

Ministère de la Voirie

Québec

Stabilisation d'une argile au moyen  
de chaux hydratée  
(Expérience québécoise)

Service des Sols et Matériaux

CANQ  
VO  
268

268

476110

QUÉBEC

MINISTÈRE DE LA VOIRIE

Ministère des Transports  
Centre de documentation  
700, boul. René-Lévesque Est,  
21<sup>e</sup> étage  
Québec (Québec) G1R 5H1

**RECU**  
CENTRE DE DOCUMENTATION  
AOU 15 1983  
TRANSPORTS QUÉBEC

Stabilisation d'une argile au moyen  
de chaux hydratée  
(Expérience québécoise)

par

P.-A. Brochu, ing. M.Sc.  
Chef de la Division Géotechnique

et

R. Pépin, ing.  
Conseiller Technique

Service des Sols et Matériaux

**MINISTÈRE DES TRANSPORTS**  
CENTRE DE DOCUMENTATION  
~~200, RUE DORCHESTER OUEST, 7<sup>e</sup>~~  
~~QUÉBEC, (QUÉBEC)~~  
~~G1R 5Z1~~

CAUQ  
10  
268

C O N T E N U D U R A P P O R T

	Page
INTRODUCTION .....	3
SITE .....	3
MATERIAUX .....	4
PLAN D'ACTION .....	6
ESSAIS EN LABORATOIRE .....	6
METHODE de CONSTRUCTION .....	8
ESSAIS SUR LE CHANTIER .....	11
EFFET SUR LA PLASTICITE .....	12
EFFET SUR LA GRANULOMETRIE .....	13
COUT DE LA STABILISATION .....	13
CONCLUSIONS .....	13
REMERCIEMENTS .....	15
Sources consultées .....	16
APPENDICE	

## INTRODUCTION

Depuis quelques années les sources de matériaux granulaires, pour fins de voirie, s'épuisent d'une façon alarmante dans plusieurs régions de la Province. Certaines régions d'ailleurs souffrent d'une telle pénurie depuis nombre d'années.

Pour faire face à ce problème, les matériaux considérés de qualité médiocre sont traités ou stabilisés avec divers produits ou additifs. De tels matériaux peuvent ainsi être utilisés en constructions routières permettant une économie appréciable.

Le présent rapport relate les résultats de la construction d'une route dont l'argile en place fut stabilisée avec de la chaux hydratée, remplaçant une sous-fondation conventionnelle de matériaux granulaires.

## SITE

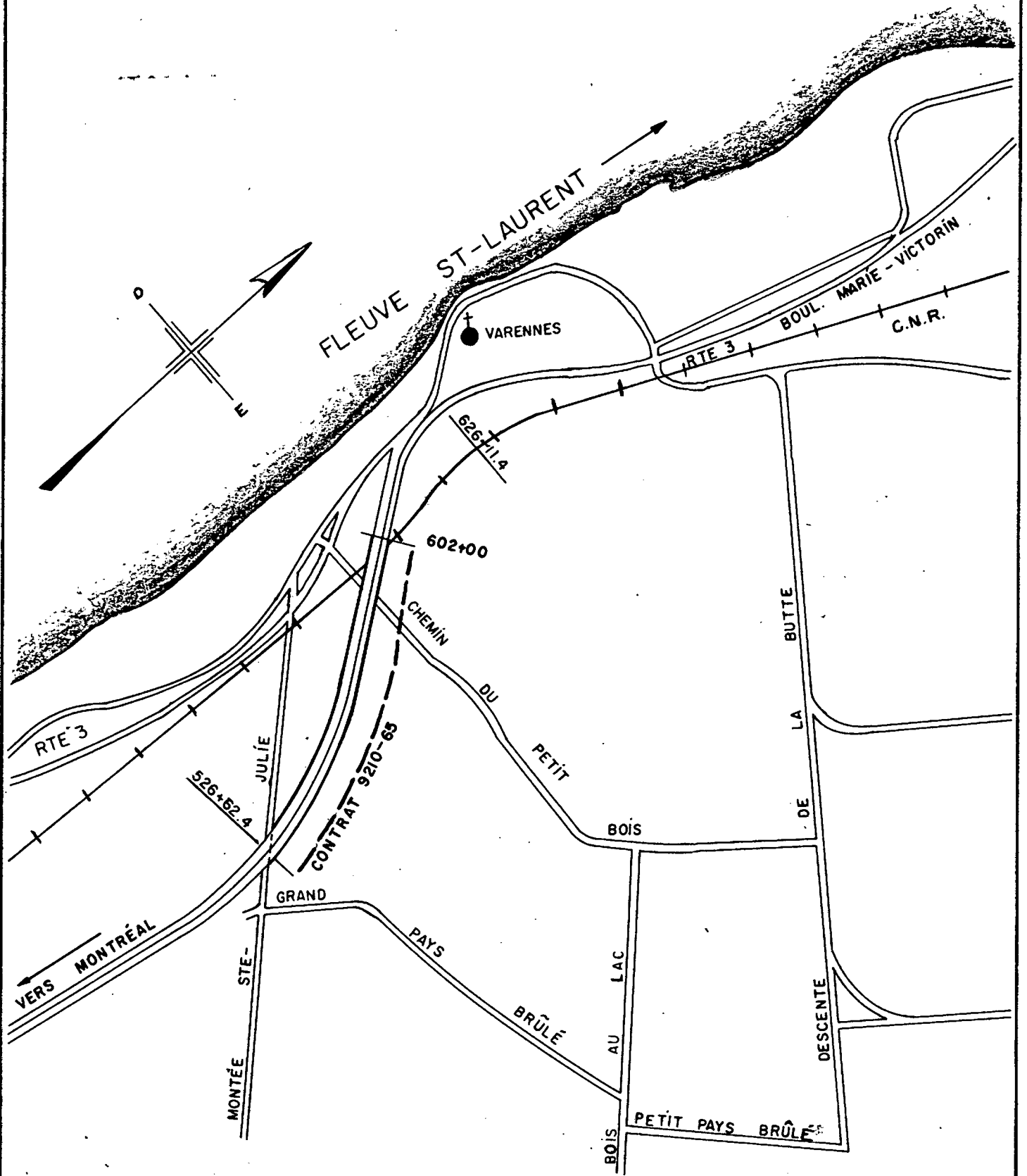
Le projet en cause se situe sur la route de contournement de Boucherville, nouvelle route No 3, dans la municipalité de Ste-Anne-de-Varenes, comté de Verchères. (Voir plan de localisation).

Ce projet no 9210-65 a une longueur de 1.691 mille, débute au chaînage 526+62.4, centre du pavage de la montée Ste-Julie, s'étend dans une direction nord-est jusqu'au chaînage 591+80, pour se continuer du chaînage 602+00 au chaînage 626+14 sur l'ancienne route no 3. La section stabilisée à la

LOCALISATION DU PROJET SOL-CHAUX (9210-65)

VARENNES, CO. DE VERCHÈRES.

ECHELLE: 1/2 mille = 1 pouce



chaux est comprise entre les chaînages 527+00 et 602+00.

MATERIAUX

Argile

L'analyse par diffraction aux rayons-X de l'argile de Varennes, effectuée au département de géologie de l'Université Laval, a donné comme principaux minéraux:

<u>Minéraux</u>	<u>%</u>
Vermiculite .....	25-40
Illite .....	10-20
Illite-vermiculite interstratifiés ....	< 10
Chlorite .....	< 10
Quartz .....	15
Feldspath triclinique .....	10
Feldspath monoclinique .....	< 10
Amphibole monoclinique .....	< 10

L'analyse chimique de cette argile, effectuée au Ministère des Richesses Naturelles, a fourni les informations suivantes:-

Anhydride carbonique exprimée en $\text{CaCO}_3$ .....	0.79%
Matière organique .....	1.03%
Concentration en ions hydrogène ( $\text{pH}$ ) (1:1) .....	7.7
Concentration en ions hydrogène ( $\text{pH}$ ) (5:1) .....	8.0
Capacité d'échange carbonique = 25.73 milliéquivalents $\text{NH}_4$ absorbé par 100 g. de sol.	
Bases totalement échangeables = 30.30 milliéquivalents par 100 g. de sol.	

Bases échangeables:

Calcium . . . . .	234.88 c.p.m.*
Magnésium . . . . .	111.13 c.p.m.
Potassium . . . . .	9.30 c.p.m.
Sodium . . . . .	64.95 c.p.m.

Selon le système unifié de classification, cette argile est du type CL et ses principales caractéristiques sont:

Poids spécifique . . . . .	2.6
Limite de Liquidité . . . . .	45.7%
Limite de Plasticité . . . . .	22.5%
Indice de Plasticité . . . . .	23.2%
Limite de Retrait . . . . .	17.7%
Degré de Retrait*** . . . . .	40.5%
Teneur en eau naturelle. . . . .	27.7%
Activité** . . . . .	0.55

\* c.p.m. signifie équivalent par million

\*\* Activité =  $\frac{\text{Indice de Plasticité}}{\% \text{ Particules } < 0.002 \text{ mm}}$

\*\*\* Degré de retrait -(%) =  $100 \frac{(\text{Volume initial} - \text{Volume final})}{(\text{Volume initial})}$

Chaux

La chaux ou l'oxyde de calcium est produite commercialement en calcinant une pierre calcaire. La chaux vive ainsi formée est mise en présence d'eau pour donner de l'hydroxide de

calcium ou chaux hydratée. La quantité d'eau dépend de l'affinité chimique de la chaux vive pour l'eau.

La chaux utilisée pour ce projet est de la chaux hydratée répondant aux exigences de l'A.S.T.M., norme C-207, type N, dont les principales caractéristiques sont les suivantes:

Oxydes de calcium et magnésium (après séchage)	95% min.
Bioxyde de carbone (tel que reçu)	5-7% max.

#### PLAN D'ACTION

L'étude fut divisée en trois parties. La première étape consistait à prélever des échantillons sur le chantier en vue de déterminer en laboratoire les différentes caractéristiques de l'argile, et de là à préciser le taux d'application de la chaux. La deuxième partie fut d'établir une méthode de construction en chantier. Finalement, la troisième partie se rapportait aux divers essais à effectuer sur le chantier pour évaluer les résultats de la stabilisation argile-chaux.

#### ESSAIS EN LABORATOIRE

Les limites d'Atterberg, le poids spécifique, les analyses granulométriques, les essais de sédimentation ont été faits selon les normes de l'A.S.T.M.

