB400)	Y-COORD (% PASSANT)	REGION
1	0.80	7.00	BASSES TERRES INT.
2	0.42	3.20	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
3	0.35	2.50	AUTRES
4	0.35	3.80	AUTRES
5	0.34	2.70	TEMISCAMINGUE
6	0.26	1.40	AUTRES
7	0.24	3.00	AUTRES
8	0.20	1.80	BASSES TERRES INT.
9	0.20	0.70	BASSES TERRES INT.
10	0.18	0.40	MER CHAMPLAIN EXT.
11	0.18	1.80	AUTRES
12	0.17	1.00	BASSES TERRES INT.
13	0.16	3.20	AUTRES
14	0.14	2.50	BASSES TERRES INT.
15	0.13	1.50	AUTRES
16	0.12	1.60	AUTRES
17	0.11	0.00	AUTRES
18	0.10	2.70	AUTRES
19	0.08	0.20	AUTRES
20	0.07	0.00	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
21	0.07	0.20	SAGUENAY/LAC ST-JEAN

REGRESSION LINEAIRE

SERIE # 23 (SM-SC)



VB400

REGRESSION LINEAIRE

SERIE # 22 (SMd)

ECART TYPE= 3.63

COEFF. CORRELA= 0.68

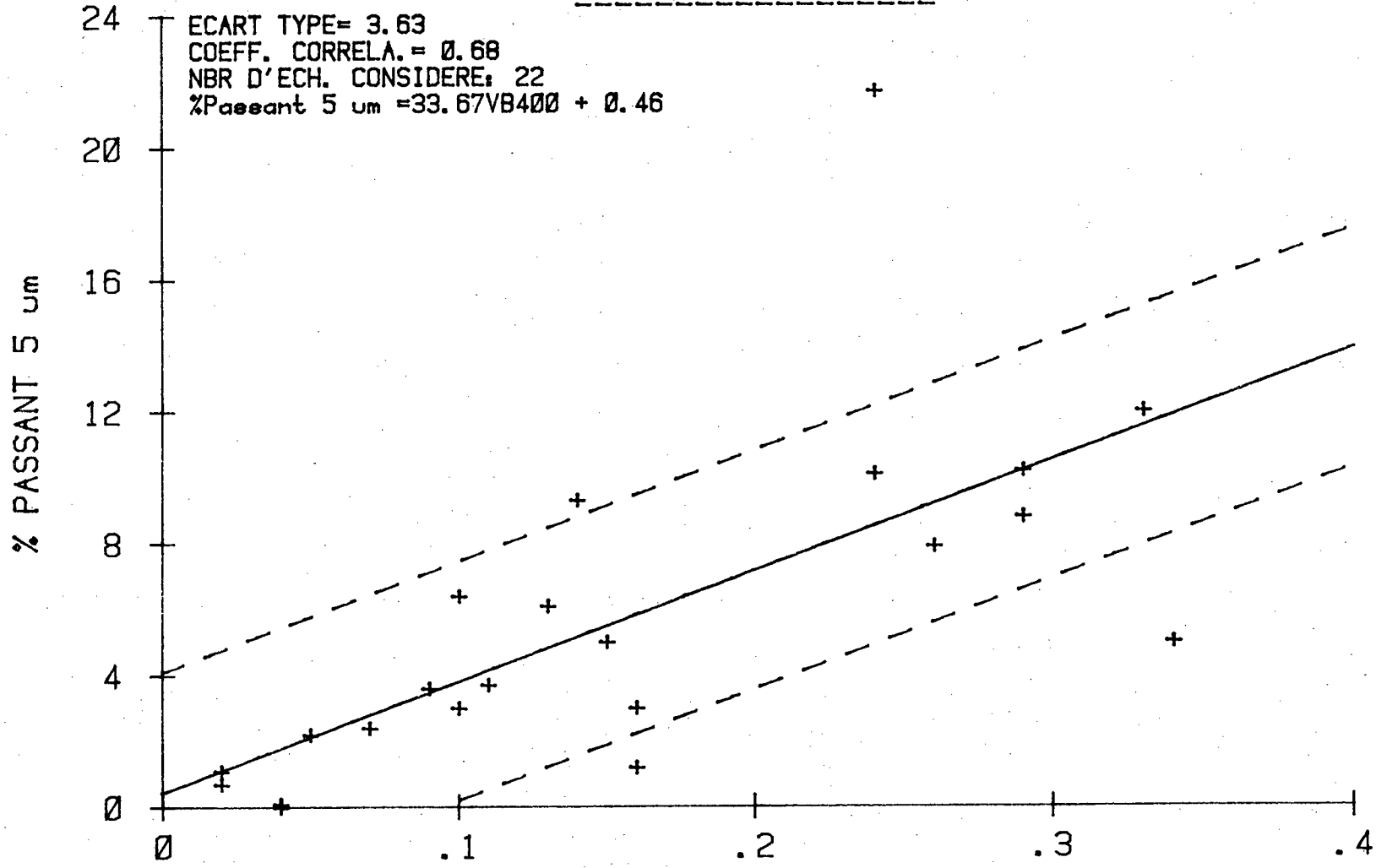
NBRE D'ECH. CONSIDERE: 22

EQ: %Passant 5 um =33.67VB400 + 0.46

POINT	X-COORD (VB400)	Y-COORD (% PASSANT)	REGION
1	0.34	5.00	MER CHAMPLAIN EXT.
2	0.33	12.00	TEMISCAMINGUE
3	0.29	8.80	TEMISCAMINGUE
4	0.29	10.20	TEMISCAMINGUE
5	0.26	7.90	TEMISCAMINGUE
6	0.24	21.70	TEMISCAMINGUE
7	0.24	10.10	BASSES TERRES INT.
8	0.16	3.00	AUTRES
9	0.16	1.20	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
10	0.15	5.00	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
11	0.14	9.30	AUTRES
12	0.13	6.10	AUTRES
13	0.11	3.70	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
14	0.10	3.00	TEMISCAMINGUE
15	0.10	6.40	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
16	0.09	3.60	AUTRES
17	0.07	2.40	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
18	0.05	2.20	AUTRES
19	0.04	0.10	BASSES TERRES INT.
20	0.04	0.00	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
21	0.02	1.10	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
22	0.02	0.70	BASSES TERRES INT.

