

TABLE DES MATIERES		page
Résumé - Zusammensetzung		1
Avant - propos		2
Introduction		2
Description des emplacements		3
Profondeur du gel		7
A.DEFLEXIONS	Exécution	9
	Définitions	9
	Route cantonale No 516	10
	Route cantonale No 702	14
	Station cryométrique Payerne	19
	Tableaux récapitulatifs	20
	Variations journalières	20
	Considérations générales	24
B.DEFORMATIONS	Exécution	26
	Route cantonale No 516	27
	Route cantonale No 702	30
	Station cryométrique Payerne	36
C.COMMENTAIRES		37
D.CONCLUSIONS		39
Annexes		41

Dans le cadre des études effectuées dans le Canton de Vaud pour envisager le remplacement des graves et graviers par des matériaux industriels et pour tester leurs caractéristiques dans des routes situées dans leur contexte naturel, trois tronçons furent construits à des altitudes de 448,5 m, 488,4 m et 889,5 m. Ce rapport donne les résultats obtenus lors des déterminations des déflexions pendant une période de 4 1/2 ans et des déformations pendant 7 années.

Pour ces essais, trois genres de superstructures comportant une couche "artificielle isolante" furent étudiés: 2 tronçons de béton de polystyrène, 1 tronçon d'argile expansée et 1 tronçon + 1 champ avec des plaques de polystyrène extrudé. Pour une comparaison avec la pratique courante, 2 tronçons dits de référence complètent ces fractions de route. Les déflexions mesurées selon un réseau très serré restent, quelle que soit la composition de ces couches, au-dessous des valeurs normalement admises. Les déformations restent dans des limites usuelles pour la pratique.

Il est donc possible de construire une route convenable en utilisant des "matériaux industriels artificiels" semblables à ceux employés ici.

Les charges admissibles peuvent alors être celles des ordonnances fédérales en vigueur.

Zusammensetzung

Im Rahmen der Untersuchung, die im Kanton Waadt im Hinblick auf ein mögliches Ersetzen von Schotter und Kies durch Industrieprodukte und zur Prüfung ihrer Eigenschaften auf offenen Strassen durchgeführt werden, wurden drei Versuchsstrecken in 448,5 m, 488,4 m und 889,5 m Höhe gebaut. Der vorliegende Bericht gibt die Ergebnisse von Deflexionsmessungen während 4,5 Jahren und von Verformungsmessungen über einen Zeitraum von 7 Jahren an.

Für diese Versuche wurden drei Arten von Oberbau mit einer "künstlichen Isolierschicht" studiert: zwei Strecken mit Polystyrolbeton, eine Strecke mit Blähton und eine Strecke sowie ein Feld mit extrudierten Polystyrol-Platten. Zum Vergleich mit der üblichen Baupraxis ergänzen zwei sogenannte Referenzstrecken diese Strassenabschnitte.

Die in einem sehr dichten Raster gemessenen Deflexionen bleiben unterhalb der gewöhnlich zugelassenen Werte, unabhängig von der Zusammensetzung des Oberbaus sowie der Art und der Lage der Isolierschichten. Die Verformungen bleiben innerhalb der in der Praxis üblichen Grenzen. Es ist daher möglich, unter Verwendung von "künstlichen Industrieprodukten", die mit den hier verwendeten vergleichbar sind, brauchbare Strassen herzustellen.

Die zulässigen Lasten können daher die in den geltenden Bundeserlassen vorgesehenen sein.

Avant propos

Le rythme effréné de la construction - routière aussi - dans les années 1960-1970 faisait craindre une disparition de toutes les gravières, qui aurait eu pour conséquence un manque de graves et de graviers. Ces matériaux demeuraient l'élément primordial de toutes les superstructures routières et, de plus, l'action du gel et ses effets sur la bonne tenue d'une route raisonnablement dimensionnée n'était pas complètement maîtrisée.

Ces deux faits conduisirent les constructeurs routiers à prévoir de nouvelles solutions et à penser surtout à l'utilisation de "matériaux artificiels industriels". Parmi ceux-ci, certains avaient la propriété d'être isolants. Etaient-ils stables sous les charges?

Si ces matériaux sont vraiment isolants, le gel ne devrait pas atteindre le terrain. Il ne devrait donc théoriquement pas se produire de perte de portance. Sauf peut-être celle causée par une augmentation de l'humidité, sous la forme, due à une évaporation de l'eau phréatique. Il ne devrait pas non plus, y avoir de soulèvements dus à la formation de lentilles de glace.

Introduction

Par décision du 14 juin 1973 et du 30 janvier 1976, l'Office fédéral des routes, par le canal de la VSS, accordait un crédit de recherches portant entre autres sur l'étude de "l'efficacité des couches isolantes dans les chaussées et sur les charges admissibles de chaussées ainsi isolées".

Le mandat était confié à Jean Ed. Bonjour, en collaboration avec le Laboratoire de géotechnique (actuellement Institut des sols, roches et fondations) de l'EPF Lausanne et le Service cantonal vaudois des routes.

Deux tronçons furent aménagés lors de la construction par l'Etat de Vaud, à Payerne et aux Moulins, des routes cantonales correspondantes. De même, à la Station cryométrique de Payerne, où un des champs comporte une couche isolante. De nombreux appareils, surtout des capteurs de températures, y furent insérés.

A part les données succinctes figurant plus loin, les résultats des mesures de répartition des températures en profondeur feront l'objet d'un rapport séparé complet. Nous ne tentons pas non plus ici de calculer, pour les problèmes de dimensionnement, la puissance des différentes couches de matériaux.

Description des emplacements

Tous les détails techniques concernant les deux tronçons de route cantonale examinés figurent au rapport du Service des routes de l'Etat de Vaud dans Strasse und Verkehr du 13 mai 1974. Ceux concernant le champ X de la Station cryométrique de Payerne figurent au rapport de l'auteur dans Strasse und Verkehr n° 1/1963. Ils sont résumés ci-dessous et illustrés par un dessin de ces sections routières facilitant la compréhension du présent rapport.

Les points nivelés sont répartis par quintes sur un profil et figurés par un point sur les figures. Les profils de détermination des déflexions sont dessinés en traitillés.

1. Route cantonale no 516 Payerne

Altitude : 448,5 m env.

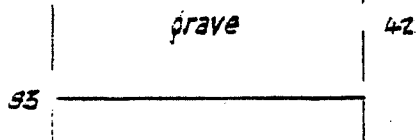
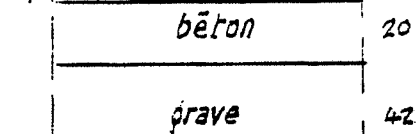
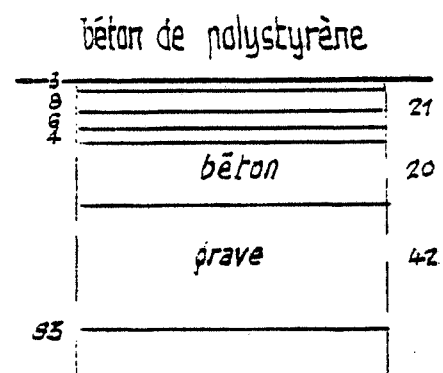
Les superstructures sont illustrées à la page suivante et précisées comme suit:

<u>référence</u>		<u>béton de polystyrène</u>	
couche d'usure	3 cm	couche d'usure	3 cm
enrobés hydrocarbonés	15 cm	enrobés hydrocarbonés	8 cm
grave	65 cm	gravier concassé 40/60	
		+percolation 25 kg	6 cm
		enrobé fin	4 cm
		béton isolant	20 cm
		grave	42 cm
total	83 cm	total	83 cm

L'idée de la couche de support en "sandwich" était d'éviter que des fissures éventuelles dans le béton ne se propagent en surface.