Le pourcentage de chaux nécessaire pour stabiliser cette argile a été établi à partir du pH. La courbe de la figure 1, obtenue à partir des valeurs du tableau I, établit la relation



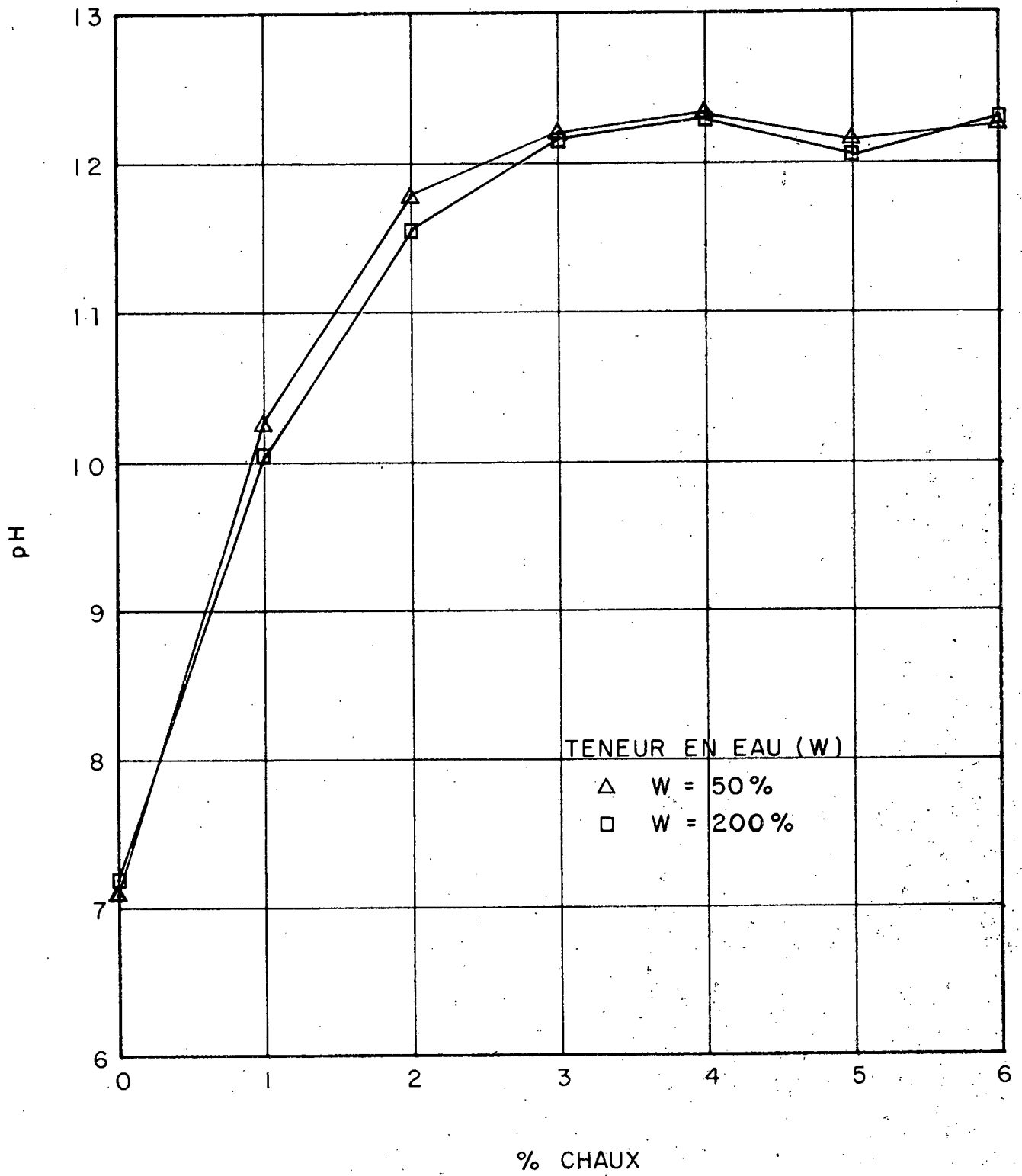


FIGURE 1 - RELATIONS pH VS % CHAUX

TABLEAU I

Résultats sur les essais pH en laboratoire

<u>Chaux</u> <u>%</u>	<u>50 g. de sol</u> <u>- 25 cc H<sub>2</sub>O</u> <u>50% hum.</u>	<u>50 g. de sol</u> <u>- 100 cc H<sub>2</sub>O</u> <u>200% hum.</u>
0	7.10	7.20
1	10.25	10.05
2	11.78	11.55
3	12.20	12.17
4	12.32	12.30
5	12.15	12.05
6	12.25	12.30

---

pH de l'eau: 6.70

entre le pH et le pourcentage de chaux. Le pH atteint les conditions optimales lorsqu'une quantité de 4% de chaux en poids est utilisée dans le mélange argile-chaux.

L'effet de ce pourcentage optimum de chaux sur la plasticité de l'argile a ensuite été étudié. Dans une telle condition, l'argile devient non plastique et sa limite de liquidité s'abaisse à une cote inférieure à la valeur obtenue pour une même argile non traitée.

Le tableau II et la figure 2 représentent les variations de la teneur en eau, de la limite de retrait ainsi que du degré de retrait avec le temps de réaction. On note sur la courbe de la teneur en eau une diminution progressive de l'humidité avec le temps. Cette diminution est causée en grande partie par les réactions chimiques entre l'eau, la chaux et certains minéraux de l'argile en contact. On constate encore sur la courbe de la limite de retrait que l'addition de chaux augmente la limite de 17.7 à 33.5. Finalement, la courbe de degré de retrait montre que la présence de la chaux dans le mélange permet une diminution du retrait de 47.4%.

Le tableau III illustre les résultats des essais C.B.R. avec 4% de chaux et sans addition de chaux, pour des périodes d'immersion de 4 et 7 jours, en variant l'énergie de compactage. Sur la figure 3, représentant ces résultats, on remarque qu'une augmentation d'énergie, avec ou sans chaux, se traduit par un gain sur la valeur C.B.R. On constate aussi qu'une plus

TABLEAU II

Résultats des essais de Retrait

Chaux %	Temps Jours	Teneur en Eau*	Limite de Retrait %	Degré de Retrait %
0	NIL	56.5	17.7	40.5
4	2	55.7	33.3	23.7
4	5	54.5	33.5	22.9
4	12	52.8	33.5	21.3

\* en vase clos

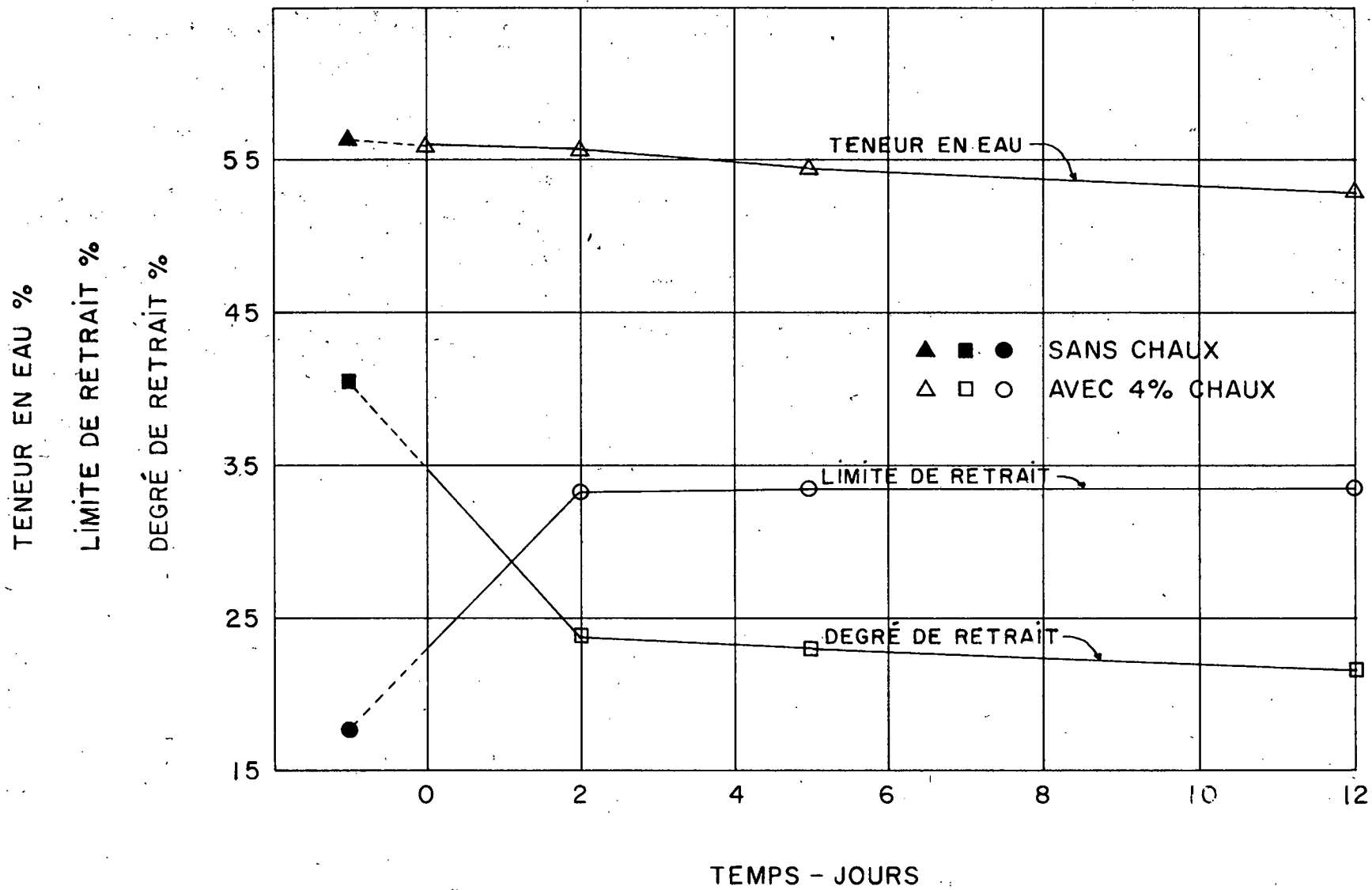


FIG. 2 - RELATIONS TENEUR EN EAU, LIMITE DE RETRAIT  
 DEGRÉ DE RETRAIT, VS TEMPS DE RÉACTION

TABLEAU III

Résultats des essais C.B.R. en laboratoire

<u>Energie</u> <u>lbs-pi/pi<sup>3</sup></u>	<u>Chaux</u> <u>%</u>	<u>Immersion</u> <u>Jours</u>	<u>Valeur C.B.R.</u> <u>%</u>
9168	0	4	5.0
22920	0	4	6.7
50425	0	4	8.7
9168	0	7	5.0
22920	0	7	4.0
50425	0	7	7.2
9168	4	4	30.7
22920	4	4	42.0
50425	4	4	77.8
9168	4	7	35.7
22920	4	7	46.0
50425	4	7	80.7