REGRESSION LINEAIRE

SERIE # 22 (SMd)



VB400

REGRESSION LINEAIRE

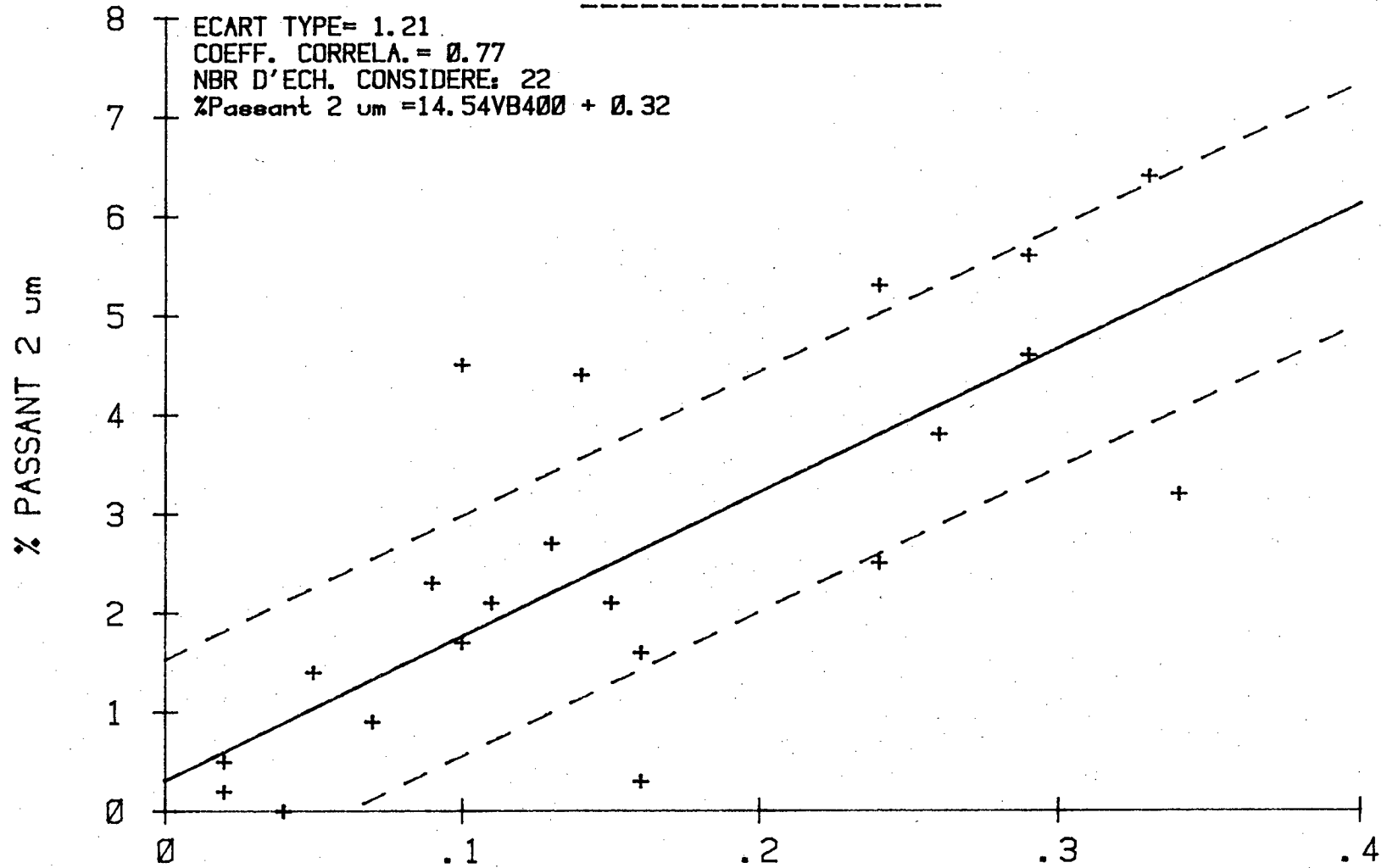
SERIE # 22 (SMD)

ECART TYPE= 1.21
 COEFF. CORRELA= 0.77
 NBRE D'ECH. CONSIDERE: 22
 EQ: %Passant 2 um =14.54VB400 + 0.32

POINT	X-COORD (VB400)	Y-COORD (% PASSANT)	REGION
1	0.34	3.20	MER CHAMPLAIN EXT.
2	0.33	6.40	TEMISCAMINGUE
3	0.29	4.60	TEMISCAMINGUE
4	0.29	5.60	TEMISCAMINGUE
5	0.26	3.80	TEMISCAMINGUE
6	0.24	2.50	TEMISCAMINGUE
7	0.24	5.30	BASSES TERRES INT.
8	0.16	1.60	AUTRES
9	0.16	0.30	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
10	0.15	2.10	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
11	0.14	4.40	AUTRES
12	0.13	2.70	AUTRES
13	0.11	2.10	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
14	0.10	1.70	TEMISCAMINGUE
15	0.10	4.50	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
16	0.09	2.30	AUTRES
17	0.07	0.90	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
18	0.05	1.40	AUTRES
19	0.04	0.00	BASSES TERRES INT.
20	0.04	0.00	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
21	0.02	0.50	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
22	0.02	0.20	BASSES TERRES INT.

REGRESSION LINEAIRE

SERIE # 22 (SMd)



VB400

REGRESSION LINEAIRE

SERIE # 22 (SMd)