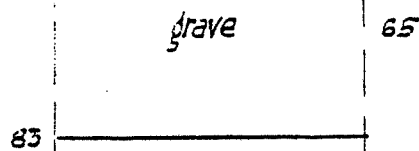
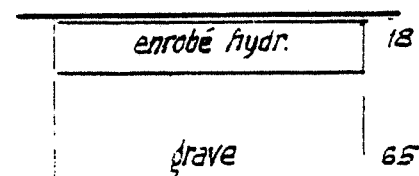
Trafic total: 15 avril 1980 1720 véh.+ 80 poids lourds

R.C. N° 516 Payerne



93

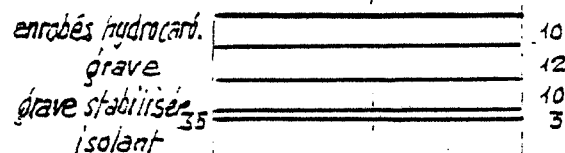
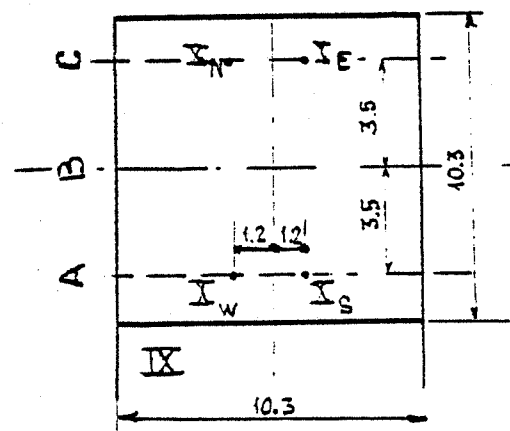
référence



83

point nivelé : 1-20 et X₄₋₅
déflexions A-L et 1-9

Station cryométrique
Champ X



2. Route cantonale no 702. Les Moulins

Altitude moyenne : 889,5 m.

Les superstructures des différents champs sont:

<u>référence</u>		<u>argile expansée</u>	
couche d'usure (AB 10)	7 cm	couche d'usure	6 cm
enrobés hydrocarbonés	8 cm	enrobés hydrocarbonés	8 cm
grave	40 cm	grave stabilisée	22 cm
grave fine	8 cm	argile expansée	20 cm
		grave fine	6 cm
total	63 cm	total	62 cm
<u>béton de polystyrène</u>		<u>plaques isolantes</u>	
couche d'usure	3 cm	couche d'usure	3 cm
enrobés hydrocarbonés	16 cm	enrobés hydrocarbonés	20 cm
béton isolant	18 cm	grave stabilisée	18 cm
grave stabilisée	17 cm	plaques isolantes	6 cm
		sable	5 cm
total	54 cm	total	52 cm

Trafic total: 26 août 1980 2600 véh. + 200 poids lourds

3. Station cryométrique Payerne

Altitude : 488,4 m.

La superstructure est illustrée au dessin de la page suivante et précisée comme suit:

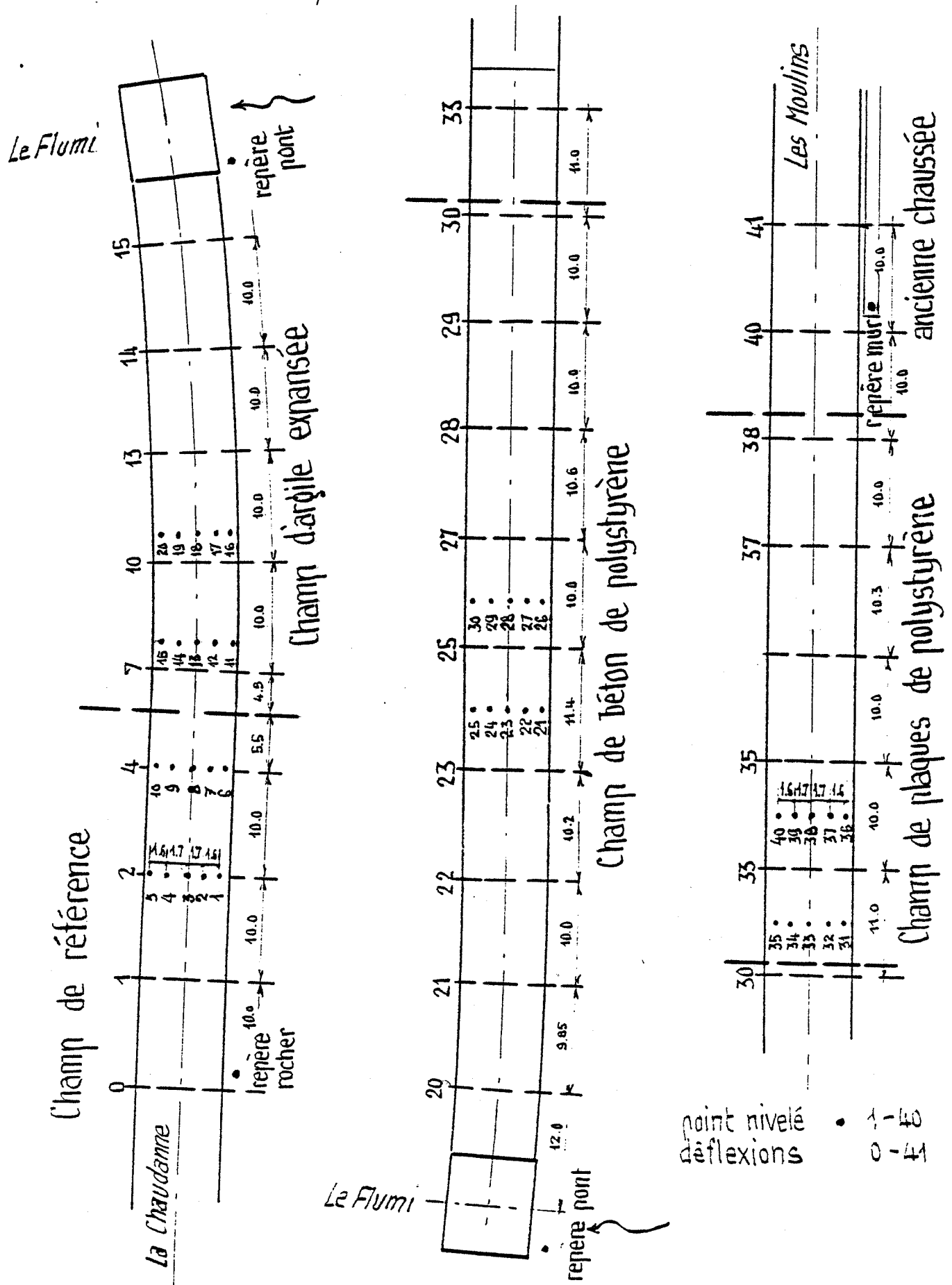
enrobés hydrocarbonés	10 cm	
grave	12 cm	
grave stabilisée	10 cm	
plaques isolantes	3 cm	C'est une construc- tion dite "sandwich"
total	35 cm	

rappel important: les champs de la Station cryométrique de Payerne ont été construits pour étudier la pénétration du gel et non pas pour des problèmes de trafic.