---

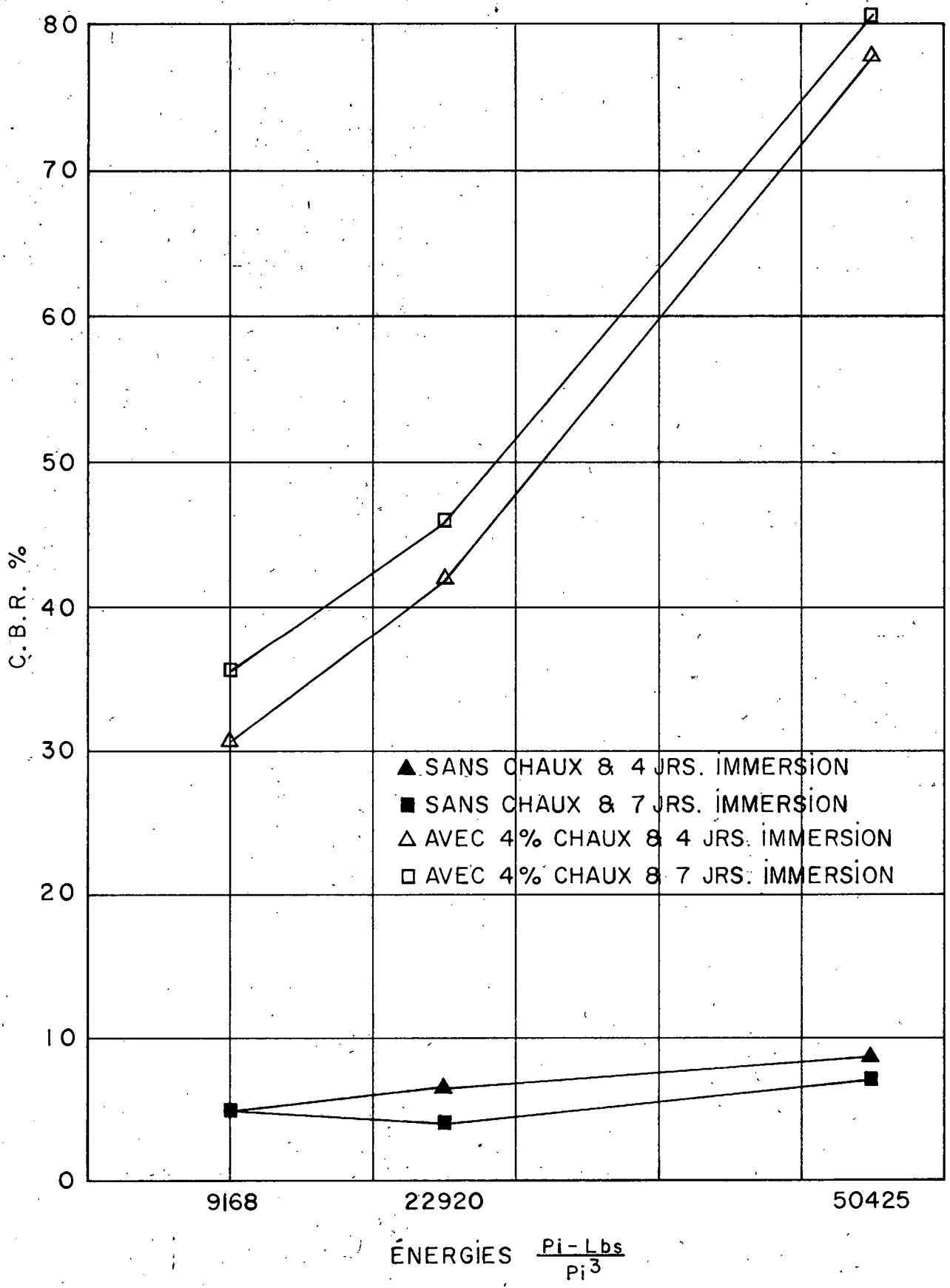


FIG. 3 - RELATIONS VALEUR C.B.R. VS ÉNERGIES / VOLUME  
EN FONCTION DE L'IMMERSION

grande durée de la période d'immersion diminue la valeur C.B.R. lorsque l'argile est non traitée, tandis qu'une immersion prolongée indique quand même une augmentation du C.B.R. du mélange argile-chaux.

## METHODE DE CONSTRUCTION

### Infrastructure

La figure 4 montre la structure de la chaussée adoptée pour ce projet. La partie de l'infrastructure comprise entre le sol naturel et la ligne d'infrastructure a été construite avec de l'argile locale compactée à 90% du Proctor Normal.

### Sous-Fondation

La sous-fondation est cette partie de la structure de la chaussée qui fut stabilisée à la chaux. L'argile à stabiliser provenait des fossés et avait été épandue en une épaisseur suffisante pour avoir 6 pouces de matériau compacté et nivelé.

Dû à certaines circonstances locales, la plateforme obtenue à cet horizon fut laissée telle quelle pendant environ deux mois, sans circulation. L'assèchement de l'argile a procuré une surface relativement dure et permettait une circulation facile. Par contre, à la suite de pluie, aucune circulation n'était possible sans bouleversement de la surface.

Cette situation a permis de procéder, par temps sec, à des essais de portance sur la couche d'argile immédiatement avant sa stabilisation. C'est cette plateforme qui fut par la



ROUTE 3 - CONTOURNEMENT BOUCHERVILLE  
STABILISATION À LA CHAUX

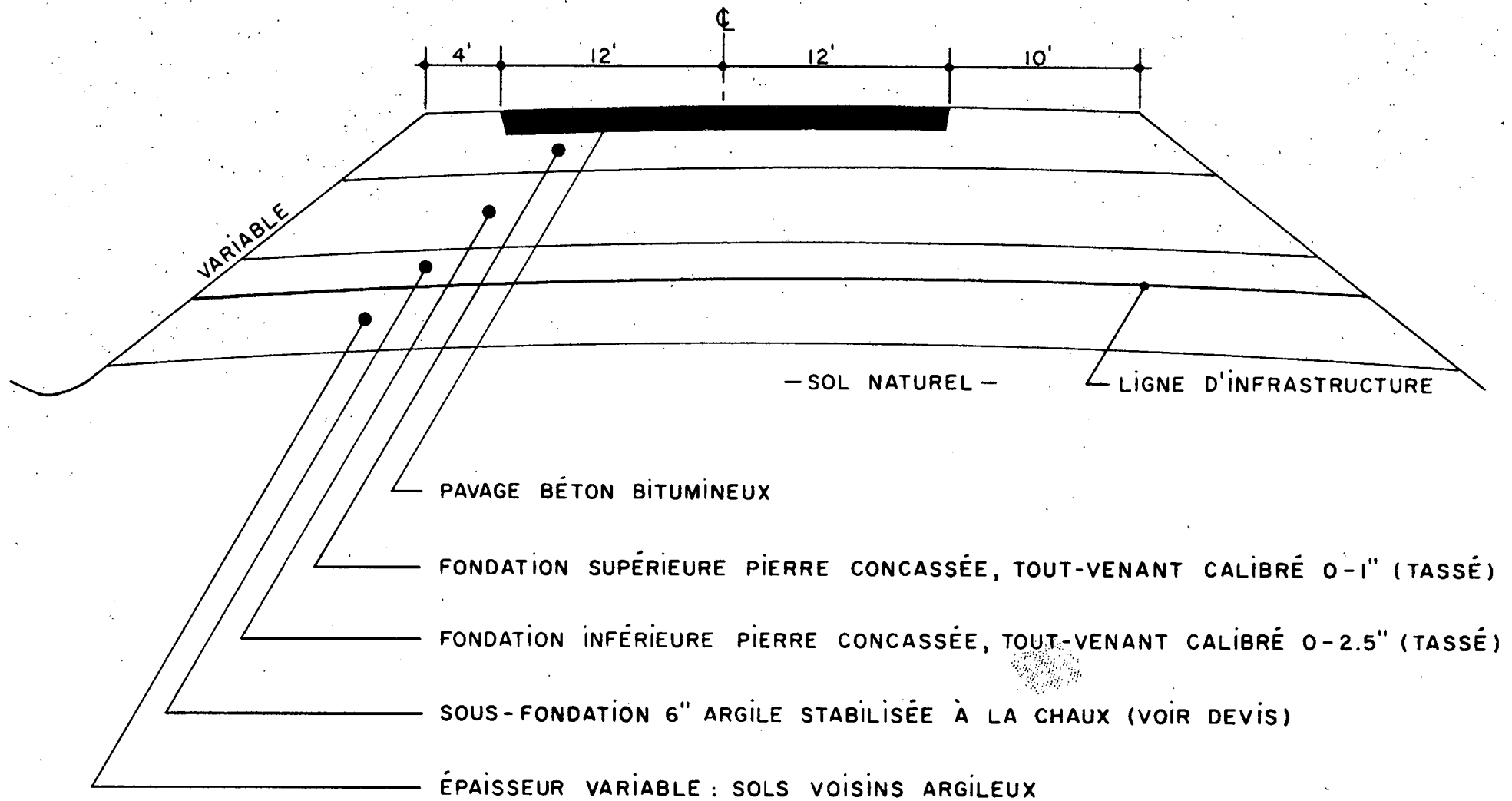


FIGURE 4 - SECTION DE LA CHAUSSÉE

suite scarifiée avant l'application de la chaux.

La chaux hydratée, livrée en sacs, fut distribuée au taux de 4% en poids et épanchée uniformément. Ce taux d'application était vérifié par des essais pH. Aux endroits où le pH fut trouvé inférieur à 12.2, de la chaux fut ajoutée. Un arrosage suivait de manière à garder le mélange à un degré d'humidité légèrement supérieur à la teneur en eau optimum, soit de 37.5%. L'opération suivante consistait à bien incorporer la chaux et l'eau à l'argile sur toute la profondeur à stabiliser au moyen d'un pulvi-mélangeur.

Après l'opération initiale de mélange, le sol-chaux était légèrement compacté avec un rouleau à pneus multiples et soumis à une période de curage de 3 jours. Cette période de curage terminée, le sol-chaux était mélangé de nouveau au moyen du pulvi-mélangeur. Lors de cette opération, il fut nécessaire d'ajouter de l'eau. Avant le compactage final, la surface du mélange fut nivelée selon l'alignement et le profil exigé.

Le degré de compacité exigé fut de 95% du Proctor Normal et obtenu au moyen de rouleaux à pneus multiples. De manière à obtenir une surface unie, sans trace de pneus, quelques passes d'un rouleau lisse complétait le compactage.

La période de curage final avait une durée minimum de 7 jours. Durant cette période, la surface était gardée humide en empêchant l'évaporation par l'application d'un matériel bitumi-

neux RC-0 à raison de 0.25 gallon par verge carrée.