ECART TYPE= 0.60

COEFF. CORRELA= 0.74

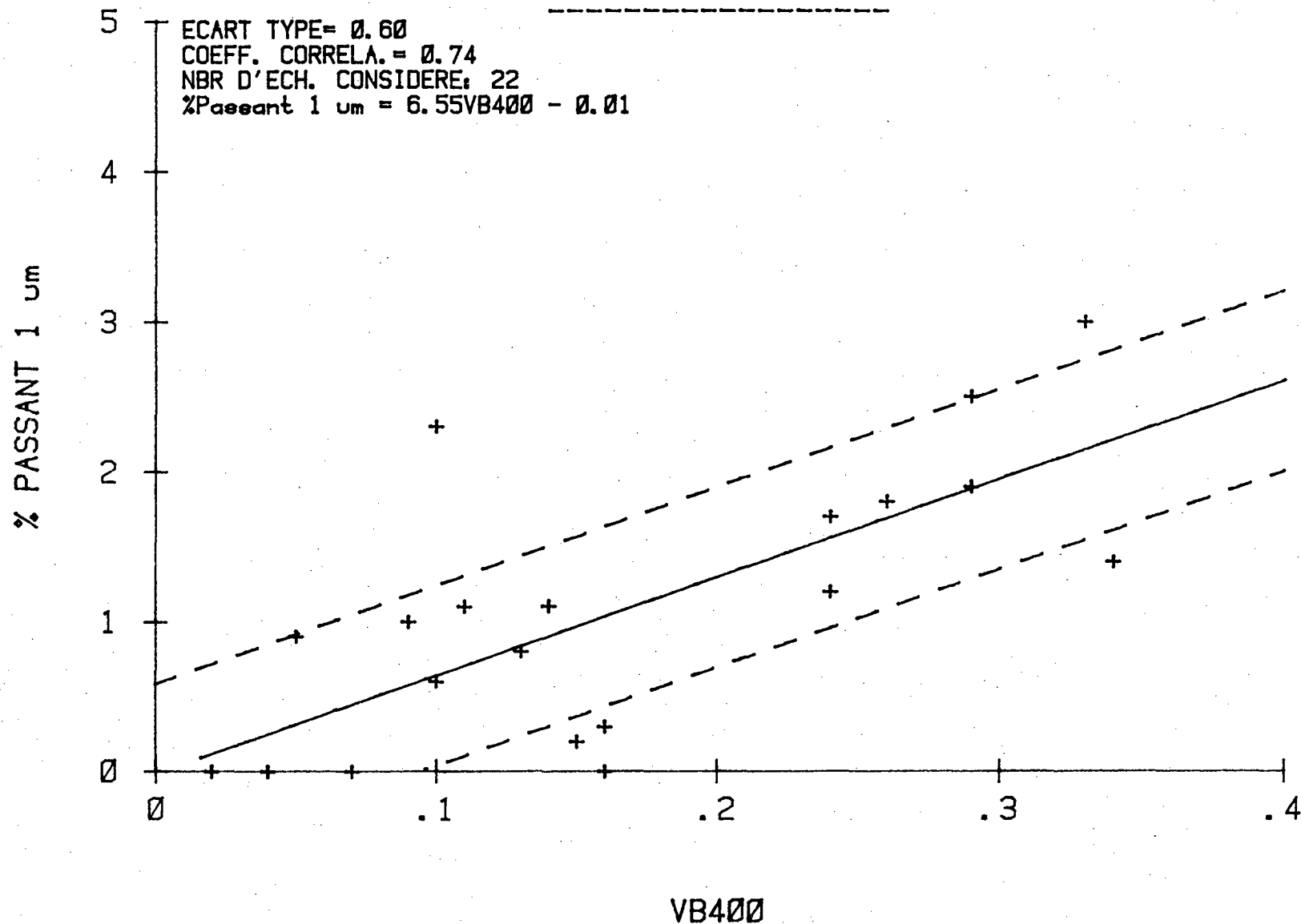
NBRE D'ECH. CONSIDERE: 22

EQ: %Passant 1 um = 6.55VB400 - 0.01

POINT	X-COORD (VB400)	Y-COORD (% PASSANT)	REGION
1	0.34	1.40	MER CHAMPLAIN EXT.
2	0.33	3.00	TEMISCAMINGUE
3	0.29	1.90	TEMISCAMINGUE
4	0.29	2.50	TEMISCAMINGUE
5	0.26	1.80	TEMISCAMINGUE
6	0.24	1.20	TEMISCAMINGUE
7	0.24	1.70	BASSES TERRES INT.
8	0.16	0.30	AUTRES
9	0.16	0.00	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
10	0.15	0.20	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
11	0.14	1.10	AUTRES
12	0.13	0.80	AUTRES
13	0.11	1.10	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
14	0.10	0.60	TEMISCAMINGUE
15	0.10	2.30	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
16	0.09	1.00	AUTRES
17	0.07	0.00	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
18	0.05	0.90	AUTRES
19	0.04	0.00	BASSES TERRES INT.
20	0.04	0.00	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
21	0.02	0.00	SAGUENAY/LAC ST-JEAN
22	0.02	0.00	BASSES TERRES INT.

REGRESSION LINEAIRE

SERIE # 22 (SMd)



REGRESSION LINEAIRE

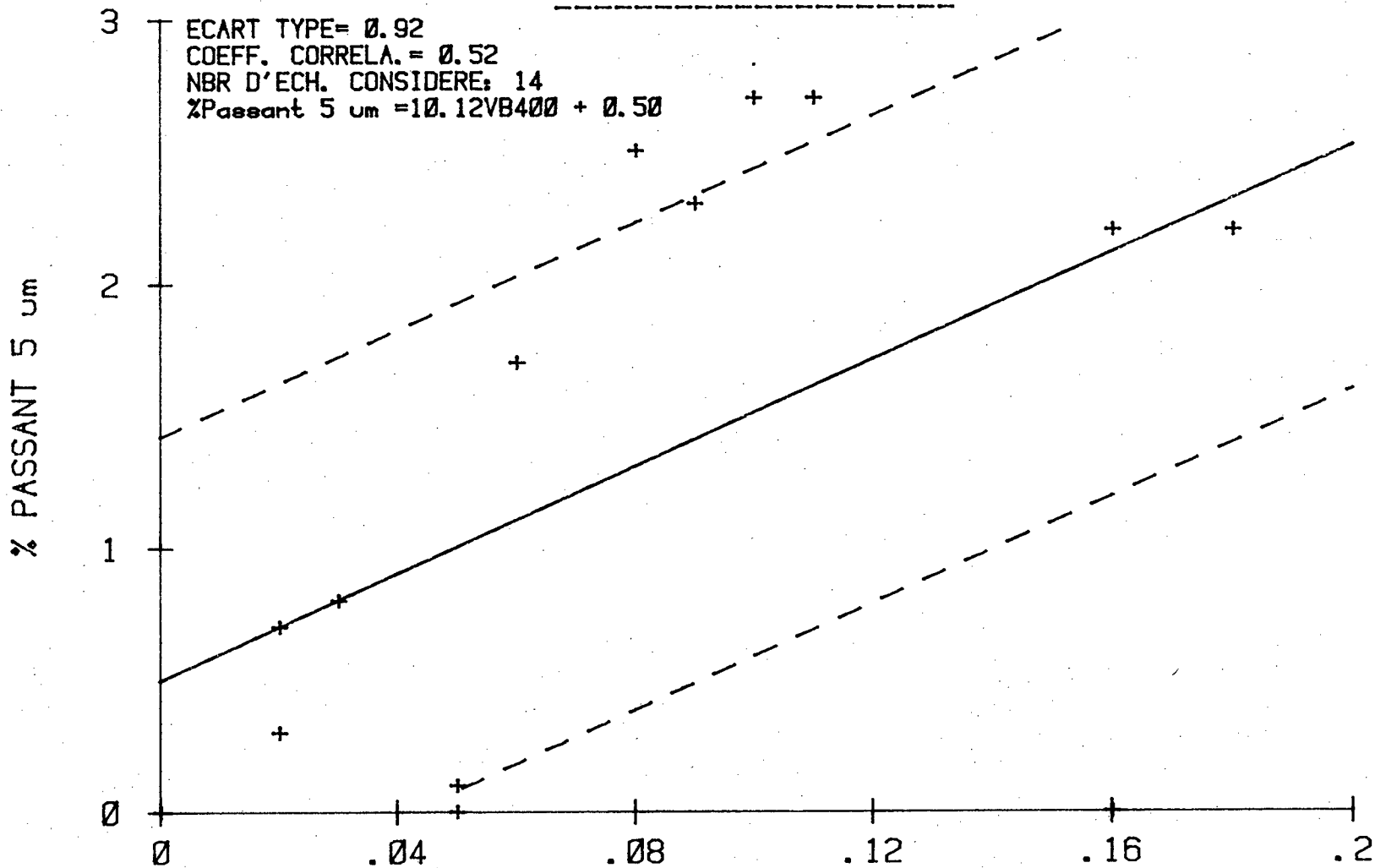
SERIE # 20 (SP--SM)

ECART TYPE= 0.92
COEFF. CORRELA= 0.52
NBRE D'ECH. CONSIDERE: 14
EQ: %Passant 5 um =10.12VB400 + 0.50

POINT	X-COORD (VB400)	Y-COORD (% PASSANT)	REGION
1	0.18	2.20	BASSES TERRES INT.
2	0.16	2.20	BASSES TERRES INT.
3	0.16	0.00	AUTRES
4	0.11	2.70	AUTRES
5	0.10	2.70	BASSES TERRES INT.
6	0.09	2.30	AUTRES
7	0.08	2.50	BASSES TERRES INT.
8	0.06	1.70	AUTRES
9	0.05	0.10	AUTRES
10	0.05	0.00	AUTRES
11	0.03	0.80	AUTRES
12	0.02	0.30	AUTRES
13	0.02	0.70	BASSES TERRES INT.
14	0.00	0.00	MER CHAMPLAIN EXT.