Pas de trafic

RC N° 702 Les Moulins

Les détails des superstructures figurent dans le texte

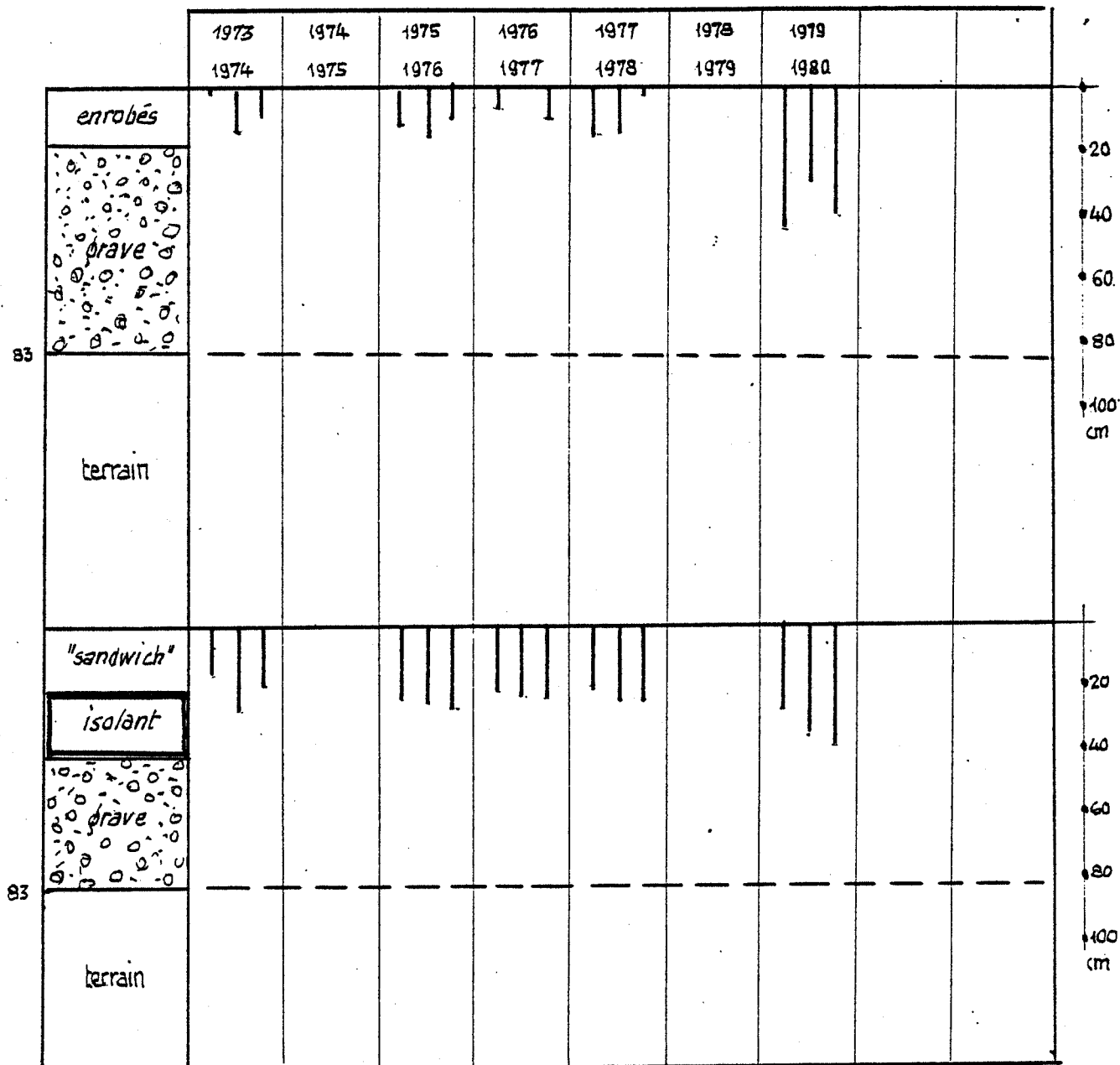


Profondeurs du gel

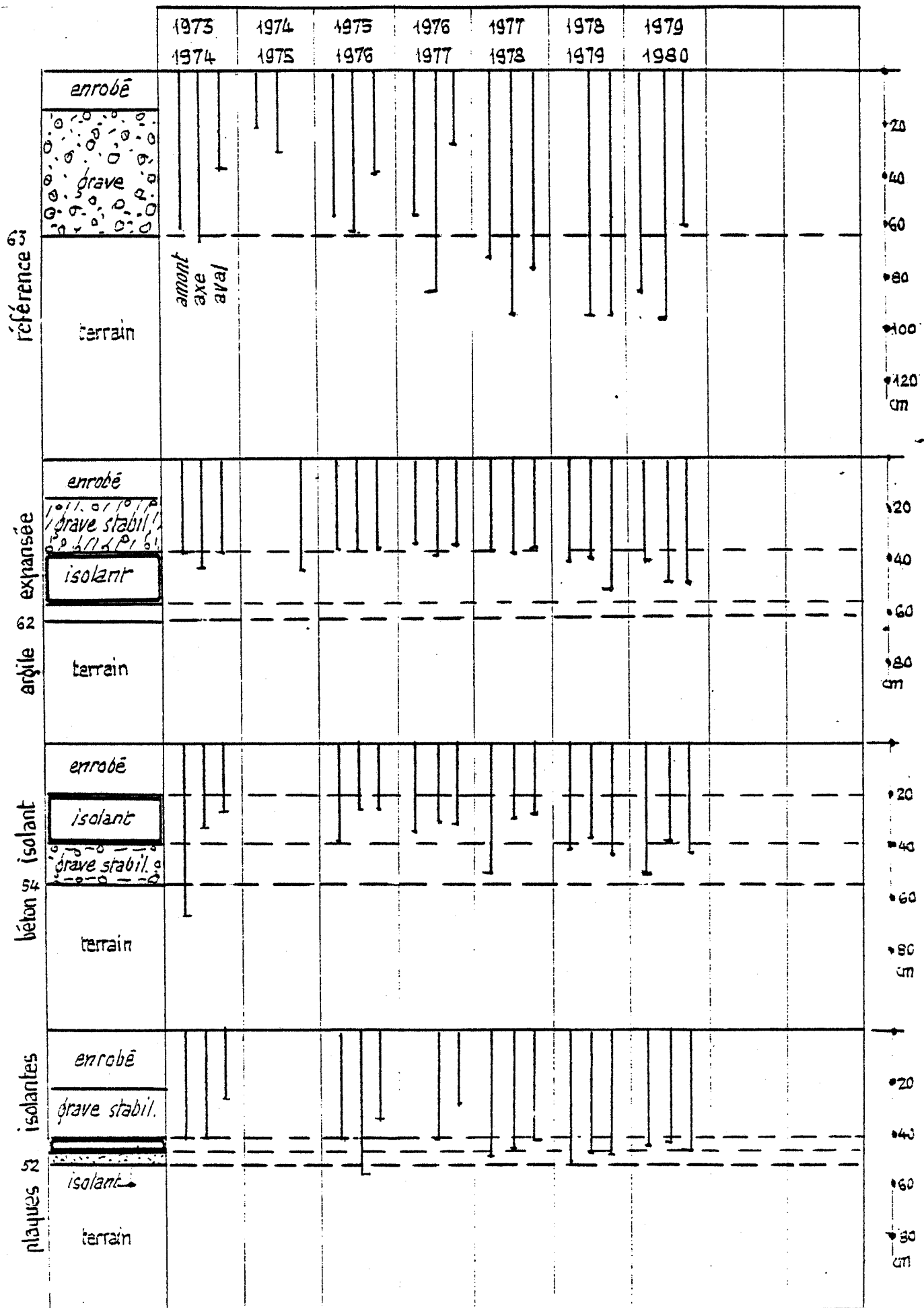
données par les cryomètres Wybo.

Pour faciliter l'examen des résultats des déflexions et des déformations, il peut être utile de connaître les conditions de gelée de l'hiver. Pour cette raison, les 2 tableaux suivants donnent des indications simplifiées des profondeurs du gel.

RC 516



Ces profondeurs devront encore être confirmées ou corrigées par le dépouillement des enregistrements des thermosondes. Ce sujet particulier fera l'objet d'un rapport séparé.



A . DEFLEXIONS

=====

Exécution

Les déflexions ont été mesurées sur chaque moitié de la chaussée, par un aller et retour, dans le sens de circulation. Ces déterminations furent faites par l'équipe du Laboratoire de géotechnique (Institut des sols, roches et fondations) de l'EPFL (Mr G. Steinmann) à l'aide de la poutre Benkelmann LECEP, selon la méthode appliquée dans la pratique courante.