#### Difficultés rencontrées

L'emploi de chaux en sacs rendait difficile une distribution uniforme de la chaux. Aux endroits où les sacs étaient placés, on notait une concentration de chaux, tandis qu'entre les sacs, l'épandage ne donnait pas une quantité suffisante de chaux et il fallait bien souvent revenir ajouter de la chaux. Ce dédoublement d'opération augmentait appréciablement le temps d'attente de l'outillage et de la main d'oeuvre. Pour ces raisons, il aurait été plus avantageux d'utiliser de la chaux en vrac avec distributeurs automatiques.

Pour obtenir des conditions d'humidité favorables, 605,400 gallons d'eau furent utilisés pour ce projet. En effet lors du mélange initial, de l'eau devait être ajoutée pour obtenir une humidité supérieure à 4% aux conditions optimales d'humidité. Or cette quantité d'eau fut trouvée insuffisante et on devait, lors du mélange final, ajouter encore de l'eau. Il aurait fallu pour éliminer ce problème d'humidité, que le pourcentage d'eau ait été supérieur à 8% aux conditions optimales lors du mélange initial. La plateforme à stabiliser, ayant été exposée à la sécheresse durant deux mois environ, a placé l'argile dans un état relativement sec.

#### Fondations

La pose des fondations de pierre fut faite après le curage final, suivant la section montrée à la figure 2.

## ESSAIS SUR LE CHANTIER

### Essais C.B.R.

Le tableau IV fournit les résultats des essais C.B.R. effectués à différentes périodes après la stabilisation sur le chantier. Les figures 5 et 6 représentent la mise en graphique de ces résultats. Chaque point placé sur ces graphiques est la moyenne de trois essais. Sur la figure 5, en prenant la moyenne des points, on constate que l'argile sans chaux avait une valeur C.B.R. de 10.3%; pour le mélange sol-chaux, après 14 jours de vieillissement la valeur C.B.R. a augmenté à 30%, pour atteindre un C.B.R. de 45% après 34 jours. A peu près le même phénomène a été observé sur la voie droite. En effet, la figure 6 montre une valeur C.B.R. de 4.4% pour l'argile non traitée; tandis que pour l'argile traitée, les valeurs augmentent à 34.8% et 41.5% après une période de curage de 14 et 28 jours respectivement.

### Essais Benkelman

Les résultats des essais Benkelman sur le chantier sont donnés au tableau V. Chaque lecture représente la déflexion moyenne entre des chaînages spécifiques. Ces valeurs ont été obtenues lors de la construction, soit avant ou après que l'argile ait été stabilisée à la chaux. Les figures 7 et 8 montrent en graphique les résultats de ces essais pour les voies gauche et droite respectivement. Un examen de ces figures atteste

TABLEAU IV

Résultats des Essais C.B.R. sur le Chantier

<u>Voie gauche</u>				<u>Voie droite</u>			
<u>Chainage</u>	<u>Sans chaux</u>	<u>Avec 4% chaux</u>		<u>Chainage</u>	<u>Sans chaux</u>	<u>Avec 4% chaux</u>	
	<u>C.B.R.</u>	<u>Jours</u>	<u>C.B.R.</u>		<u>C.B.R.</u>	<u>Jours</u>	<u>C.B.R.</u>
528+00	7.2	1	11.9	568+00	5.2	1	13.0
		7	28.0			9	42.0
		34	64.0			29	43.4
538+00	12.8	0	13.3	589+00	4.4	0	14.4
		7	26.3			28	39.1
		34	30.0	595+00	3.5	0	17.0
547+50	10.9	2	15.9			8	29.7
		37	46.3			14	37.6
						27	44.0
Moyenne	10.3	0	12.6	Moyenne	4.4	0	14.1
		7	24.8			7	27.0
		14	30.0			14	34.8