REGRESSION LINEAIRE

SERIE # 20 (SP-SM)



VB400

REGRESSION LINEAIRE

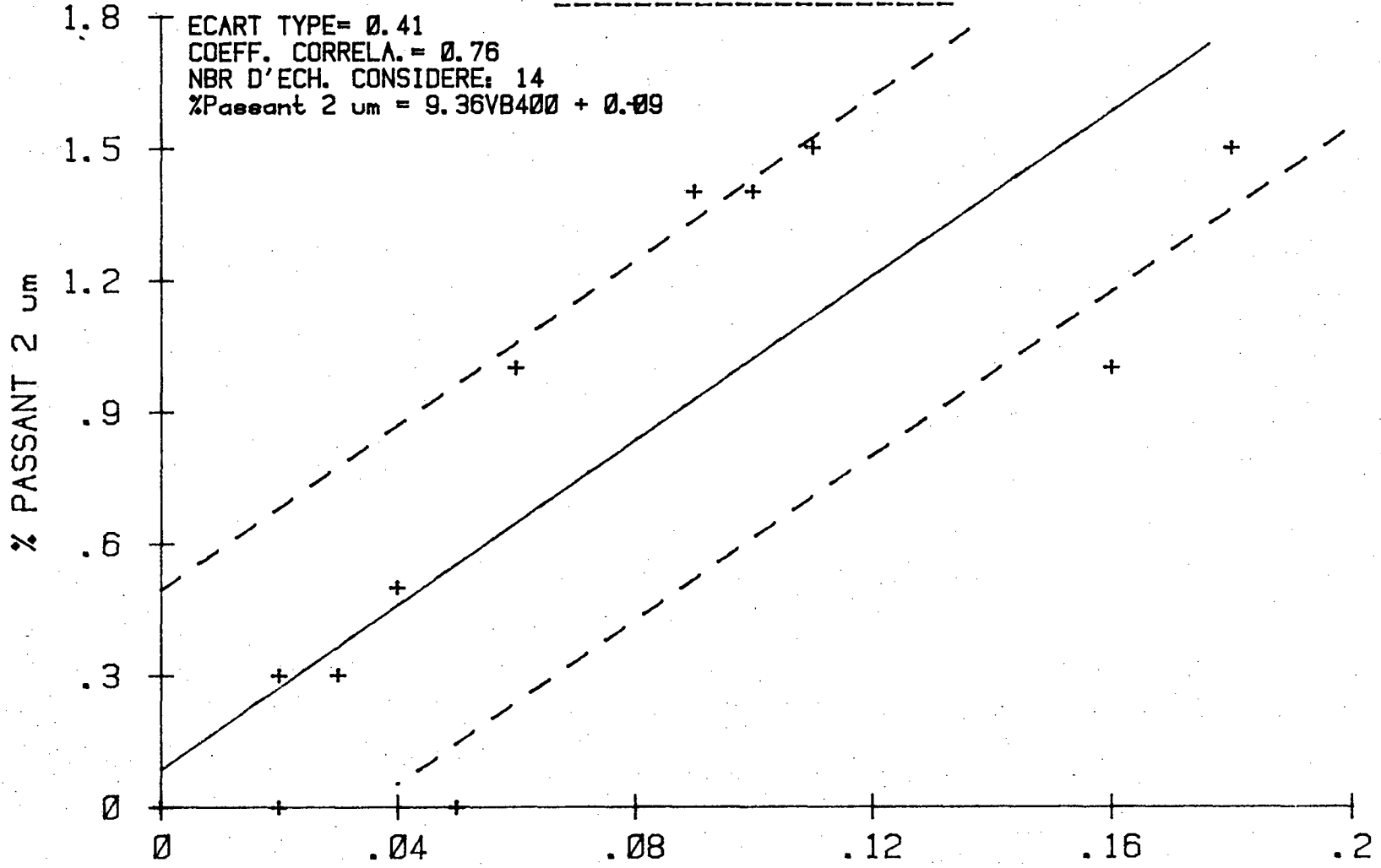
SERIE # 20 (SP-SM)

ECART TYPE= 0.41
COEFF. CORRELA= 0.76
NBRE D'ECH. CONSIDERE: 14
EQ: %Passant 2 um = 9.36VB400 + 0.09

POINT	X-COORD (VB400)	Y-COORD (% PASSANT)	REGION
1	0.18	1.50	BASSES TERRES INT.
2	0.16	1.00	BASSES TERRES INT.
3	0.11	1.50	AUTRES
4	0.10	1.40	AUTRES
5	0.09	1.40	BASSES TERRES INT.
6	0.08	1.60	AUTRES
7	0.06	1.00	BASSES TERRES INT.
8	0.05	0.00	AUTRES
9	0.05	0.00	AUTRES
10	0.04	0.50	AUTRES
11	0.03	0.30	AUTRES
12	0.02	0.00	AUTRES
13	0.02	0.30	BASSES TERRES INT.
14	0.00	0.00	MER CHAMPLAIN EXT.

REGRESSION LINEAIRE

SERIE # 20 (SP-SM)



VB400

REGRESSION LINEAIRE

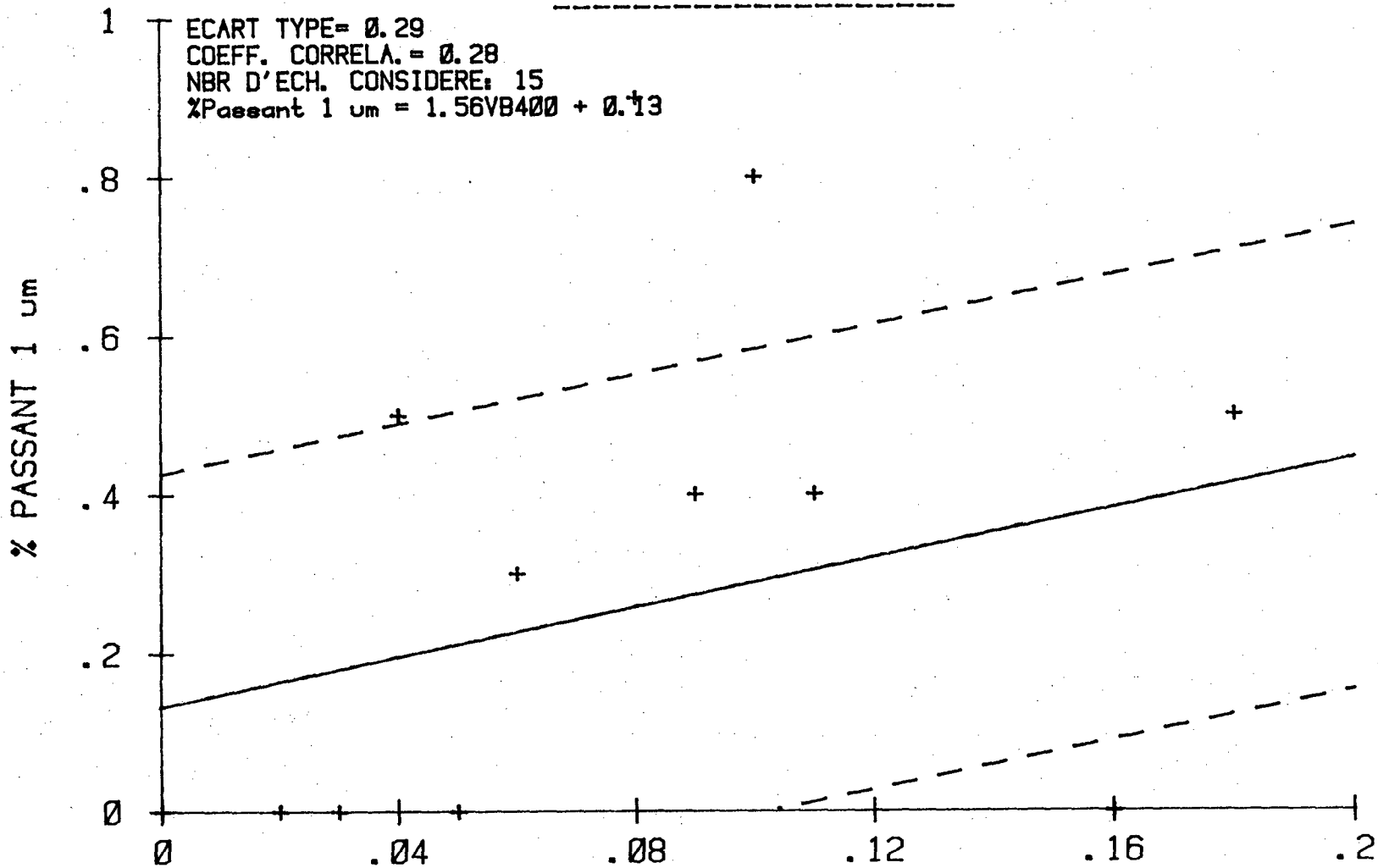
SERIE # 20 (SP-SM)