Les charges étaient dues au camion MANN, muni de pneus Good-year 9.20.14, gonflés à 7 atm. mis gracieusement à disposition par le Laboratoire du Bureau des autoroutes vaudoises (MM. Jufer et Bovey). La charge sur l'essieu arrière était de 10 t. contrôlée au poids public de Château d'Oex avant chaque campagne.

Pour la RC No 516 et le champ X, la distance entre les profils était faible (2,5 m resp. 3,5 m) tandis que pour la RC No 702 elles étaient en général de 10 m. Les valeurs correspondent donc à un réseau très serré de mesures, sans qu'il y ait interaction d'un profil à l'autre.

note importante: dans ce rapport, sauf indications contraires, nous donnons les valeurs des déflexions totales et élastiques, qui sont corrigées à 20° selon la méthode habituelle.

Définitions

Ce rapport contient de nombreux chiffres qui correspondent aux déterminations distinctes suivantes:

d_i	valeur de la déflexion ponctuelle: totale ou élastique
$\bar{d}_p$	moyenne de 4 valeurs mesurées sur un profil.
$\bar{d}_c$	moyenne des n valeurs mesurées sur un champ entier
CV	coefficient de variation d'un champ

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{d}_c} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{d}_i - \bar{d}_c)^2}{n - 1}}$$

Pour essayer d'imager l'homogénéité des déflexions au cours de la période complète d'observation de 4 1/2 ans, il est possible de calculer le rapport de la valeur maximum de $\bar{d}_c$ ou des CV à la valeur minimum trouvée.

Toutes les valeurs sont données en 1 / 100 mm.

Les tableaux annexés en fin de rapport donnent à chaque page toutes les valeurs $\bar{d}_i$

Dans nos commentaires, pour fixer les idées, nous comparons les valeurs $\bar{d}_c$ obtenues ici à deux déflexions que nous avons choisies égales à 75/100mm et 80/100 mm.

R o u t e c a n t o n a l e n o 516

Durée des essais

Cette route a été mise en circulation le 12 septembre 1973. La couche d'usure a été posée en été 1974. Les premières mesures de déflexions ont eu lieu en mars 1975 et ont été poursuivies dans la règle au printemps et en automne. La période d'examen de 4 1/2 ans est assez longue pour en tirer des conclusions valables.

champ de référence

profils A....K

			déflexions:		totales		élastiques	
					$\bar{d}_c$	CV	$\bar{d}_c$	CV
12	mars	1975			54	0,177	59	0,150
10	décembre	1975			53	0,236	54	0,225
3	mars	1976			57	0,194	60	0,195
10	novembre	1976			54	0,250	57	0,216
1er	avril	1977			54	0,186	57	0,142
5	avril	1978			65	0,177	58	0,172
21	novembre	1978			56	0,199	52	0,225
8	mai	1978			60	0,226	57	0,241

Commentaires

déflexions totales:

sur 320 valeurs $\bar{d}_i$ une seulement (82) est légèrement supérieure à 80/100 mm et 3 sont supérieures à 75/100 mm.

la moyenne $\bar{d}_c$ est comprise entre 53/100 mm et 65/100 mm

le coefficient de variation est compris entre 0,177 et 0,250

le rapport max:min donne un coefficient de 1,23 pour les moyennes et de 1,41 pour les coefficients de variation.

déflexions élastiques:

sur 320 valeurs $\bar{d}_i$ 2 seulement (82 et 83) sont légèrement supérieures à 80/100 mm et 4 sont supérieures à 75/100mm.

la moyenne $\bar{d}_c$ est comprise entre 52/100 mm et 60/100 mm

le coefficient de variation est compris entre 0,142 et 0,225.

le rapport max:min donne 1,15 pour les moyennes et 1,58 pour les coefficients de variation.

Au cours de la période de contrôle, les valeurs des moyennes $\bar{d}_c$ totales ou élastiques sont restées égales. Il en est de même des coefficients de variation.

champ de béton de polystyrène

profils 1...9

			déflexions: totales		élastiques	
			$\bar{d}_c$	CV	$\bar{d}_c$	CV
12	mars	1975	53	0,201	52	0,240
10	décembre	1975	54	0,157	47	0,260
3	mars	1976	49	0,203	46	0,292
10	novembre	1976	50	0,179	43	0,301
1er	avril	1977	49	0,205	41	0,332
5	avril	1978	54	0,210	47	0,320
21	novembre	1978	49	0,148	35	0,284
8	mai	1979	37	0,308	31	0,391

Commentaires

déflexions totales:

sur 288 valeurs $\bar{d}_i$ deux seulement (81 et 83) dépassent 80/100 mm ; toutes les autres sont inférieures à 75/100 mm.

la moyenne $\bar{d}_c$ est comprise entre 37/100 mm et 54/100 mm

le coefficient de variation est compris entre 0,148 et 0,308

le rapport max:min donne un coefficient de 1,46 pour les moyennes et de 2,08 pour les coefficients de variation.

déflexions élastiques:

les 288 valeurs $\bar{d}_i$ sont inférieures à 80/100 mm, mais 4 sont supérieures à 75/100 mm

la moyenne $\bar{d}_c$ est comprise entre 31/100 mm et 52/100 mm

le coefficient de variation est compris entre 0,240 et 0,391

le rapport max:min donne un coefficient de 1,68 pour les moyennes et de 1,63 pour les coefficients de variation.

Au cours de la période de contrôle, les valeurs des moyennes $\bar{d}_c$ des déflexions ont diminué, alors que celles des coefficients de variation ont légèrement augmenté.

La diminution des déflexions veut dire qu'il y a encore eu un compactage dû au trafic; ceci était prévisible, étant donné que la couche de support comprend une épaisseur de gravier concassé percolé. La chaussée a tendance à s'améliorer.

Déflexions
corrigées à 20°

Profil	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	
12 mars 1975	53 60	55 56	58 55	59 51	52 52	56 58	56 60	58 62	40 64	50 64	élast. totale
10 décembre 1975	54 54	57 50	53 51	56 51	53 46	61 56	61 58	59 59	38 55	43 57	
3 mars 1976	60 61	54 53	59 55	55 53	60 56	60 63	62 65	60 64	50 63	49 63	
10 novembre 1976	55 57	54 55	56 50	54 52	50 51	59 60	60 63	56 63	44 54	45 62	
1er avril 1977	58 62	59 58	61 56	56 55	48 48	57 55	58 57	61 58	42 59	40 60	
5 avril 1978	71 67	69 59	67 56	63 53	63 52	66 59	66 58	67 58	53 60	61 62	
21 novembre 1978	60 53	54 45	52 44	51 41	59 51	60 56	62 53	66 58	51 54	50 58	
8 mai 1979	60 62	59 52	58 52	53 47	53 51	59 57	63 60	64 61	65 63	66 65	

Comparaisons
des déflexions $\bar{d}$
totales et élastiques

	total	élast.
$\bar{d}_c =$	54	58
12 mars 1975	54	54
10 décembre 1975	57	60
3 mars 1976	53	57
10 novembre 1976	54	57
1er avril 1977	65	58
5 avril 1978	57	51
21 novembre 1978	60	57
8 mai 1979		
moyenne générale		

RC no 516
béton de polystyrène

Déflexions
corrigées à 20°

Profil	1	2	3	4	5	6	7	8	9
12 mars 1975	49 47	52 48	44 41	55 51	54 52	49 50	58 55	57 56	63 66
10 décembre 1975	49 41	54 41	48 39	55 47	52 45	53 45	54 46	56 48	65 67
3 mars 1976	47 41	44 40	39 34	45 43	49 48	48 44	52 52	55 50	64 65
10 novembre 1976	47 40	46 40	42 32	50 44	49 42	50 40	55 47	51 45	57 59
1er avril 1977	49 40	43 38	40 30	47 39	52 46	48 39	50 45	50 42	64 63
5 avril 1978	48 36	51 36	45 34	54 40	51 35	55 38	60 42	55 40	69 60
21 novembre 1978	46 33	50 34	44 26	48 35	47 34	50 38	48 35	48 34	60 49
8 mai 1979	32 30	33 30	30 21	45 35	30 27	37 27	38 30	38 32	52 50
	élast. totale	élast. totale	élast. totale	élast. totale	élast. totale	élast. totale	élast. totale	élast. totale	élast. totale

Comparaisons
des déflexions d
totales et élastiques

Moyenne générale	totale	élast.
12 mars 1975	d _c = 53	52
10 décembre 1975	54	47
3 mars 1976	49	46
10 novembre 1976	50	43
1er avril 1977	49	42
5 avril 1978	54	40
21 novembre 1978	49	35
8 mai 1979	37	31

Route cantonale no 702Durée des essais

Cette section de route a été mise en circulation le 1er novembre 1973. La couche d'usure (tapis) a été posée le 19 juillet 1977. Les premières déterminations ont eu lieu en mars 1975 et se sont poursuivies dans la règle au printemps et en automne. Ce rapport porte donc sur une période de 4 1/2 ans, assez longue pour en tirer des conclusions valables.