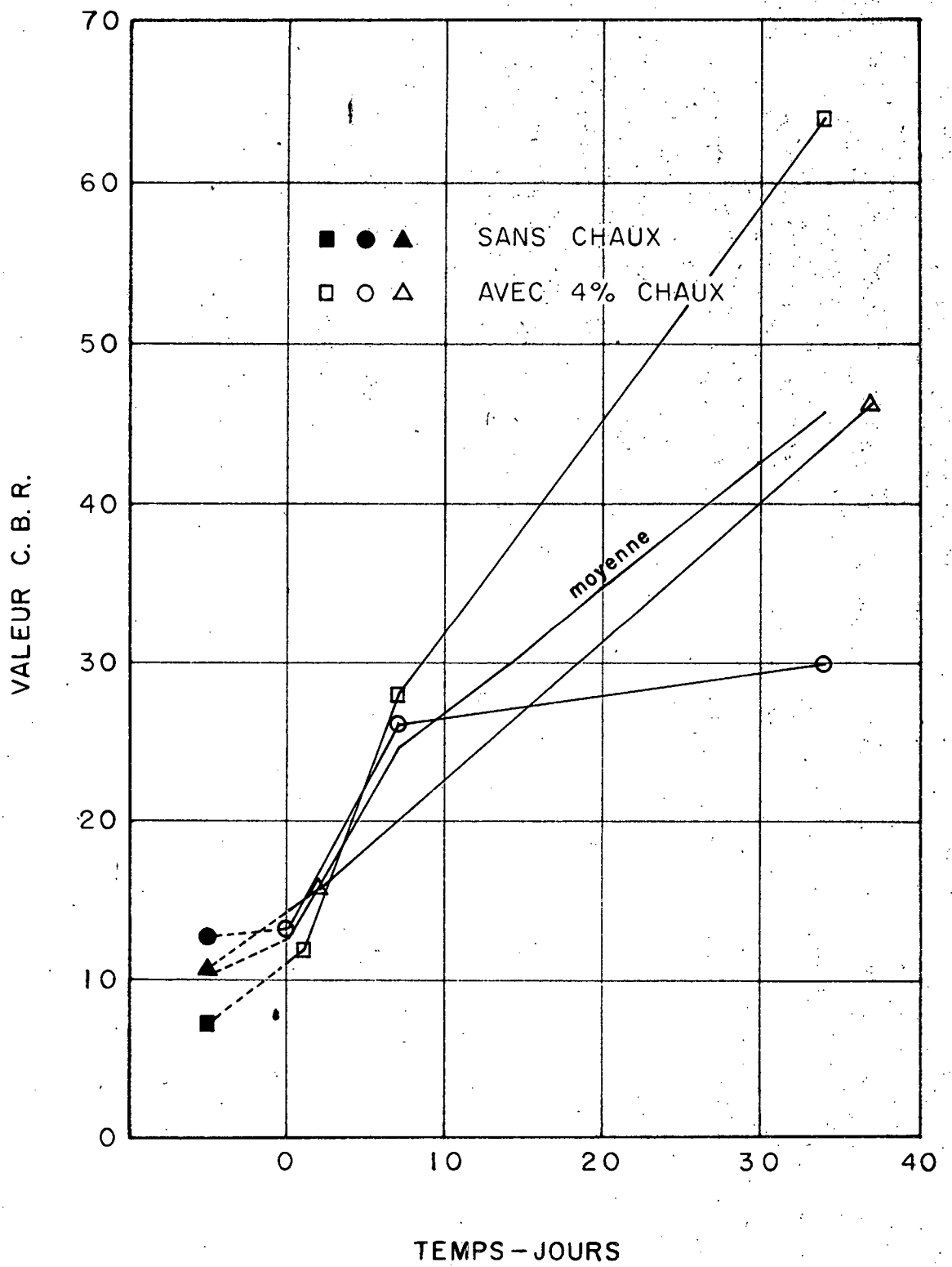


FIGURE 5 - RELATIONS VALEUR C. B. R. VS TEMPS

VOIE GAUCHE

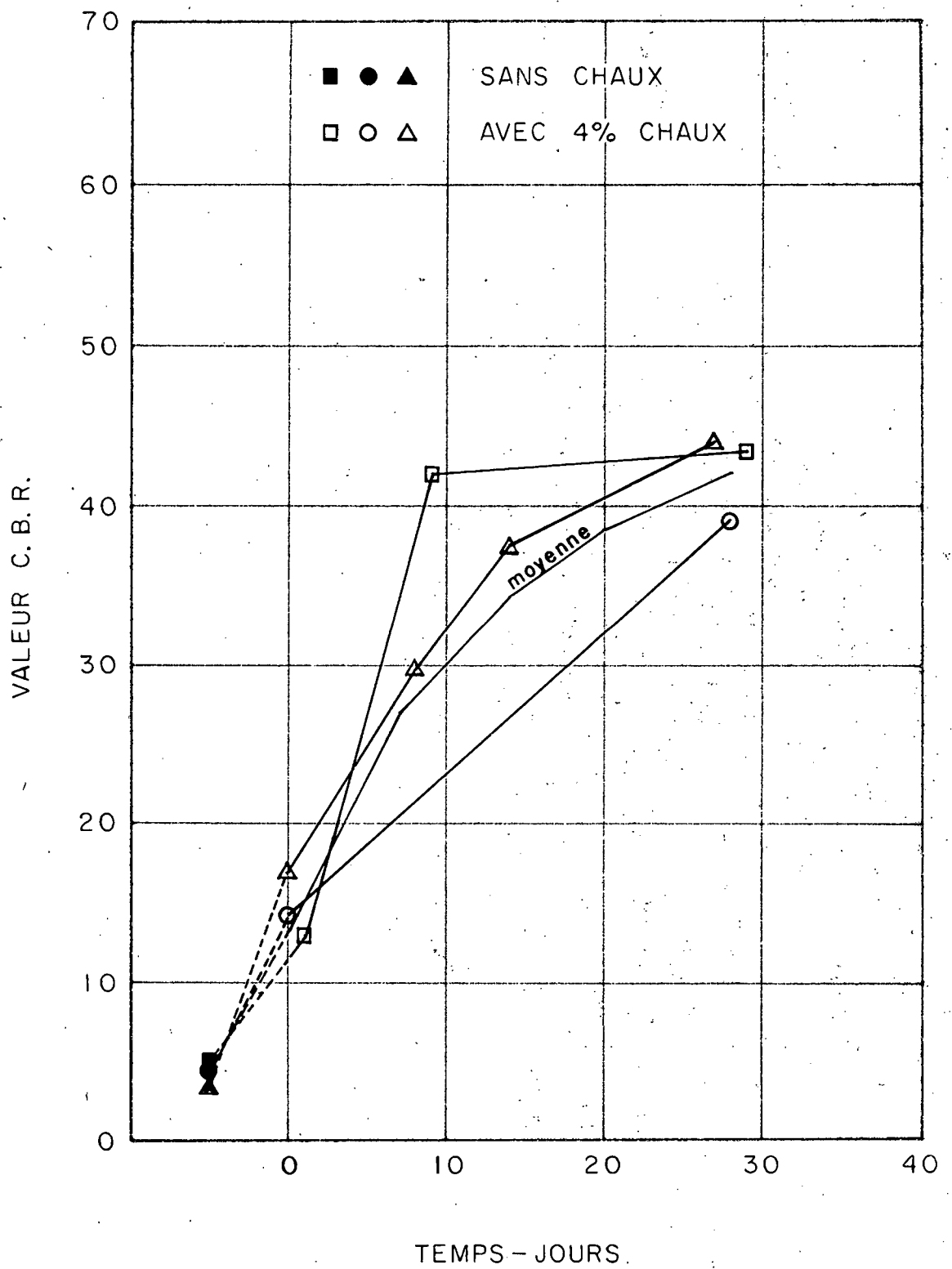


FIGURE 6 - RELATIONS VALEUR C. B. R. VS TEMPS

VOIE DROITE

TABLEAU V

Résultats des Essais Benkelman sur le chantier

<u>Voie gauche</u>				<u>Voie droite</u>			
<u>Chainage</u>	<u>Sans chaux</u>	<u>Avec 4% chaux</u>		<u>Chainage</u>	<u>Sans chaux</u>	<u>Avec 4% chaux</u>	
	<u>Déflexion</u>	<u>Jours</u>	<u>Déflexion</u>		<u>Déflexion</u>	<u>Jours</u>	<u>Déflexion</u>
	<u>po. (<math>\bar{x}</math>)</u>		<u>po. (<math>\bar{x}</math>)</u>		<u>po. (<math>\bar{x}</math>)</u>		<u>po. (<math>\bar{x}</math>)</u>
529+00				550+00	0.087		
à	0.106	7	0.100	à		7	0.059
545+00		14	0.059	556+00			
550+00				570+00	0.122		
à	0.085	7	0.047	à		7	0.088
552+00		19	0.042	582+00			
Moyenne	0.095	7	0.073	Moyenne	0.104	7	0.073
		14	0.051				



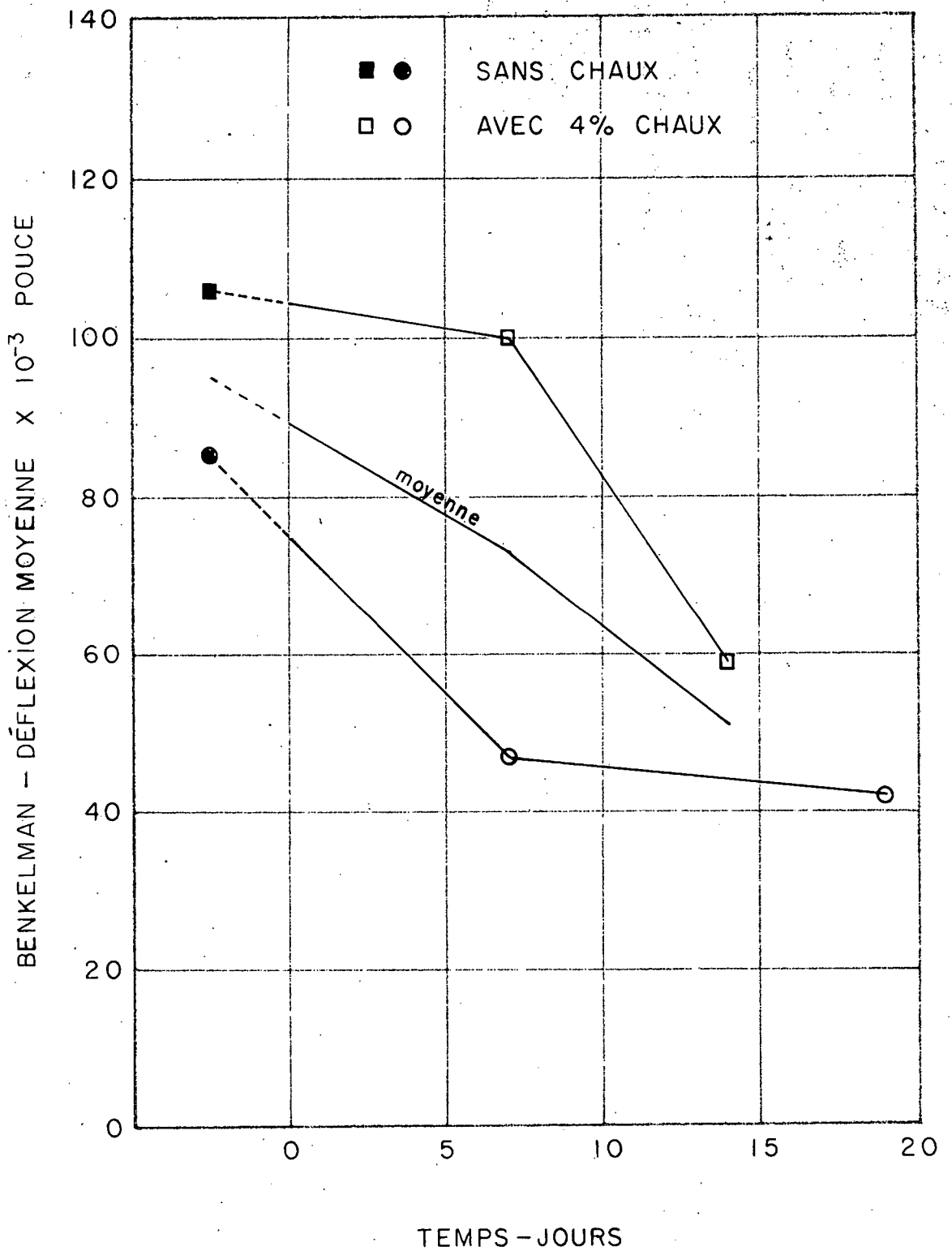


FIGURE 7 - RELATIONS DÉFLEXIONS BENKELMAN VS TEMPS

VOIE GAUCHE

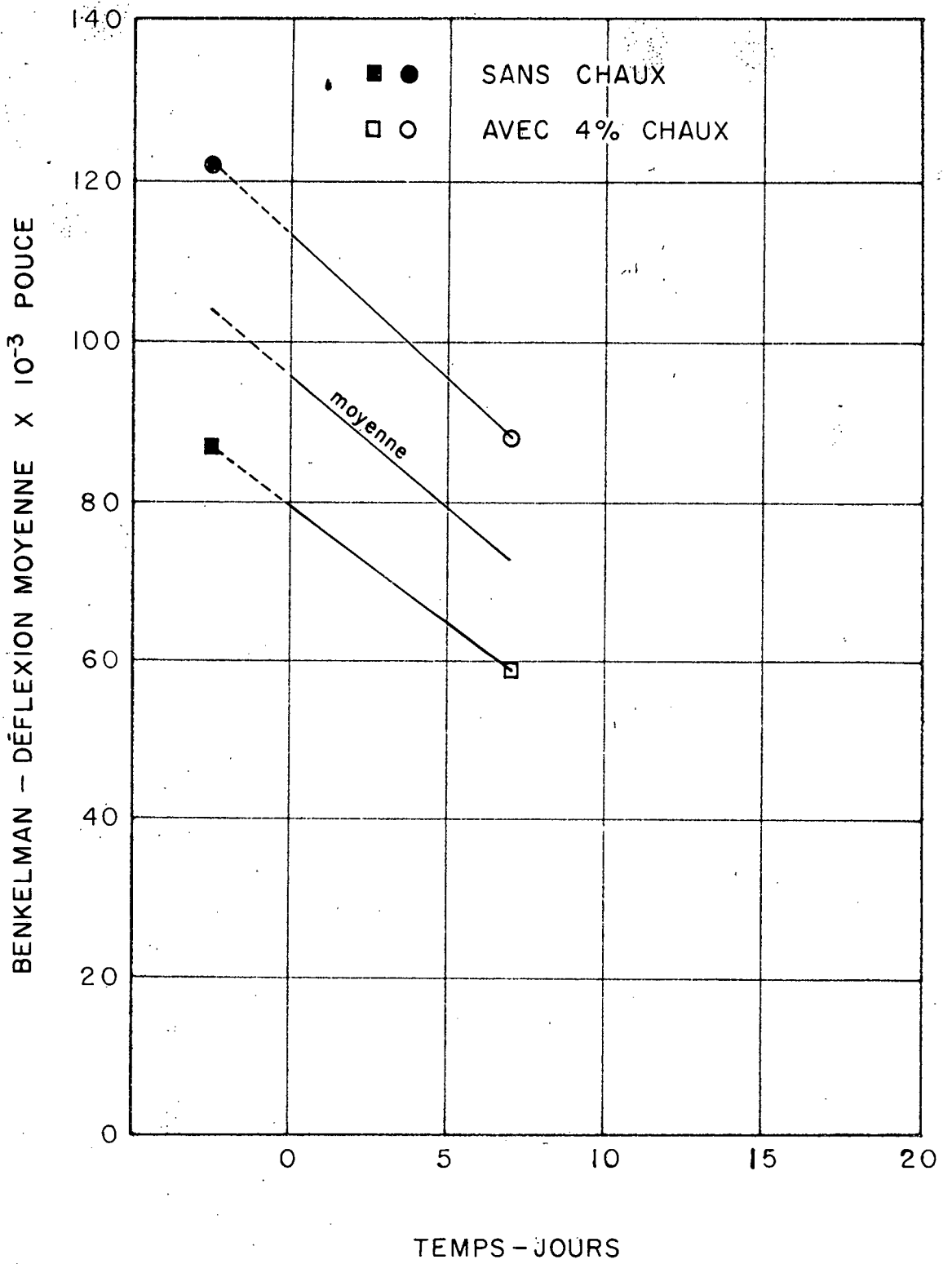


FIGURE 8 - RELATIONS DÉFLEXIONS BENKELMAN VS TEMPS

VOIE DROÏTE

encore le gain de support obtenu avec le temps lorsque l'argile est traitée avec de la chaux.

La figure 9 représente une tentative d'établir une relation entre les résultats obtenus avec l'appareil Benkelman et les valeurs C.B.R. trouvées sur le chantier. Les points sont une moyenne de plusieurs lectures et permettent de tracer une courbe traduisant une diminution de la déflexion avec une augmentation de la valeur C.B.R.

#### EFFET SUR LA PLASTICITE

Le tableau VI donne les résultats de l'effet de la chaux sur la plasticité de l'argile avec le temps. Ces indices de plasticité ont été obtenues à partir d'échantillons prélevés sur le chantier au jour indiqué, donc vieillis suivant les conditions locales. La figure 10 représente le graphique des valeurs obtenues sur la voie gauche à différents chaînages, tandis que la figure 11 montre la même relation pour les chaînages de la voie droite. Sur la figure 10, aux chaînages 560+00 et 592+00, l'indice de plasticité avant le traitement à la chaux est de 23.5 et 17.7 respectivement. Après une période de curage de 24 et 49 jours, les indices des mélanges argile-chaux atteignent zéro. Sur la figure 11, les indices de plasticité qui sont de l'ordre de 20 pour l'argile, deviennent nuls après une période de curage de 46 ou 47 jours, c'est-à-dire que le mélange argile-chaux devient non plastique.