ECART TYPE= 0.29
COEFF. CORRELA= 0.28
NBRE D'ECH. CONSIDERE: 15
EQ: %Passant 1 um = 1.56VB400 + 0.13

POINT	X-COORD (VB400)	Y-COORD. (% PASSANT)	REGION
1	0.18	0.50	BASSES TERRES INT.
2	0.16	0.00	BASSES TERRES INT.
3	0.16	0.00	AUTRES
4	0.11	0.40	AUTRES
5	0.10	0.80	BASSES TERRES INT.
6	0.09	0.40	AUTRES
7	0.08	0.90	BASSES TERRES INT.
8	0.06	0.30	AUTRES
9	0.05	0.00	AUTRES
10	0.05	0.00	AUTRES
11	0.04	0.50	AUTRES
12	0.03	0.00	AUTRES
13	0.02	0.00	BASSES TERRES INT.
14	0.02	0.00	MER CHAMPLAIN EXT.
15	0.00	0.00	BASSES TERRES INT.

REGRESSION LINEAIRE

SERIE # 20 (SP-SM)



VB400

DATE: 85/08/16

*** LISTE DES CODES ***

REGIONS (RP)

- 01.....AUTRES
- 02.....MER CHAMPLAIN EXT.
- 03.....BASSES TERRES INT.
- 04.....SAGUENAY/LAC ST-JEAN
- 05.....GASPESIE
- 06.....TEMISCAMINGUE
- 07.....ARITIBI

CLASSIFICATION UNIFIEE(CU)

- 14.....GP-GC
- 15.....SP
- 16.....GMd
- 17.....GP-GM
- 18.....GW-GM
- 19.....SW-SM
- 20.....SP-SM
- 21.....GM-GC
- 22.....SMd
- 23.....SM-SC
- 24.....ML
- 25.....GC
- 26.....CL-ML
- 27.....SC
- 28.....CL
- 29.....CL-CH
- 30.....CH

* NP -----> MATERIEL NON PLASTIQUE
 - -----> DONNEE NON DISPONIBLE

	PASSANT 400 μ m	PASSANT 80 μ m	SILT 80 μ m-5 μ m	PASSANT 5 μ m	PASSANT 2 μ m	PASSANT 1 μ m	WL	IP
304.4703	99	96.30	26.70	69.60	58.90	51.50	54.30	27.40
303.4303	100	98.40	18.90	79.50	70.70	58.00	54.80	27.80
303.0703	100	99.10	14.30	94.80	75.10	59.50	58.60	30.30
302.6102	100	99.90	22.70	77.20	62.00	34.90	52.50	26.20
302.2803	99	97.00	21.30	75.70	63.70	48.90	54.90	27.80
293.4606	100	99.90	9.10	90.80	71.00	53.70	51.30	25.40
293.3502	100	97.60	33.60	64.00	43.10	41.50	48.00	23.00
282.4003	82	72.20	24.80	47.40	40.10	29.30	45.20	21.20
282.2304	100	96.80	47.80	49.00	36.60	24.80	36.50	15.30
282.2204	99	94.20	43.00	51.20	42.00	31.00	41.40	18.60
282.1604	100	97.00	46.60	50.40	36.10	21.40	38.20	16.40
281.3703	63	51.00	12.30	38.70	30.60	20.90	45.10	21.20
280.9703	88	57.60	28.70	28.90	17.00	6.20	36.30	15.10
280.9506	98	96.60	49.30	47.30	21.20	6.70	30.20	11.00
280.9306	96	92.40	48.60	43.80	20.40	7.90	29.30	10.40
280.8706	97	95.90	42.20	53.70	22.20	5.00	32.30	12.40
280.8406	100	98.30	54.80	43.50	17.70	4.00	31.90	12.20
280.7006	100	99.10	62.10	37.00	13.80	2.50	29.90	10.80
280.5406	88	82.40	51.00	31.40	12.60	2.70	26.80	8.70
280.3805	77	73.60	50.40	23.20	11.30	3.00	43.70	20.20
280.3705	80	78.40	49.70	28.70	18.00	8.70	45.40	21.30
280.3705	80	75.70	61.40	14.30	9.30	6.90	42.20	19.20
280.3705	75	67.00	42.90	24.10	15.30	8.70	33.40	13.20
280.3205	63	56.50	35.10	21.40	13.00	7.40	33.20	13.10
280.3005	76	68.70	46.70	22.00	13.70	7.90	34.10	13.70
280.2702	79	64.10	54.40	9.70	4.70	0.90	38.00	16.30
280.1903	97	55.60	45.20	10.40	8.20	5.30	24.70	7.30
280.1801	71	51.50	34.30	17.60	11.00	4.20	37.30	15.90