Résultats

Les tableaux annexés en fin de rapport donnent à chaque page les valeurs $\bar{d}_i$ et, dans le texte, un tableau donne les valeurs de $\bar{d}_c$ et de CV.

champ de référence

profils 0, 1, 2 et 4

déflexions:			totales		élastiques	
			$\bar{d}_c$	CV	$\bar{d}_c$	CV
6	mars	1975	50	0,242	59	0,238
2	mars	1976	64	0,362	64	0,266
9	novembre	1976	58	0,257	55	0,239
31	mars	1977	61	0,196	66	0,179
15	juillet	1977	36	0,430	45	0,337
19	juillet	1977	pose de la couche d'usure			
4	avril	1978	46	0,369	47	0,229
20	novembre	1978	37	0,278	40	0,229
23	avril	1979	41	0,299	44	0,238

Commentaires

déflexions totales:

sur 128 valeurs $\bar{d}_i$ 7 sont supérieures à 75/100 mm et 4 sont supérieures à 80/100 mm.

la moyenne $\bar{d}_c$ est comprise entre 36/100 mm et 63/100 mm

le coefficient de variation est compris entre 0,242 et 0,430

le rapport max:min donne 1,78 pour les moyennes et 1,78

pour les coefficients de variation (il serait de 1 si toutes les valeurs étaient égales)

déflexions élastiques:

sur 128 valeurs 14 sont supérieures à 75/100 mm et 4 sont supérieures à 80/100 mm

la moyenne $\bar{d}_c$ est comprise entre 40/100 mm et 66/100 mm

le coefficient de variation est compris entre 0,179 et 0,337
le rapport max:min donne 1,65 pour les moyennes et 1,88 pour les coefficients de variation

Les déflexions totales et élastiques moyennes présentent les mêmes caractéristiques générales. Les moyennes $\bar{d}_c$ diminuent avec le temps.

La pose de la couche d'usure n'a pas apporté de changements notables.

champ d'argile expansée

profils 7,10,13,14 et 15

			déflexions: totales		élastiques	
			$\bar{d}_c$	CV	$\bar{d}_c$	CV
6	mars	1975	31	0,362	41	0,417
2	mars	1976	40	0,309	49	0,326
9	novembre	1976	41	0,273	51	0,228
31	mars	1977	51	0,212	59	0,193
15	juillet	1977	26	0,505	41	0,393
19	juillet	1977	pose de la couche d'usure			
4	avril	1978	30	0,394	38	0,330
20	novembre	1978	34	0,295	36	0,242
23	avril	1979	33	0,231	41	0,215

Commentaires

déflexions totales:

les 150 valeurs $\bar{d}_i$ sont inférieures à 68/100 mm

la moyenne $\bar{d}_c$ est comprise entre 30/100 mm et 51/100 mm

le coefficient de variation varie entre 0,212 et 0,505

le rapport max:min donne un coefficient de 1,70 pour les moyennes et de 2,38 pour les coefficients de variation

déflexions élastiques:

sur 150 valeurs $\bar{d}_i$ 2 sont supérieures à 80/100 mm

la moyenne $\bar{d}_c$ est comprise entre 36/100 mm et 59/100 mm

le coefficient de variation oscille entre 0,193 et 0,417

le rapport max:min donne un coefficient de 1,64 pour les moyennes et de 2,16 pour les coefficients de variation.

Les déflexions totales et élastiques moyennes présentent les mêmes caractéristiques générales. Les moyennes sont constantes dans le temps, de même que les coefficients de variation des déflexions totales; ceux des déflexions élastiques diminuent.

La pose de la couche d'usure n'a pas apporté de changements.

champ de béton de polystyrèneprofils 20,21,22,23,
25,27,28 et 30

			déflexions: totales		élastiques	
			$\bar{d}_c$	CV	$\bar{d}_c$	CV
6	mars	1975	21	0,501	23	0,145
2	mars	1976	18	0,209	25	0,300
9	novembre	1976	18	0,147	21	0,210
31	mars	1977	24	0,099	25	0,122
15	juillet	1977	6	0,594	12	0,273
19	juillet	1977	pose de la couche d'usure			
4	avril	1978	10	0,827	13	0,579
20	novembre	1978	16	0,105	18	0,157
23	avril	1979	18	0,211	17	0,140

Commentaires

déflexions totales:

les 288 valeurs $\bar{d}_i$ sont inférieures à 32/100 mmla moyenne $\bar{d}_c$ est comprise entre 6/100 mm et 24/100 mm

le coefficient de variation est compris entre 0,099 et 0,827

le rapport max:min donne un coefficient de 8,27 pour les coefficients de variation et de 4,0 pour les moyennes

déflexions élastiques:

les 288 valeurs $\bar{d}_i$ sont inférieures à 46/100 mmla moyenne $\bar{d}_c$ est comprise entre 12/100 mm et 25/100 mm

le coefficient de variation est compris entre 0,122 et 0,579

le rapport max:min donne un coefficient de 2,1 pour la moyenne et de 4,75 pour le coefficient de variation.

Les déflexions totales et élastiques très faibles ont des moyennes qui présentent de même caractéristiques générales. Les moyennes ont très légèrement diminué avec le temps, sauf une augmentation importante mais passagère après la pose de la couche d'usure.

note pour la pratique: la détermination avec l'appareillage utilisé de déflexions très petites est délicate

champ avec plaques de polystyrène

profils 33,35,37 et 38

déflexions :			totales		élastiques	
			$\bar{d}_c$	CV	$\bar{d}_c$	CV
6	mars	1975	41	0,383	54	0,422
2	mars	1976	56	0,436	57	0,296
9	novembre	1976	35	0,204	44	0,188
31	mars	1977	38	0,172	47	0,184
15	juillet	1977	32	0,651	43	0,503
19	juillet	1977	pose de la couche d'usure			
4	avril	1978	36	0,286	42	0,325
20	novembre	1978	31	0,193	33	0,223
23	avril	1979	34	0,189	39	0,186

Commentaires

déflexions totales:

des 128 valeurs, 4 sont supérieures à 75/100 mm et 2 à 80/100 mm (sauf une qui égale 120/100 mm)

la moyenne $\bar{d}_c$ est comprise entre 31/100 mm et 56/100 mm

le coefficient de variation oscille entre 0,172 et 0,651

le rapport max:min donne un coefficient de 1,81 pour les moyennes et de 3,78 pour les coefficients de variation.

déflexions élastiques:

des 128 valeurs, 9 sont supérieures à 75/100 mm et 8 à 80/100 mm

la moyenne $\bar{d}_c$ est comprise entre 33/100 mm et 57/100 mm

le coefficient de variation oscille entre 0,184 et 0,503

le rapport max:min donne un coefficient de 1,73 pour les moyennes et de 2,73 pour les coefficients de variation.