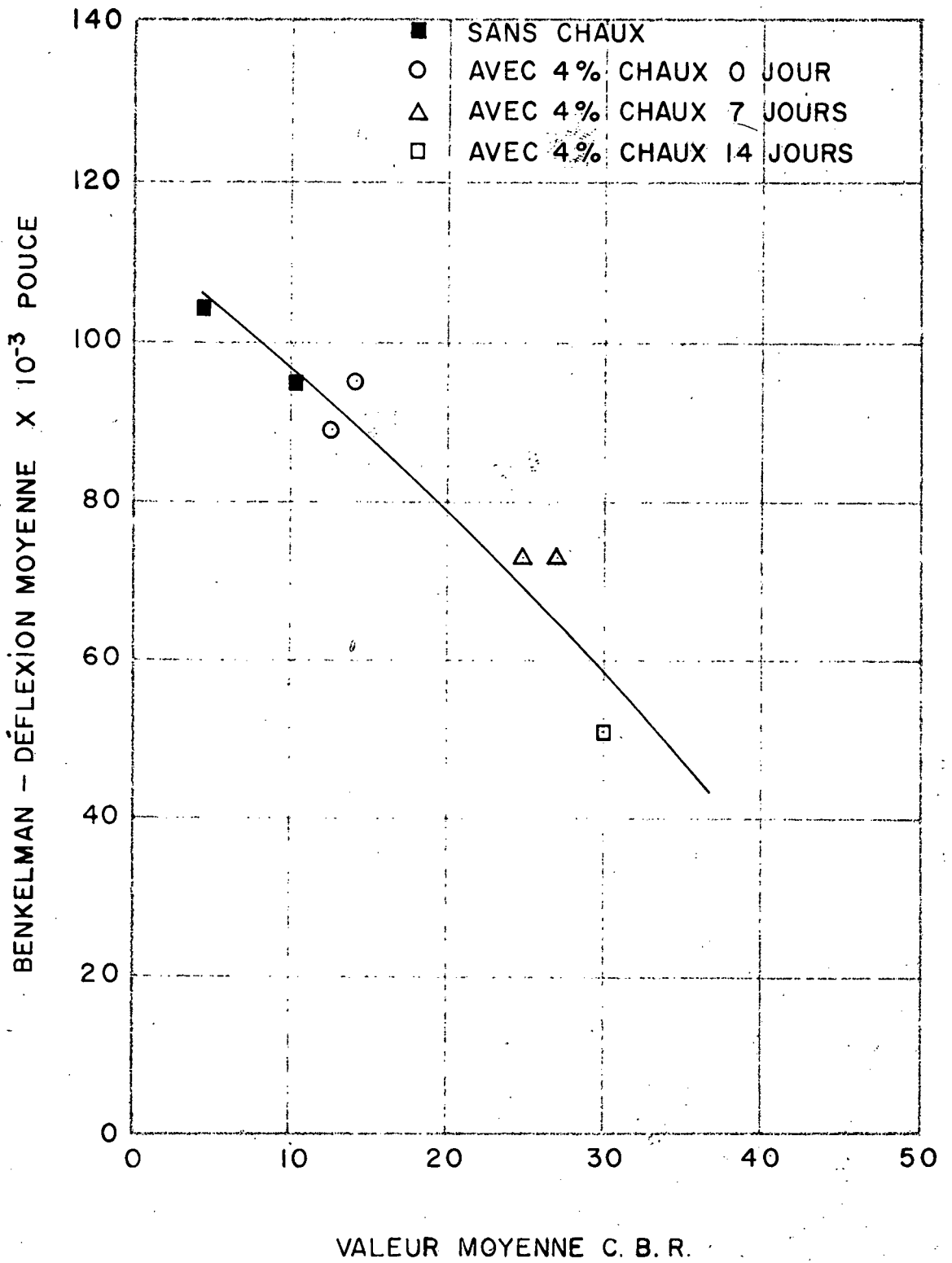


FIGURE 9 - RELATIONS DÉFLEXIONS BENKELMAN VS VALEUR MOYENNE C.B.R.

VOIES DROITE ET GAUCHE

TABLEAU VI

Résultats des Indices de Plasticité

<u>Chainage</u>	<u>Voie gauche</u>		<u>Chainage</u>	<u>Voie droite</u>			
	<u>Sans chaux</u>	<u>Avec 4% chaux</u>		<u>Sans chaux</u>	<u>Avec 4% chaux</u>		
	Indice (I <sub>p</sub> )	Jours Indice (I <sub>p</sub> )		Indice (I <sub>p</sub> )	Jours Indice (I <sub>p</sub> )		
538+00	17.0	13	12.6	559+00	21.1	17	10.8
		26	11.3			47	0
		50	8.3			26	9.3
560+00	23.5	14	8.2	568+00	21.2	47	0
		24	0			28	17.9
592+00	17.7	0	16.5	582+00	20.2	42	9.9
		14	1.3			47	0
		49	0			34	10.1
			592+99	17.3		46	0