	PASSANT 400 UM	PASSANT 80 UM	SILT 80 UM-5 UM	PASSANT 5 UM	PASSANT 2 UM	PASSANT 1 UM	WL	IP
U VB RP 280.1502	90	51.30	27.50	23.80	17.80	15.00	24.80	7.40
280.1204	98	68.90	68.40	0.50	0.00	0.00	29.80	10.70
271.0704	75	38.80	17.10	21.70	18.70	15.10	30.00	10.90
270.6705	58	21.40	8.20	13.20	8.10	3.60	33.30	13.20
270.6103	40	22.60	12.10	10.50	8.50	7.40	25.80	8.00
270.6005	45	35.10	16.60	18.50	7.00	0.00	30.70	11.40
270.5705	55	42.70	26.40	16.30	10.20	6.40	27.40	9.10
270.5505	47	35.40	14.20	21.20	15.30	10.40	35.50	14.60
270.5005	51	38.40	22.20	16.20	10.70	6.90	33.30	13.10
270.4805	57	45.00	29.50	15.50	9.80	6.40	29.90	10.80
270.4505	47	32.40	18.90	13.50	9.80	7.30	27.70	9.30
270.4305	46	32.30	18.00	14.30	11.00	8.00	30.80	11.50
270.4205	58	39.30	27.00	12.30	7.80	5.50	27.30	9.10
270.4205	42	29.40	18.00	11.40	7.80	5.80	31.40	11.80
270.4005	41	31.60	18.80	12.80	8.40	5.40	27.40	9.10
270.3405	60	47.20	33.30	13.90	8.40	5.10	30.80	11.40
270.3405	42	27.60	17.40	10.20	6.80	4.80	29.60	10.60
270.3001	71	52.20	36.50	15.70	9.00	4.40	23.60	6.50
270.2705	37	24.70	17.50	7.20	4.70	2.90	26.10	8.30
270.2605	44	38.40	29.30	9.10	6.10	2.90	30.10	10.90
270.2601	57	31.20	26.90	4.30	2.40	1.60	25.50	7.80
270.2005	34	24.80	16.50	8.30	5.50	3.30	25.60	7.90
270.1902	84	47.90	44.30	3.60	1.60	0.10	28.10	9.60
270.1805	30	15.10	9.50	5.60	4.20	3.20	33.30	13.10
270.1701	59	39.40	28.70	10.70	5.10	0.30	28.00	9.50
270.1403	85	38.00	33.50	4.50	2.60	1.20	30.50	11.20
270.1304	58	21.90	18.00	3.90	1.50	0.00	26.40	8.50
270.0905	29	20.40	14.10	6.30	3.90	1.80	30.50	11.20

	PASSANT 400 μ m	PASSANT 80 μ m	SILT 80 μ m-5 μ m	PASSANT 5 μ m	PASSANT 2 μ m	PASSANT 1 μ m	WL	IP
VB _t RP 70.0902	34	13.50	11.20	2.30	1.30	0.50	26.30	8.90
70.0705	31	17.50	13.20	4.30	2.40	1.50	43.50	20.00
270.0604	47	22.90	21.00	1.90	0.50	0.00	24.60	7.20
70.0404	43	15.00	13.90	1.10	0.00	0.00	28.60	9.90
260.6201	94	70.80	52.70	18.10	9.70	1.90	23.30	6.30
60.3001	66	47.20	32.40	14.80	8.60	3.50	28.70	10.00
60.2901	86	67.90	52.20	15.70	6.50	1.00	22.30	5.70
260.2701	72	54.90	42.70	12.20	6.10	0.60	22.00	5.40
50.9403	48	33.50	14.60	18.90	15.50	10.30	35.60	14.70
250.4105	39	29.20	16.40	12.80	9.50	7.60	32.00	12.30
50.4005	41	30.40	17.60	12.80	8.80	5.80	30.30	11.10
250.3205	35	27.70	18.20	9.10	6.10	3.50	30.50	11.20
250.2705	31	22.90	14.40	8.50	5.40	4.10	36.90	15.60
50.1505	22	14.00	9.80	4.20	2.70	1.70	26.60	8.60
250.1105	21	17.20	11.10	6.10	3.90	1.90	27.50	9.20
50.1001	35	25.10	16.70	8.40	5.00	1.50	25.20	7.60
240.6504	95	61.60	48.00	13.60	8.70	4.10	14.90	0.60
230.8003	82	45.40	30.70	14.70	10.90	7.00	22.70	5.90
30.4204	63	33.50	21.90	11.60	7.00	3.20	23.70	6.60
230.3501	59	45.00	28.20	16.80	9.90	3.80	22.40	5.70
230.3406	58	42.00	30.20	11.80	6.20	2.70	20.20	4.20
230.2901	51	39.20	24.50	14.70	8.20	2.50	24.10	6.90
30.2601	48	21.10	14.80	6.30	3.70	1.40	21.80	5.30
30.2401	53	33.50	22.80	10.70	6.40	3.00	22.70	5.90
230.2003	28	14.50	9.10	5.40	3.80	1.80	20.90	4.70
30.2003	92	48.70	44.00	4.70	2.90	0.70	22.60	5.80
230.1802	71	34.50	31.50	3.00	1.40	0.40	20.60	4.50
30.1801	52	37.90	26.40	11.50	6.20	1.80	23.40	6.40

-100-

	PASSANT 400 UM	PASSANT 80 UM	SILT 80 UM-5 UM	PASSANT 5 UM	PASSANT 2 UM	PASSANT 1 UM	WL	IP
CU VB _c RP								
230.1703	29	15.60	11.20	4.40	3.00	1.00	20.20	4.20
230.1601	40	23.80	14.80	9.00	6.40	3.20	22.40	5.70
230.1403	39	22.90	16.30	6.60	4.60	2.50	23.00	6.10
230.1301	35	19.70	13.40	6.10	3.70	1.50	21.10	4.80
230.1201	62	39.60	28.90	10.70	5.60	1.60	22.90	6.00
230.1101	54	34.20	24.60	9.60	4.40	0.00	21.90	5.40
230.1001	40	23.00	15.80	7.20	4.50	2.70	22.20	5.60
230.0801	32	14.00	11.90	2.10	0.90	0.20	23.10	6.20
230.0704	37	15.30	10.50	4.80	2.00	0.00	20.80	4.60
230.0704	62	23.90	20.80	3.10	1.70	0.20	-	NP
220.3402	78	21.90	16.90	5.00	3.20	1.40	-	NP
220.3306	57	39.00	27.00	12.00	6.40	3.00	19.50	3.70
220.2906	52	35.10	24.90	10.20	5.60	2.50	16.30	1.50
220.2906	49	31.40	22.60	8.80	4.60	1.90	18.30	2.90
220.2606	54	35.60	27.70	7.90	3.80	1.80	19.10	3.50
220.2406	47	31.50	9.80	21.70	10.80	4.50	16.60	1.80
220.2403	84	47.90	43.40	44.50	2.50	1.20	17.70	2.50
220.2401	56	40.90	30.80	10.10	5.30	1.70	19.40	3.70
220.1604	81	15.50	14.30	1.20	0.30	0.00	-	NP
220.1604	39	16.10	13.10	3.00	1.60	0.30	19.20	3.50
220.1501	57	33.10	28.10	5.00	2.10	0.20	20.30	4.30
220.1401	68	46.70	37.40	9.30	4.40	1.10	19.70	3.90
220.1304	53	26.60	20.50	6.10	2.70	0.80	19.70	3.90
220.1106	56	29.50	25.80	3.70	2.10	1.10	19.20	3.50
220.1004	38	15.40	12.40	3.00	1.70	0.60	19.90	4.00
220.1001	34	20.30	13.90	6.40	4.50	2.30	19.90	4.00
220.0904	65	20.90	17.30	3.60	2.30	1.00	-	NP
220.0701	30	12.70	10.30	2.40	0.90	0.00	18.20	2.90