Toutes les moyennes, comme tous les coefficients de variation ont diminué avec le temps, malgré une forte augmentation du CV le 5 juillet 1977, rattrapée après l'hiver.

La pose de la couche d'usure n'a pas produit de modifications dans le comportement général.

ancienne chaussée

profils 40 et 41

Bien que le nombre de valeurs pour le calcul de la déflexion moyenne $\bar{d}_c$ et du coefficient de variation CV soit faible, nous donnons tout de même le résultat.

déflexions: totales			élastiques	
	$\bar{d}_c$	CV	$\bar{d}_c$	CV
9 novembre 1976	51	0,324	67	0,389
31 mars 1977	55	0,325	70	0,368
15 juillet 1977	82	0,612	99	0,627
4 avril 1978	78	0,561	90	0,566
20 novembre 1978	38	0,386	46	0,459
23 avril 1979	62	0,538	72	0,638

Commentaires

déflexions totales:

de seulement 54 valeurs, 13 sont supérieures à 80/100 mm
la moyenne $\bar{d}_c$ est comprise entre 38/100 mm et 82/100 mm.
le coefficient de variation est compris entre 0,324 et 0,612

le rapport max:min donne un coefficient de 2,16 pour les moyennes et de 1,88 pour les coefficients de variation.

déflexions élastiques:

de seulement 54 valeurs, 17 sont supérieures à 80/100 mm
la moyenne $\bar{d}_c$ est comprise entre 46/100 mm et 99/100 mm
les coefficients de variation sont compris entre 0,368 et 0,638.

le rapport max:min donne un coefficient de 2,15 pour les moyennes et de 1,73 pour les coefficients de variation.

Les moyennes des déflexions totales sont légèrement plus faibles que celles des déflexions élastiques; elles ne diminuent pas avec le temps, comme du reste les coefficients de variation qui eux ont augmenté durant la période de contrôle.

Station cryométrique P a y e r n eChamp X

Le champ X a été construit spécialement pour l'étude de la répartition des températures dans la chaussée. Pour cette raison l'épaisseur de la superstructure est volontairement faible et n'est pas indicative pour la portance. Nous donnons cependant les résultats obtenus puisque la superstructure comporte une couche isolante. La mesure des déflexions du profil C est difficile, le camion manoeuvrant hors de la piste.

Durée des essais

Ce champ, comme toute la piste, a été construit en novembre 1968. Les premières mesures des déflexions datent du 12 mars 1975, soit 7 ans plus tard.

Résultats

Les résultats figurent ci-dessous. Bien que le nombre de valeurs soit faible, nous avons tout de même calculé la moyenne des déflexions, le coefficient de variation et le rapport max:min, pour illustrer un cas bien particulier.

			$\bar{d}_c$	CV	$\bar{d}_c$	CV
12	mars	1975	93	0,199	79	0,208
10	décembre	1975	89 *	0,101*	86 *	0,136 *
3	mars	1976	108	0,254	96	0,251
10	novembre	1976	77	0,212	69	0,189
1er	avril	1977	128	0,238	97	0,167
5	avril	1978	142	0,212	94	0,239
21	novembre	1978	71	0,142	75	0,134
8	mai	1979	135	0,487	93	0,378

*moyenne sur 6 valeurs

Commentaires

déflexions totales:

sur 90 valeurs $\bar{d}_i$ 37 seulement sont inférieures à 80/100 mm

la moyenne $\bar{d}_c$ est comprise entre 71/100 mm et 142/100 mm

le coefficient de variation CV est compris entre 0,101 et 0,487

le rapport max:min donne 2,0 pour les moyennes et 4,82 pour les coefficients de variation

déflexions élastiques:

sur 90 valeurs $\bar{d}_i$ 23 seulement sont inférieures à 80/100 mm

la moyenne $\bar{d}_c$ est comprise entre 69/100 mm et 97/100 mm

le coefficient de variation oscille entre 0,134 et 0,378

le rapport max:min donne 1,40 pour les moyennes et 2,82 pour les coefficients de variation

Tableaux récapitulatifs

Sur les deux tronçons étudiés, nous avons déterminé 2604 déflexions $\bar{d}_i$. Les tableaux qui suivent résument partiellement quelques résultats. D'abord

des déflexions supérieures à 75/100 mm ou 80/100 mm

		RC no 702					RC no 516	
	réf- rence	argile expans.	béton isolant	plaques isolant.	ancienne route		réf- rence	béton isolant
totales: $\bar{d}_i > 80$	4	0	0	2	-		1	1
$\bar{d}_i > 75$	7	0	0	4	-		3	1
élastiq. $\bar{d}_i > 80$	4	3	0	8	-		2	0
$\bar{d}_i > 75$	14	6	0	12	-		6	4

des valeurs de $-\frac{\max}{\min}$

pour les moyennes:

défl. totales	1,78	1,70	4,0	1,81	2,16	1,23	1,46
défl. élastiques	1,65	1,64	2,08	1,73	2,15	1,15	1,68

pour les coefficients CV:

défl. totales	1,78	2,38	8,27	3,78	1,88	1,41	2,08
défl. élastiques	1,88	2,16	4,75	2,73	1,73	1,58	1,63

plus max:min est proche de 1, plus le tronçon est homogène sur la durée

Variations journalières

Au cours d'une détermination, le 6 mars 1975, des déflexions sur la RC no 702, nous avons répété celles-ci l'après-midi. Les températures ont passé de -2° tôt le matin à 13° au début de l'après-midi. Les deux tableaux suivants donnent les résultats détaillés de ces mesures. Leur examen montre que bizarrement la plupart des déflexions sont plus petites l'après-midi, qu'elles aient été corrigées ou non. Pour déterminer si ce phénomène est une exception, il serait souhaitable de faire une série de mesures plusieurs jours de suite à des températures nettement différentes.

RC No 702
6 mars 1975

	rive		axe		axe		rive		
prof.	m	am	m	am	m	am	m	am	m:matin am:après midi
0	16	24	19	24	50	48	60	52	
1	22	32	35	13	92	32	42	33	
2	20	48	42	48	56	28	44	37	
4	32	42	26	57	49	45	30	29	
7	26	12	14	17	23	10	14	12	
10	38	54	32	37	10	20	13	20	
13	42	26	28	18	30	27	24	23	
14	18	15	18	33	26	16	15	17	
15	11	11	15	5	29	13	20	15	
20	6	9	9	9	6	8	5	7	
21	7	2	12	2	7	2	4	4	
22	6	2	7	5	6	5	5	4	
23	6	8	5	5	4	3	6	2	
25	6	6	5	4	3	2	0	4	
27	5	2	7	4	4	5	4	5	
28	7	3	7	3	12	3	3	3	
29	4	2	4	7	4	6	4	4	
30	3	5	3	8	4	4	4	4	
33	14	10	14	18	30	18	11	13	
35	11	-	11	22	38	38	38	20	
37	52	52	52	61	28	30	26	26	
38	28	42	48	70	52	32	30	30	
40	42	48	96	100	118	86	106	104	

déflexions totales non corrigées

températures
matin -2° 0° 5° 9°
après midi 13° 13° 11° 11°

	rive		axe		axe		rive		
prof.	m	am	m	am	m	am	m	am	m:matin am:après midi
0	12	44	17	44	58	52	66	61	
1	8	34	44	20	100	70	52	43	
2	12	44	52	52	62	34	52	43	
4	36	54	28	65	70	39	42	34	
7	32	24	24	35	36	21	23	14	
10	46	72	28	50	30	20	25	26	
13	46	46	37	30	54	36	36	30	
14	28	20	18	39	52	30	25	25	
15	11	13	13	15	44	15	26	15	
20	8	11	7	11	10	8	11	9	
21	7	5	7	5	12	2	9	5	
22	5	2	5	9	9	6	9	6	
23	5	8	4	8	11	4	0	3	
25	6	4	7	3	6	4	2	6	
27	5	4	5	5	4	6	7	6	
28	6	4	6	4	16	5	9	5	
29	5	3	4	8	10	3	8	2	
30	1	9	2	14	10	6	7	6	
33	27	32	27	25	16	42	26	26	
35	12	26	12	35	76	54	76	26	
37	52	52	52	50	36	30	35	28	
38	50	50	72	63	72	42	39	30	
40	54	44	120	126	166	146	142	126	