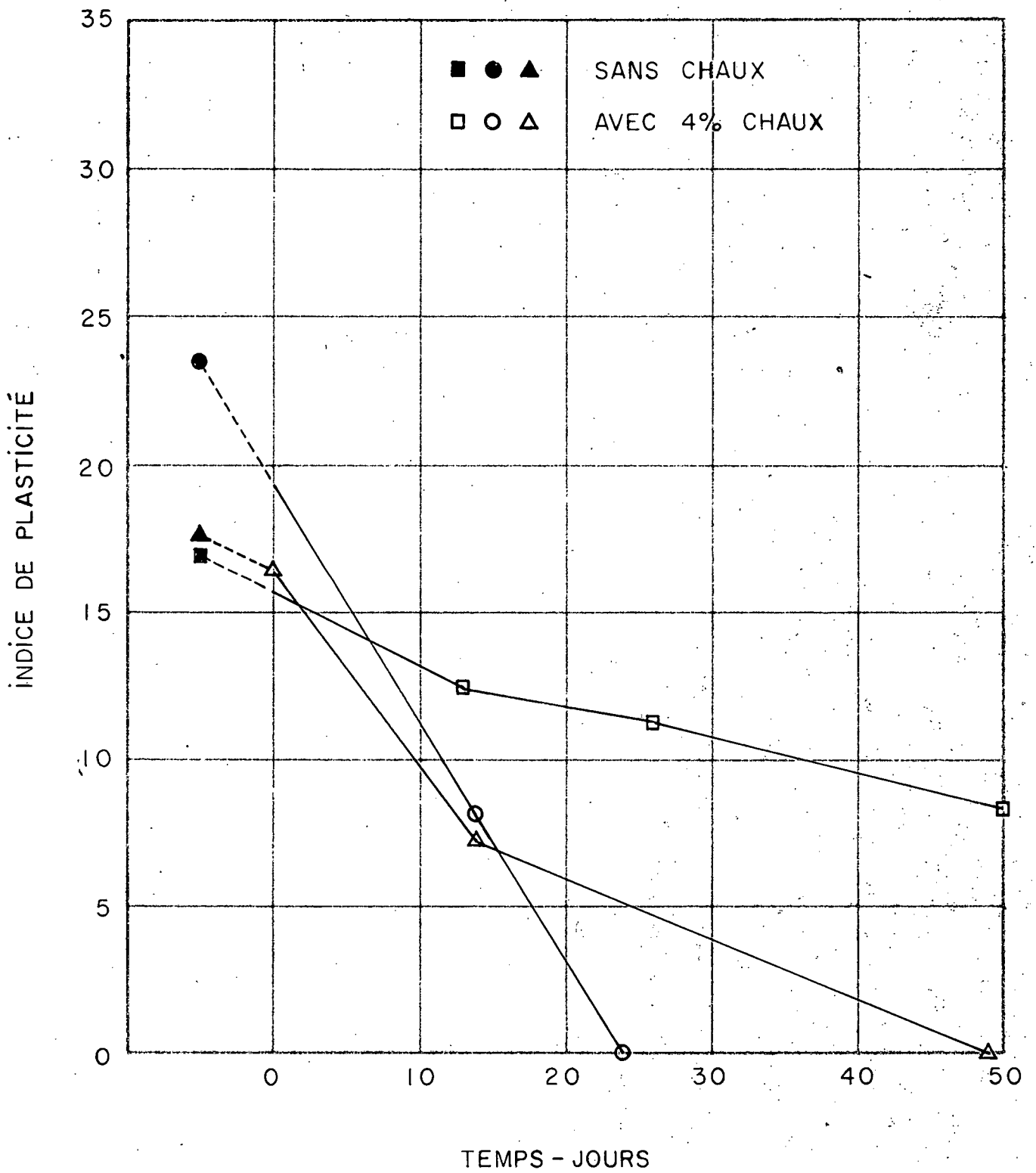


FIGURE 10 - RELATIONS INDICE PLASTICITÉ VS TEMPS

VOIE GAUCHE

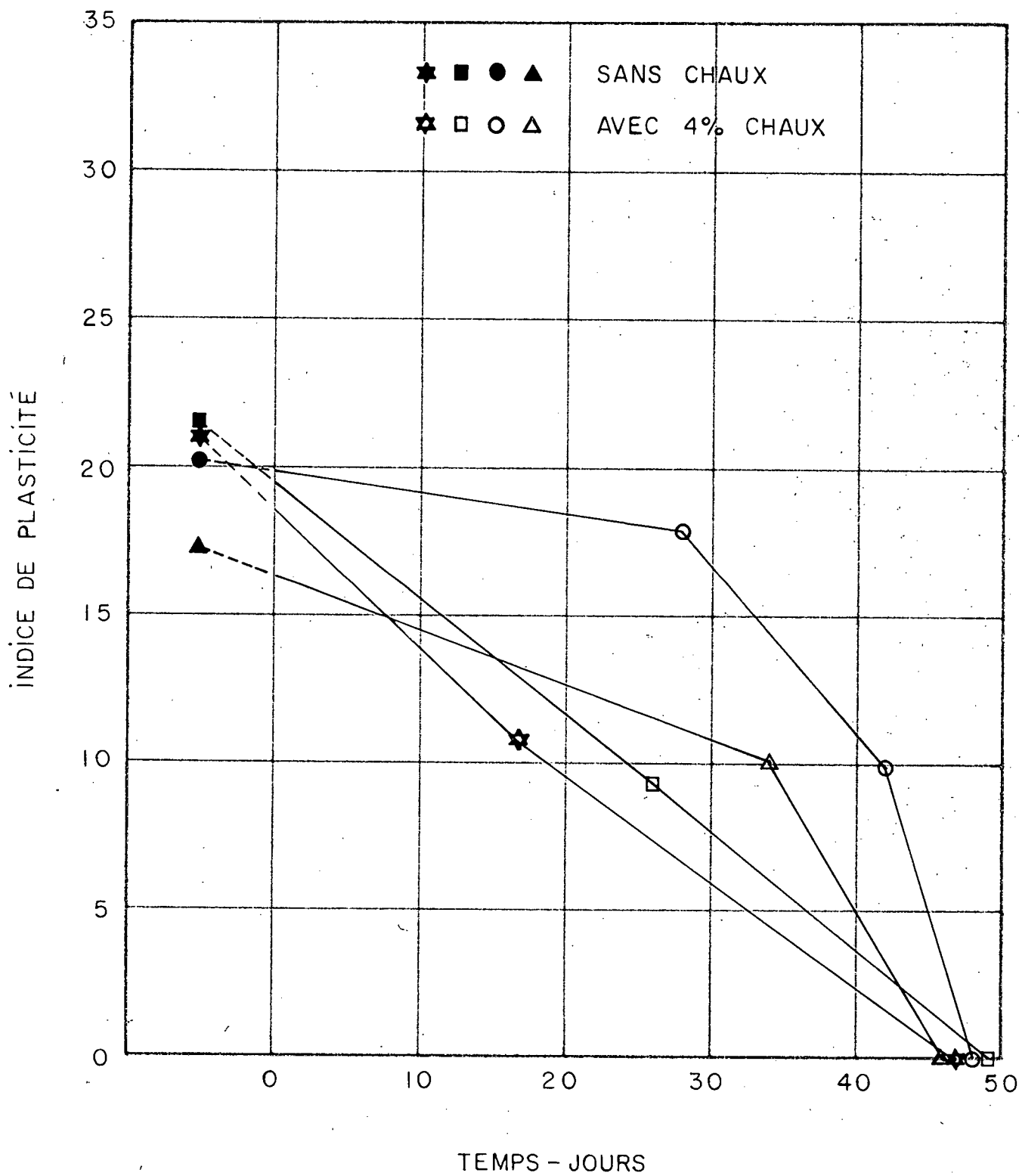


FIGURE II - RELATIONS INDICE PLASTICITÉ VS TEMPS

VOIE DROITE

### EFFET SUR LA GRANULOMETRIE

Le tableau VII donne les résultats des essais granulométriques, à différents chaînages, pour l'argile avec ou sans chaux. La figure 12, représentant ces résultats, montre un changement appréciable de la granulométrie avec le temps. On constate en effet une augmentation de la teneur en silt de l'ordre de 56% et une diminution de la teneur en argile d'environ 86% dans les mélanges argile-chaux.

### COUT DE LA STABILISATION

De manière à connaître le plus exactement possible le coût de ces travaux, une étude a été effectuée par la division 9-1. Le prix unitaire trouvé pour la stabilisation fut de \$ 0.50/v. car. et comprenait toutes les opérations ainsi que l'achat de la chaux, de l'eau et du matériel bitumineux. Ce prix incluait aussi le prix de revient pour l'outillage en attente, soit de \$ 0.028/v. car.

### CONCLUSION

D'une façon générale, les résultats obtenus de cette première expérience sur la stabilisation à la chaux sont très encourageants. En se basant sur les résultats recueillis sur le chantier et en laboratoire, les conclusions suivantes peuvent être tirées:-

- 1) Il n'y a aucun doute que l'incorporation de chaux à l'argile diminue sa plasticité et permet d'obtenir un matériau



TABLEAU VII

Résultats des essais Granulométriques

Chainage	Voie	<u>Sans chaux</u>			<u>Avec 4% chaux</u>			Temps Curage Jours
		Sable %	Silt %	Argile %	Sable %	Silt %	Argile %	
538+00	Gauche	4.3	45.7	50.0	12.2	77.8	10.0	13
587+00	Droite	7.8	37.2	55.0	49.2	44.6	6.2	42
595+00	Droite	6.2	28.8	65.0	27.9	55.8	7.5	55

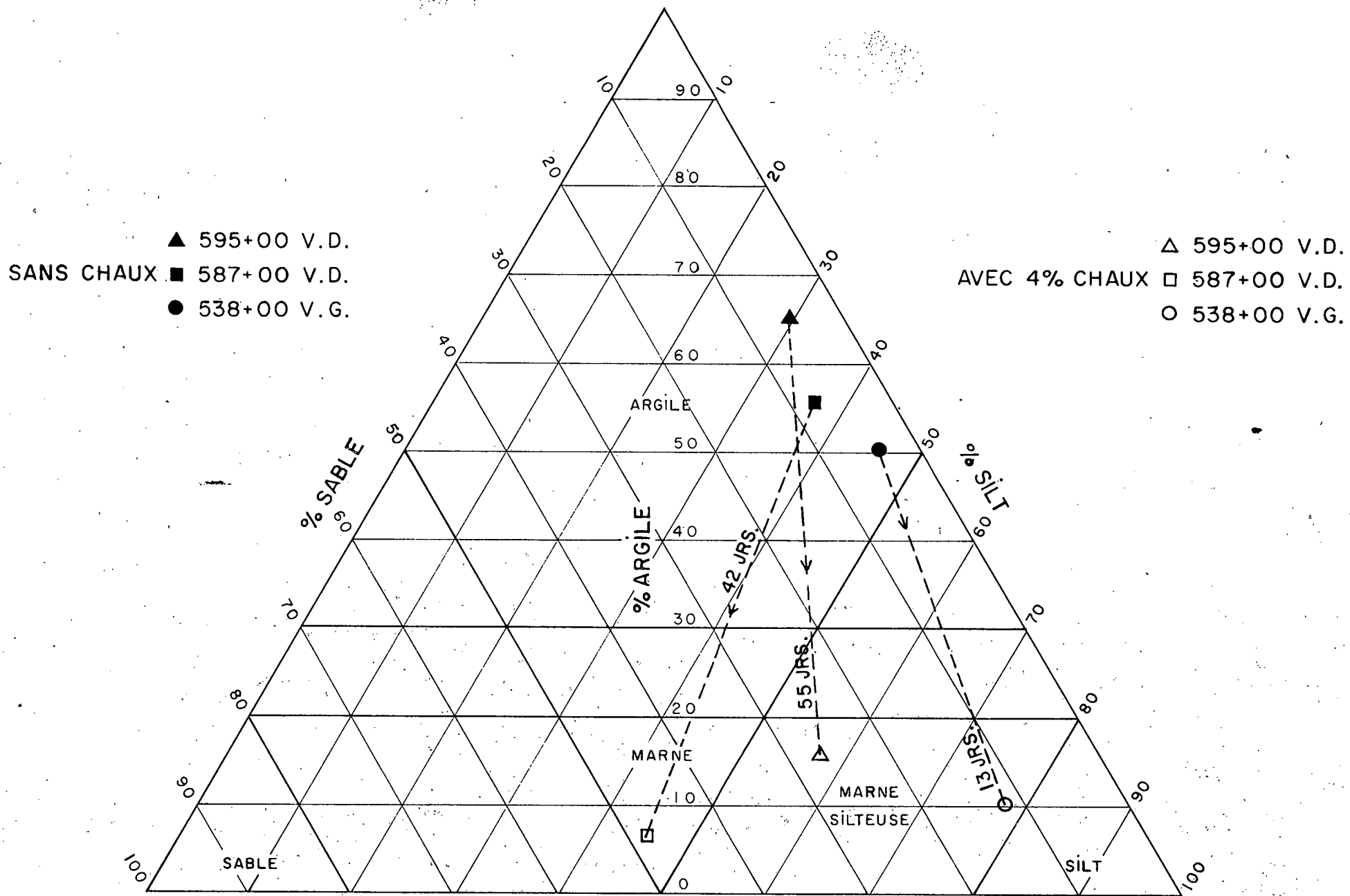


FIG.12 - EFFET SUR LA GRANULOMÉTRIE - MÉLANGE ARGILE + 4% CHAUX

plus facile à travailler.

2) Les essais C.B.R. et Benkelman montrent très bien que lorsque l'argile est stabilisée avec la chaux, sa force portante est grandement améliorée.

3) Ces mêmes essais indiquent également que la résistance du mélange argile-chaux augmente graduellement avec le temps.

4) L'essai d'immersion en laboratoire prouve que le mélange argile-chaux est beaucoup plus résistant que l'argile seule.

Il a été prouvé que la résistance du mélange argile-chaux augmente appréciablement avec son vieillissement. Cependant, les essais Benkelman n'ont été échelonnés que sur une période de 19 jours seulement. Il sera aussi intéressant, avant que la pose des fondations soit complétée, d'effectuer une autre série d'essais Benkelman durant la période de dégel. Cette dernière appréciation de la route permettra d'évaluer la possibilité de diminuer l'épaisseur des fondations proposées tout en gardant la même norme de qualité espérée. La structure proposée représentait déjà une économie appréciable dans les matériaux granulaires, tout en conservant une force portante adéquate. La présente expérience, qui doit se continuer par l'évaluation du comportement de la chaussée dans le temps, devrait permettre des économies substantielles, comparativement aux constructions de routes aux structures conventionnelles.

REMERCIEMENTS

Les auteurs désirent remercier monsieur G.-Robert Tessier, ing., M.Sc., Chef du Service des Sols et Matériaux pour son encouragement et sa critique constructive lors de la préparation et la rédaction de ce rapport. Des remerciements s'adressent aussi à monsieur J.-C. Tremblay et à son personnel du Service des Essais et Recherches, au docteur Robert Ledoux de l'Université Laval pour l'analyse par diffraction aux rayons -X de l'argile; au ministère des Richesses Naturelles pour l'analyse chimique de l'argile; à la compagnie Aluminium du Canada pour les essais préliminaires argile-chaux en laboratoire; à la compagnie Domtar Chemicals pour les essais pH sur le chantier; ainsi qu'aux ingénieurs et techniciens du Service des Sols et Matériaux qui ont collaboré à la réussite de ce projet.