	PASSANT 400 UM	PASSANT 80 UM	SILT 80 UM-5 UM	PASSANT 5 UM	PASSANT 2 UM	PASSANT 1 UM	WL	IP
U VB _c RP								
220.0503	74	28.00	25.80	2.20	1.40	0.90	-	NP
220.0404	44	25.60	25.60	0.00	0.00	0.00	-	NP
220.0404	97	13.70	13.60	0.10	0.00	0.00	-	NP
220.0203	94	29.40	28.70	0.70	0.20	0.00	-	NP
220.0203	98	22.40	21.30	1.10	0.50	0.00	-	NP
210.2806	41	27.00	18.60	8.50	4.80	2.60	22.70	5.90
210.2603	36	16.80	11.50	5.30	3.70	2.80	20.20	4.20
210.1801	39	29.40	20.80	8.60	4.40	2.00	23.40	6.40
210.1101	29	17.20	7.00	10.20	6.70	3.50	21.50	5.10
200.1803	60	5.50	3.50	2.20	1.50	0.50	-	-
200.1603	37	10.40	8.20	2.20	1.00	0.00	-	-
200.1601	99	6.50	6.00	0.00	0.00	0.00	-	-
200.1101	57	9.50	6.80	2.70	1.50	0.40	-	-
200.1003	37	9.00	6.30	2.70	1.40	0.80	-	-
200.0901	33	9.40	7.10	2.30	1.40	0.40	-	-
200.0803	29	12.00	9.50	2.50	1.60	0.90	-	-
200.0601	28	7.40	5.70	1.70	1.00	0.30	-	-
200.0501	78	5.20	5.20	0.00	0.00	0.00	-	-
200.0501	77	8.30	82.00	0.10	0.00	0.00	-	-
200.0401	52	5.70	4.90	6.80	0.50	0.50	-	-
200.0301	60	11.30	10.50	0.80	0.30	0.00	-	-
200.0203	76	7.00	6.70	0.30	0.00	0.00	-	-
200.0202	29	5.70	5.00	0.70	0.30	0.00	-	-
200.0003	22	6.40	6.40	0.00	0.00	0.00	-	-
190.1105	23	11.30	8.10	3.20	1.70	1.00	-	-
190.0905	18	9.10	5.90	3.20	2.10	1.20	-	-
190.0704	32	11.70	10.00	1.70	0.50	0.00	-	-
180.0705	12	7.30	5.10	2.20	1.20	0.50	-	-

	PASSANT 400 UM	PASSANT 80 UM	SILT 80 UM-5 UM	PASSANT 5 UM	PASSANT 2 UM	PASSANT 1 UM	WL	IP
CU VB _c RP 180.0601	23	10.30	8.80	1.50	0.80	0.10	-	-
180.0405	7	6.00	4.50	1.50	0.90	0.30	-	-
180.0301	21	10.30	0.00	0.00	0.00	0.00	23.80	6.70
180.0301	17	7.00	6.10	0.90	0.40	0.10	-	-
180.0301	19	9.60	0.00	0.00	0.00	0.00	23.40	6.40
180.0101	8	5.00	4.10	0.90	0.30	0.00	-	-
170.0803	10	7.20	5.60	1.60	0.90	0.30	-	-
170.0601	30	11.40	9.60	1.80	1.00	0.00	-	-
170.0401	18	7.60	6.40	1.20	0.70	0.20	-	-
170.0203	19	6.70	5.60	1.10	0.80	0.50	-	-
160.0803	36	16.70	14.50	2.20	1.30	1.10	19.70	3.90
150.0703	32	2.20	0.40	1.80	0.70	0.00	-	-
140.0505	11	7.20	5.10	2.10	1.20	0.40	24.90	7.40

NOMBRE D'ECHANTILLONS:153

CHAPITRE V

ETUDE SUR LES FINES COLLEES AUX PIERRES

5. GENERALITES

L'essai au bleu s'effectue normalement sur la partie de l'échantillon passant 400 μm . Les pierres (retenus 5 mm) contenues dans l'échantillon sont jetées après l'étude granulométrique.

Ce chapitre traitera de l'importance de la perte des fines collées aux pierres (pierres sales appelées "échantillon*", voir définition ci-dessous). On trouvera en première partie la procédure utilisée pour récupérer les fines collées aux pierres, la deuxième partie est consacrée aux calculs théoriques et aux formules utilisées. Dans la troisième partie, on exposera les résultats des essais pratiques. Enfin, la dernière partie contiendra l'interprétation des résultats et la conclusion. Il est à noter que les échantillons choisis contenaient une bonne quantité de fines collées aux pierres et que certains paraissaient à grande teneur en argile.

"échantillon*": pierres sales de l'échantillon initial retenues au tamis 5 mm. Le terme échantillon non suivi par l'astérisque (*) réfère à l'échantillon initial (prise d'essai).

5.1 Procédure

Cette procédure a été suivie pour récupérer les fines de taille inférieure à 400 μm , collées aux pierres.

- prendre l'échantillon* au complet.
- peser l'échantillon* (M).
- le vider dans un récipient.
- ajouter de l'eau déminéralisée pour couvrir complètement l'échantillon*.
- laisser l'échantillon* baigner 12 heures.
- prendre une colonne de tamis composée de deux tamis 5 mm protecteur et le tamis 400 μm inférieur.
- prendre un récipient
- mettre la colonne dans le récipient.
- vider l'échantillon* et l'eau dans la colonne
- effectuer un lavage à l'eau déminéralisée en utilisant le minimum d'eau.
- sécher pendant 3 heures les retenus des deux tamis à l'étuve à 110°C.
- peser les retenus (MR1₄₀₀).
- prendre une quantité suffisante de fines et d'eau, du passant 400 μm et effectuer un essai au bleu.
- sécher à 110°C le récipient contenant le bleu.
- trouver la masse initiale
- calculer la Valeur au Bleu.

5.2 Calculs théoriques et formules

M = masse totale de l'échantillon*

MR_a = masse de l'échantillon* retenue au tamis (a) après lavage

MP_a = masse de l'échantillon* passant le tamis (a) après lavage

%P_a = pourcentage des fines de l'échantillon* passant le tamis (a) après lavage

%R_a = pourcentage de l'échantillon* retenu au tamis (a) après lavage

%R_a = pourcentage de l'échantillon retenu au tamis (a)

%P_a = pourcentage de l'échantillon passant le tamis (a)

$$\%R_{400} = \frac{MR_{400}}{M}$$

$$\%P_{400} = 100 - \%R_{400}$$

$$\%P_{400} = \frac{M - MR_{400}}{M}$$

$$MP_{400} = M - MR_{400}$$

5.2.1 Calcul du pourcentage total passant 400 µm (%Pt₄₀₀)

$$\%Pt_{400} = \%P_{400} \times \%R_5 + \%P_{400} \quad 5.2.1.1$$

où:

%R₅ = pourcentage total de particules retenues au tamis 5 mm

%P₄₀₀ = pourcentage déjà déterminé de particules passant le tamis 400 µm avant lavage.

Alors la Valeur au Bleu VB_t de l'échantillon rajustée au tamis 400 µm peut s'écrire:

$$VB_{400} = VB \times \%Pt_{400}$$

5.2.1.2

Ce calcul n'est qu'approximatif parce qu'il considère que le passant 400 µm collé aux pierres aura la même nature et la même distribution des fines que le passant 400 µm obtenu avant lavage.