déflexions élastiques non corrigées

températures
matin -2° 0° 5° 9°
après midi 13° 13° 11° 11°

RC No 702
 6 mars 1975

	rive		axe		axe		rive	
prof.	m	am	m	am	m	am	m	am
0	36	32	39	32	59	57	69	51
1	42	40	55	21	101	41	51	42
2	40	56	62	56	65	37	53	48
4	52	50	46	65	58	54	39	38
7	46	20	34	25	32	18	23	20
10	58	62	52	45	19	28	22	28
13	62	32	48	26	39	35	33	31
14	38	23	38	39	35	24	24	25
15	31	19	35	13	38	21	29	22
20	26	17	29	17	17	15	16	14
21	27	10	32	10	18	9	15	11
22	26	8	27	11	17	12	16	11
23	26	14	25	11	15	10	17	9
25	26	12	25	10	14	9	11	11
27	20	8	27	10	15	12	15	12
28	22	9	22	9	23	10	14	10
29	19	8	19	13	15	13	15	11
30	18	11	18	14	15	11	15	11
33	25	16	29	24	41	25	22	20
35	22	--	26	28	49	45	49	27
37	63	59	63	68	39	37	37	33
38	39	49	59	77	63	39	41	37
40	59	55	107	107	129	93	117	111

déflexions totales corrigées

températures

 matin -2° 0° 5° 9° 11°
 après midi 13° 13° 11° 11°

	rive		axe		axe		rive	
prof.	m	am	m	am	m	am	m	am
0	32	52	37	52	67	61	75	70
1	28	42	64	28	109	79	61	52
2	32	52	72	60	71	43	61	52
4	56	62	48	73	79	48	51	43
7	52	32	44	43	45	29	32	22
10	66	80	48	58	39	28	34	34
13	66	54	57	38	63	44	45	38
14	48	28	38	47	61	38	34	33
15	31	21	33	28	53	23	35	23
20	28	19	27	19	21	15	22	16
21	27	13	27	13	23	9	20	12
22	25	8	25	15	20	13	20	13
23	25	14	24	14	22	11	11	10
25	26	10	27	9	17	11	13	13
27	25	10	25	14	15	13	18	13
28	21	10	21	10	27	12	20	12
29	20	9	19	14	21	10	19	9
30	16	15	17	20	21	13	18	13
33	42	31	42	38	27	49	37	33
35	27	32	27	41	87	61	87	33
37	63	59	63	57	47	37	46	35
38	61	57	83	70	83	49	50	37
40	65	51	131	133	177	153	153	133

déflexions élastiques corrigées

températures

 matin -2° 0° 5° 9° 11°
 après midi 13° 13° 11° 11°

Corrélation entre tronçons semblables

Les tronçons routiers d'essai comprennent deux paires de superstructures semblables, ceux de référence et de béton de polystyrène. Deux de ceux-ci se trouvent à Payerne, RC no 516, sur le Plateau suisse et les deux autres aux Moulins RC no 702 dans les Préalpes vaudoises.

Il est intéressant de comparer les résultats obtenus, en n'oubliant pas que les épaisseurs ne sont pas entièrement identiques et que les couches de support sont différentes.

champs de référence

			déflexions: total. élast.				totales		élastiques	
			$\bar{d}_c$		$\bar{d}_c$		CV		CV	
12.	3.	1975	50	54	59	52	0,242	0,177	0,238	0,240
10.	12.	1975	64	53	64	47	0,362	0,236	0,266	0,260
3.	3.	1976	58	57	55	46	0,257	0,194	0,239	0,292
10.	11.	1976	61	54	66	43	0,196	0,250	0,179	0,301
1er	4.	1977	36	54	45	41	0,430	0,186	0,337	0,332
5.	4.	1978	46	65	47	47	0,369	0,177	0,229	0,320
21.	11.	1978	37	56	40	35	0,278	0,199	0,229	0,284
8.	5.	1979	41	60	44	31	0,299	0,226	0,238	0,391
RC no			702	516	702	516	702	516	702	516

champs de béton de polystyrène

			déflexions: totales élast.				totales		élastiques	
			$\bar{d}_c$		$\bar{d}_c$		CV		CV	
12.	3.	1975	21	53	23	52	0,501	0,201	0,145	0,240
10.	12.	1975	18	54	25	47	0,209	0,157	0,300	0,260
3.	3.	1976	18	49	21	46	0,147	0,203	0,210	0,292
10.	11.	1976	24	50	25	43	0,099	0,179	0,122	0,301
1er	4.	1976	6	49	12	41	0,594	0,205	0,273	0,332
5.	4.	1978	10	54	13	47	0,827	0,210	0,579	0,320
21.	11.	1978	16	49	18	35	0,105	0,148	0,157	0,284
8.	5.	1979	18	37	17	31	0,211	0,308	0,140	0,391
RC no			702	516	702	516	702	516	702	516

C o n s i d é r a t i o n s g é n é r a l e s

Actuellement après 7 ans de mise en circulation, les tronçons des routes cantonales no 516 et no 702 sont en parfait état, quel que soit le champ considéré.

Examinons successivement les différentes superstructures.

A. Champs de référence.

Rappelons d'abord les caractéristiques des superstructures:

- à la RC no 516, sur 65 cm de graves une épaisseur de 18 cm de mélanges hydrocarbonés, soit un total de 83 cm
- à la RC no 702, sur 48 cm de graves une épaisseur de 15 cm de mélanges hydrocarbonés, soit un total de 63 cm

Donc une chaussée de la RC no 702 plus faiblement dimensionnée que celle de la RC no 516 (23 % de moins au total).

Toutes les moyennes $\bar{d}_p$ des déflexions sont inférieures à 66/100 mm. Les valeurs des déflexions totales sont semblables, quelques fois plus grandes, quelques fois plus petites, mais tout de même environ 15 % plus grandes pour la RC no 516. Au contraire, les déflexions élastiques sont plus grandes, environ 23 % pour la RC no 702. Ce qui paraît plus logique et correspond à la différence des épaisseurs totales.

B. Champ d'argile expansée.

La chaussée comprend

- sur 6 cm de graves fines, 20 cm d'argile expansée, puis 22 cm de graves stabilisées, surmontées de 14 cm de mélanges hydrocarbonés, au total 62 cm.

Toutes les moyennes $\bar{d}_p$ des déflexions sont inférieures à 59/100 mm. Dans le temps, elles ont d'abord augmenté, pour revenir aux grandeurs de départ. Les moyennes "élastiques" sont d'environ 18 % plus grandes que celles des déflexions totales. La pose de la couche d'usure n'a pas modifié sensiblement l'allure des valeurs.

Par contre, le coefficient de variation a diminué constamment avec cependant quelques soubresauts.

C. Champs de béton de polystyrène.

Les superstructures des deux champs ne sont pas exactement semblables:

- sur la RC no 702, nous avons 17 cm de graves stabilisées, puis 18 cm de béton isolant surmontés de 19 cm de mélanges hydrocarbonés, au total 54 cm
- à la RC no 516, sur 42 cm de graves, 20 cm de béton isolant surmontés d'un sandwich de 4 cm d'enrobés fins, de 6 cm de gravier concassé 40/60 percolé et de 11 cm de mélanges hydrocarbonés, au total 83 cm (30 % de plus)

Toutes les moyennes $\bar{d}_p$ des déflexions sont inférieures à 25/100 mm pour la RC no 702 et à 54/100 mm pour la RC no 516. La différence est probablement due à la composition spéciale de la couche de support de la RC no 516, bien que l'épaisseur soit plus grande.