---

Sources consultées

- 1- Anderson, K.O., et Shield, B.P., (1963) "Stabilization of Plastic Soils with Lime". 44ième convention annuelle de l'Association Canadienne des Bonnes Routes.
  - 2- Avon, (1954) "Lime Stabilization of Roads", National Lime Assoc. Washington, D.C.
  - 3- Brochu, P.-A., (1962) "Lime Asphalt Stabilization of a Highly Plastic Clay, Master of Science Thesis, University of Alberta.
  - 4- Eades, J.L., et Grim, R.E., (1966) "A Quick Test to determine Lime Requirements for Lime Stabilization", H.R.B. Record 139.
  - 5- Herrin, Moreland and Mitchell (1961) "Lime-Soil Mixtures", H.R.B. (Bulletin 304).
  - 6- McDowell, C. (1953) "Roads and Laboratory Experiments with Soil-Lime Stabilization" Proc., National Lime Assoc.
  - 7- Townsend, D.L., et Klym, T.W., (1966) "Durability of Lime-Stabilized Soils", H.R.B. Record 139.
  - 8- Woods, K.B., (1960) "Soil Stabilization", Highway Engineers Handbook (section 21).
-

Essais sur des mélanges d'argiles avec de la chaux hydratée

Il avait été remarqué lors de l'étude pédologique de ce projet que sur certaines sections, on pouvait rencontrer différents genres d'argile. De manière à s'approcher davantage des conditions qui pourraient être rencontrées sur le terrain, des essais complémentaires ont été faits sur des mélanges d'argiles ML, CL et CH avec de la chaux hydratée.

Le tableau VIII, ainsi que les figures 13 et 14 montrent les résultats de cette étude. Il est à noter que ces essais ont été effectués avec une teneur en eau supérieure de 4% à l'humidité optimum du Proctor Normal.

Ce pourcentage d'eau additionnelle a modifié légèrement les résultats des mélanges sans chaux. Contrairement à la figure 3, on constate sur la figure 13 pour les mélanges sans chaux, une diminution de la valeur C.B.R. avec une augmentation d'énergie. Ce phénomène provient du fait que le mélange atteint de plus en plus son état de saturation en augmentant l'énergie tout en gardant un pourcentage d'humidité constant.

Les courbes de la figure 14 montrent une baisse dans la densité avec l'addition de chaux dans le mélange, même avec une augmentation de l'énergie de compactage. Toutefois à un taux de chaux donné, la densité augmente avec un accroissement d'énergie.

---

TABLEAU VIII

Résultats des essais sur des mélanges d'argiles avec de la chaux

Energie pi-lbs/pi <sup>3</sup>	Chaux %	Valeur C.B.R. à 0.1" %	Teneur en eau		Poids Unitaire Sec lbs/pi <sup>3</sup>	Proctor Normal	
			au moulage,	à l'essai		Dens. sèche	Hum. opt.
9168	0	4.1	32.4	35.8	83.5	89.3	28.4
22920	0	3.6	32.4	34.3	86.8	89.3	28.4
50425	0	3.3	32.8	34.3	86.9	89.3	28.4
9168	4	18.1	33.2	33.3	80.7	88.3	29.3
22920	4	21.0	33.0	33.3	85.6	88.3	29.3
50425	4	27.7	33.1	33.8	86.1	88.3	29.3
9168	5	20.0	35.4	35.4	80.2	86.5	31.0
22920	5	27.0	35.0	34.4	83.4	86.5	31.0
50425	5	34.3	35.0	35.4	83.9	86.5	31.0

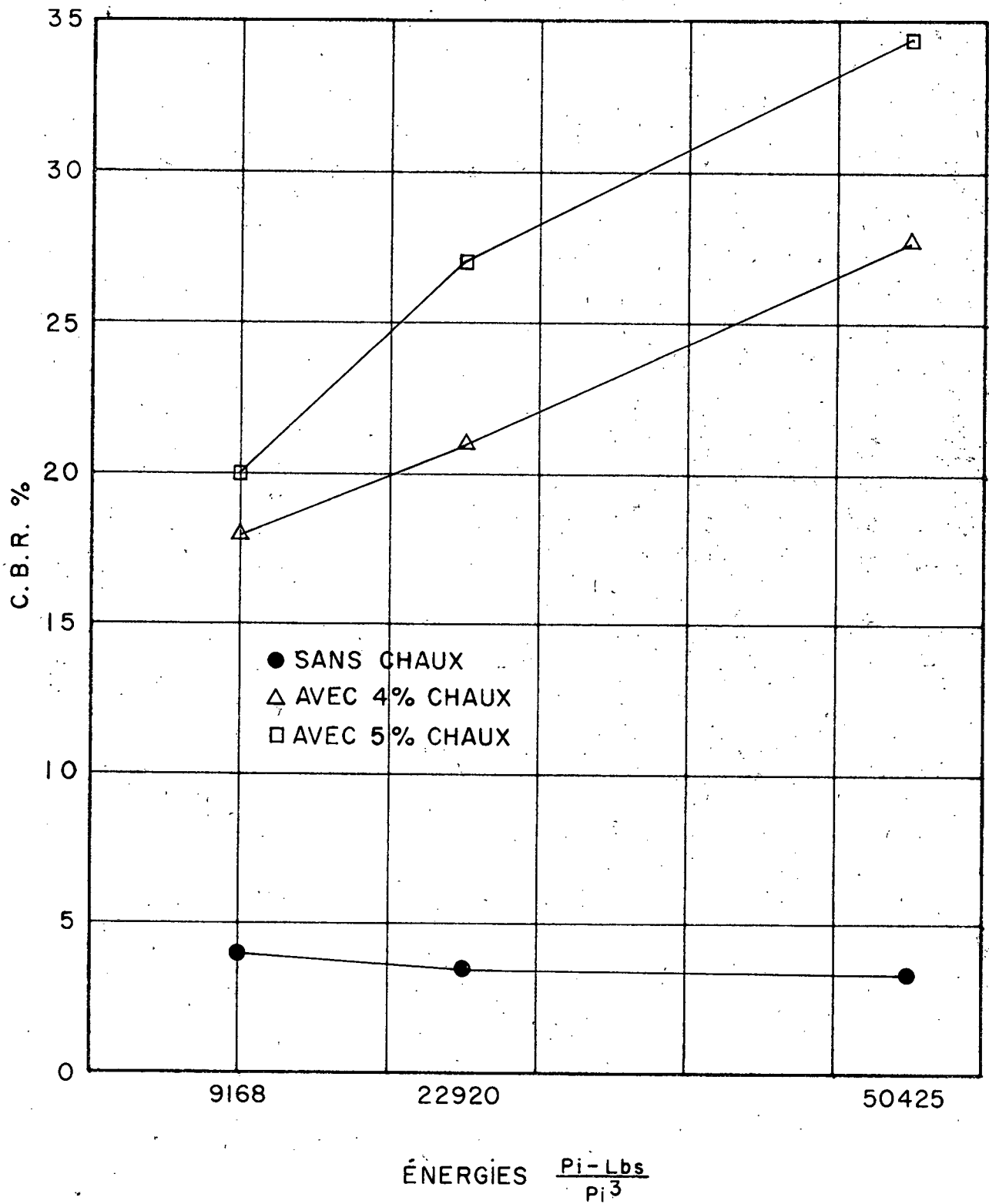


FIG.13 - RELATIONS VALEUR C.B.R. VS ÉNERGIES / VOLUME  
 HUMIDITÉ OPTIMUM PROCTOR NORMAL + 4%



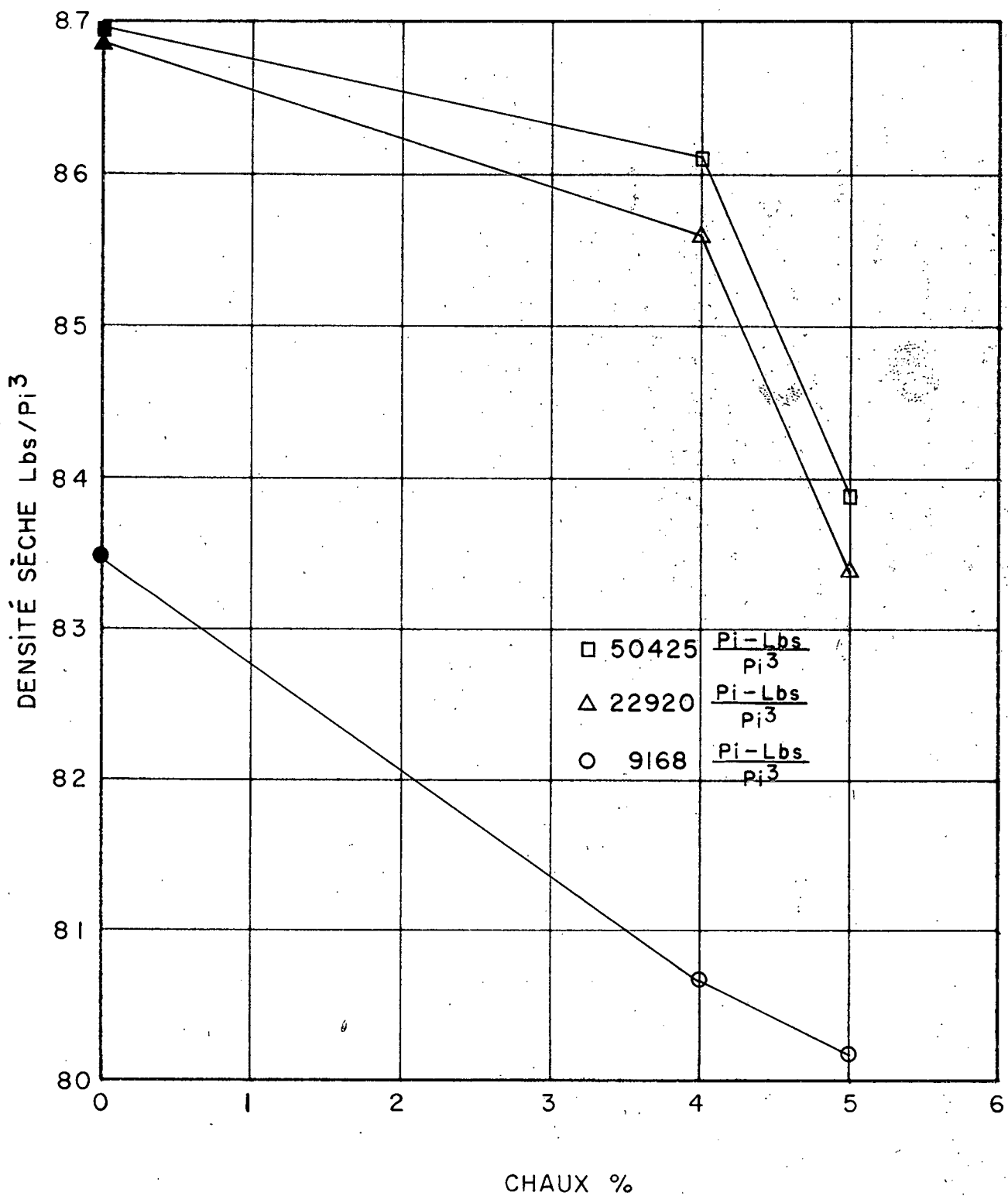


FIG.14 - RELATIONS DENSITÉ SÈCHE VS % CHAUX  
 HUMIDITÉ OPTIMUM PROCTOR NORMAL + 4%

MINISTÈRE DES TRANSPORTS



QTR A 102 461