(¹) Pour en connaître plus sur l'utilité de VB et VB_t consultez le chapitre IV, sections 4.5 et 4.6.

5.2.2 Valeur au Bleu rajustée au tamis réelle

Cette deuxième approche tient compte du fait que la Valeur au Bleu des fines collées aux pierres peut être différente de la VB des fines récupérées de l'étude granulométrique.

M_p = Masse pondérée de la prise pour l'essai au bleu (masse équivalente).

m = Partie de la MP_{1400} utilisée pour l'essai au bleu.

$$M_p = \frac{m}{\%P_{1400}} \times 100$$

Valeur au Bleu rajustée au tamis 400 μm de l'échantillon* (VB^*_{400})

$$VB^*_{400} = \frac{\text{Volume du bleu de méthylène (ml)}}{M_p} \quad 5.2.2.1$$

ou

$$VB^*_{400} = \frac{\text{Volume du bleu de méthylène (ml)}}{m} \times \frac{\%P_{1400}}{100}$$

Valeur au Bleu rajustée au tamis 400 μm de l'échantillon

$$VB_{400} = VB \times \%P_{400} + VB^*_{400} \times \%R_5 \quad 5.2.2.2$$

5.2.3 Valeur au Bleu réelle

Cette approche a l'avantage de donner la Valeur au Bleu (VB) de l'échantillon qui est une indication importante de l'activité du sol (voir chapitre IV) et en déduire, par la suite, la Valeur au Bleu ajustée au tamis 400 μm .

VB^* = Valeur au Bleu de l'échantillon* (partie graveleuse sale)

VB = Valeur au Bleu de l'échantillon initial

VB_r = Valeur au Bleu réelle de l'échantillon initial (prise d'essai)

MP_{1a} = Masse de l'échantillon* passant le tamis (a) après lavage

MP_a = Masse du passant le tamis (a) (trouvée par granulométrie)

MP_{ta} = Masse du passant le tamis (a) total

$$MP_{ta} = MP_{1a} + MP_a$$

$$VB_r = \frac{VB^* \times MP_{400}^1 + VB \times MP_{400}}{MP_{400}^t}$$

5.2.3.1

Valeur au Bleu de l'échantillon rajustée au tamis 400 μ m

$$VB_{400} = VB_r \times \%Pt_{400}$$

5.2.3.2

Pour le calcul $\%P_{tot}$ voir 5.2.1

5.3 RESULTATS

Les résultats obtenus sont dressés au tableau 5.1. Les différences obtenues pour la Valeur au Bleu (VB) sont minimales et ne justifient pas le travail qu'il faut faire pour les obtenir; on arrive à la même conclusion quant aux Valeurs au Bleu rajustées au tamis. Donc l'étude effectuée sur 11 échantillons nous montre que le lavage du gravier pour obtenir les fines collées dans le but de faire un essai au bleu, n'est pas nécessaire. Par contre, le lavage est à recommander pour les échantillons qui présentent un pourcentage de pierre sale très élevé par rapport à la masse totale ou que la partie pierre contient beaucoup de fines collées. En effet, une pierre sale peut contenir un pourcentage de fines passant 400 μ m supérieur à 3% de la masse totale de l'échantillon.

En plus, cette étude a révélé que la Valeur au Bleu (VB*) des fines collées aux pierres est souvent supérieure à la Valeur au Bleu (VB) des fines récupérées avant lavage. Ceci peut être dû à deux facteurs; le premier est que les argiles qui ont collé aux pierres sont des argiles plus actives que celles qui se trouvent dans la partie non lavée; le deuxième facteur est que la quantité de ces argiles peut être plus élevée dans les fines collées que dans l'échantillon avant lavage. Ceci nous amène à recommander le lavage de la partie pierre sale chaque fois qu'une étude sédimentométrique est demandée.

T A B L E A U 5.1

RAPPORT AS-85	MP ₄₀₀	M	MP ₄₀₀	MPt ₄₀₀	XPt ₄₀₀	XP ₄₀₀	XR ₅	XPt ₄₀₀	VB	VB ₄₀₀ (VBxXP ₄₀₀)	m (§ 5.2.2)	M _p (§ 5.2.2)	bIeu(m1) (VB* x m)	VB* ₄₀₀ ($\frac{bIeu}{M_p}$)	VB ₄₀₀ Eq.5.2.2.2	VB*	VB _r Eq.5.2.3.1	VB ₄₀₀ Eq.5.2.3.2	VB ₄₀₀ Eq.5.2.1.2	REGION
1602	79	1696	2923	3002	5	50	29	51,5	0,20	0,10	29,2	584	6,4	0,01	0,10	0,22	0,20	0,10	0,10	04
1664	123	4668	895	1018	3	14	73	16,2	0,33	0,05	20*	667	8	0,01	0,05	0,40	0,4	0,06	0,05	05
1693	153	3823	1085	1238	4	21	74	24,0	0,20	0,04	20*	167	6	0,04	0,07	0,30	0,21	0,06	0,05	05
1633	31	1630	1585	1616	2	35	36	35,7	0,20	0,07	20*	1000	6,6	0,00	0,07	0,33	0,20	0,07	0,07	03
1663	118	2775	819	937	4	18	61	20,4	0,20	0,04	20*	500	5	0,01	0,04	0,25	0,21	0,04	0,04	05
1655	27	1406	2471	2498	2	58	33	58,7	0,50	0,29	20*	1000	10	0,01	0,29	0,50	0,50	0,29	0,29	05
1678	77	3645	718	795	2	13	66	14,3	0,40	0,05	20*	1000	9	0,01	0,06	0,45	0,40	0,06	0,06	05
1621	23	786	2000	2023	3	56	22	56,7	0,10	0,06	20*	667	2	0,00	0,06	0,10	0,10	0,06	0,06	03
1605	51	2308	1586	1637	2	33	48	34,0	0,04	0,01	27,7	1385	1,1	0,00	0,01	0,04	0,04	0,01	0,01	04
1488	172	4857	1388	1560	4	14	49	16,0	0,02	0,00	20*	500	0,4	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	03
1722	118	1688	739	857	7	21	48	24,4	0,73	0,15	20*	286	19	0,07	0,19	0,95	0,76	0,19	0,18	03

* Les valeurs suivies d'un astérisque sont des valeurs théoriques, qui s'approchent de la réalité, et qui ne changent pas les valeurs de VB*₄₀₀, VB₄₀₀, VB*.

B I B L I O G R A P H I E

BILODEAU, Alain, Utilisation de l'essai au bleu de méthylène en géotechnique, août 1984. Compte rendu de stage.

SEARLE, Alfred B., The chemistry & physics of clays and other ceramic materials, second edition, 1933.

SPANGLER, Merlin G., Richard L. HANDY, Soil engineering, fourth edition, 1982.

FLON, Paul, Essai au bleu de méthylène dans le domaine des sols et granulats, juin 1985. Rapport interne M.T.Q.

LAN, Tran Ngoc, L'essai au bleu de méthylène, avant-projet de mode opératoire, octobre 1979. L.C.P.C., Paris.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS



QTR A 102 205