Dans le temps, les valeurs moyennes des déflexions ont légèrement diminué pour les deux chaussées. Par contre, les valeurs des coefficients de variation sont presque égales à la fin à celles du début, mais avec des grandes variations dans le cours des observations.

Rappelons la difficulté d'exécuter des mesures de faibles déflexions avec l'appareillage utilisé.

D. Champs avec plaques de polystyrène.

Les superstructures des deux champs sont très différentes:

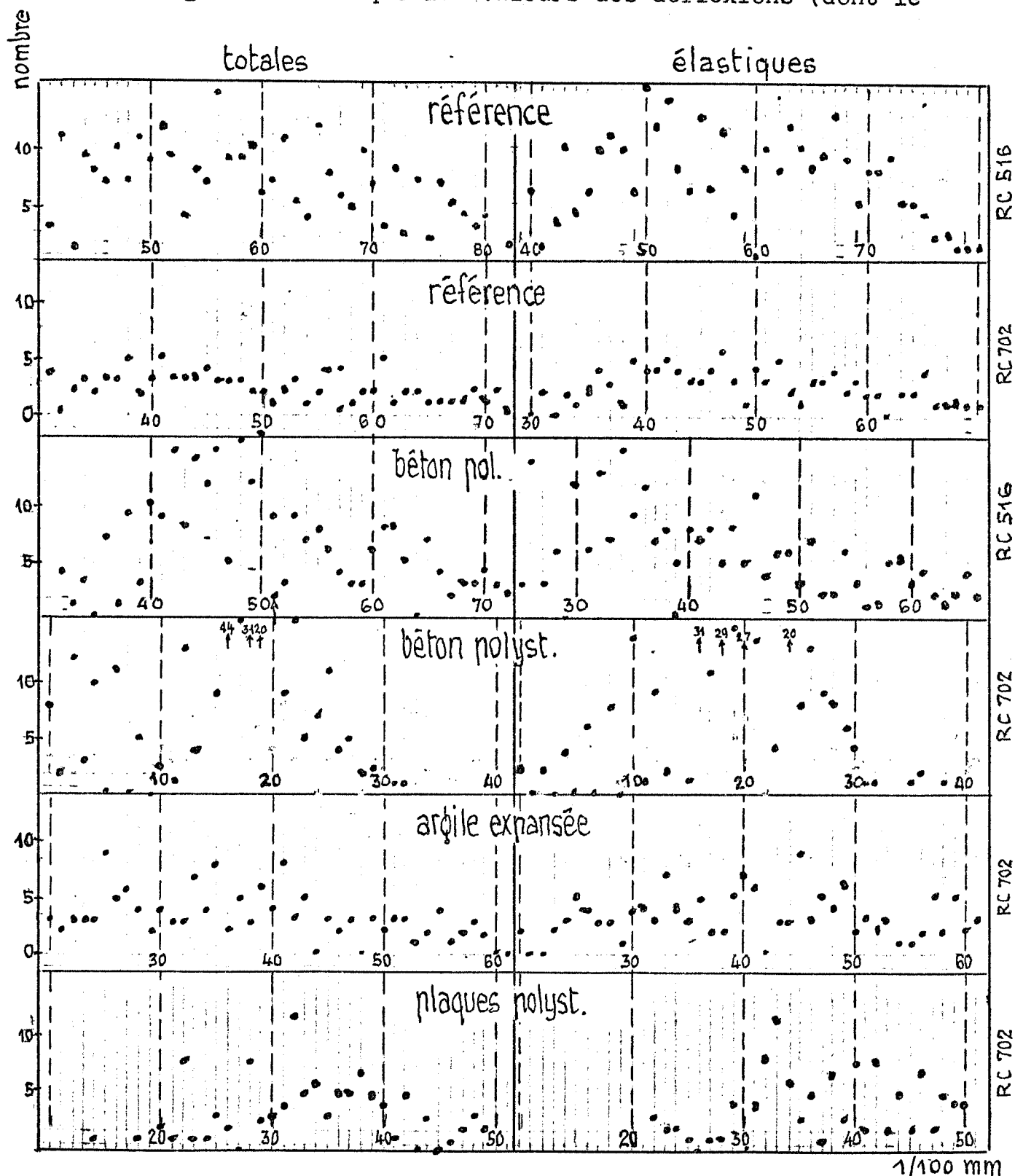
- sur la RC no 702 nous avons successivement 5 cm de sable, 6 cm de plaques isolantes, 18 cm de graves stabilisées et 23 cm de mélanges hydrocarbonés, au total 52 cm
- au champ X de la Station cryométrique successivement 3 cm de plaques isolantes, 10 cm de graves stabilisées, 12 cm de graves puis 10 cm d'enrobés hydrocarbonés, au total 35 cm.

Pour la RC no 702 toutes les moyennes $\bar{d}_p$ des déflexions sont inférieures à 57/100 cm. Dans le temps, elles diminuent légèrement, mais régulièrement, alors que les coefficients de variation diminuent aussi mais irrégulièrement.

Pour le champ X les moyennes $\bar{d}_p$ des déflexions sont inférieures à 142/100 mm. Leur valeur, comme celles des coefficients de variation varient beaucoup dans le temps.

Répartition des déflexions $\bar{d}_1$.

Sur les graphiques de cette page figurent en ordonnée le nombre de déflexions ayant la valeur en 1/100 mm donnée en abscisse. L'examen des figures montre que les valeurs des déflexions (dont le



nombre est différent pour chaque champ) sont également réparties sur toute la largeur de l'échelle.

B . DEFORMATIONS

=====

Des mesures de déformations ont été prévues pour détecter l'effet sur la route

- du trafic (diminution de l'épaisseur de la couche d'usure)
 - de l'environnement (variations de température, neige et pluie)
- et pour quantifier un éventuel gonflement dû au gel. Pour le champ X, sans trafic, de la Station cryométrique, seul l'environnement entre en compte.

Exécution

Pour examiner les mouvements verticaux - et éventuellement horizontaux - de la couche de roulement, deux profils en travers de chaque tronçon de route furent choisis. Ils sont situés à 5 m de distance des capteurs de température et comportent chacun 5 fiches métalliques.

Ces fiches sont nivelées, pendant la période froide, à l'aide d'un niveau automatique Karl Zeiss Ni 007, sans emploi du micromètre, qui donne par conditions normales, une erreur moyenne de $\pm 2 \dots \pm 3$ mm par km. Le nivellement est rapporté à 3 points fixes scellés à l'amont de la route, dont les niveaux furent contrôlés entre eux lors de chaque nivellement et quelques fois par rapport à un repère de nivellement fédéral. L'excellente concordance paraît permettre de dire qu'il n'y a pas de fautes opérationnelles dans les résultats figurant à ce rapport.

Des mouvements verticaux peuvent être dus à

- un enfoncement des fiches par rapport à la surface de roulement
- des variations de la surface
- des déplacements de grains
- des effets de température (gel, fluage)

Sur les graphiques illustrant les résultats obtenus, une bande de 4 mm de largeur (± 2 mm) est ombrée pour essayer de figurer une zone des imprécisions de mesure.

R o u t e c a n t o n a l e n o 516

Chaque profil comporte 5 fiches éloignées respectivement de 1,25 m et de 2,5 m de part et d'autre de la fiche d'axe.

Ce nivellement est lié à un point fixe scellé dans le socle d'un candélabre. La stabilité de ce point est contrôlée par rapport à un autre repère scellé dans la dalle du couvert de la caserne voisine, à environ 20 m. L'altitude est approximativement de 448,5 m.

Ici aussi aucune mesure n'a été faite pour déterminer des déplacements horizontaux éventuels. Mais les fiches des profils ayant été placées en ligne, il est possible de dire que si des mouvements se sont produits, leur ampleur est négligeable.

Les valeurs figurant à la suite correspondent à une période de mesure de presque 7 années.

Résultats et commentaires

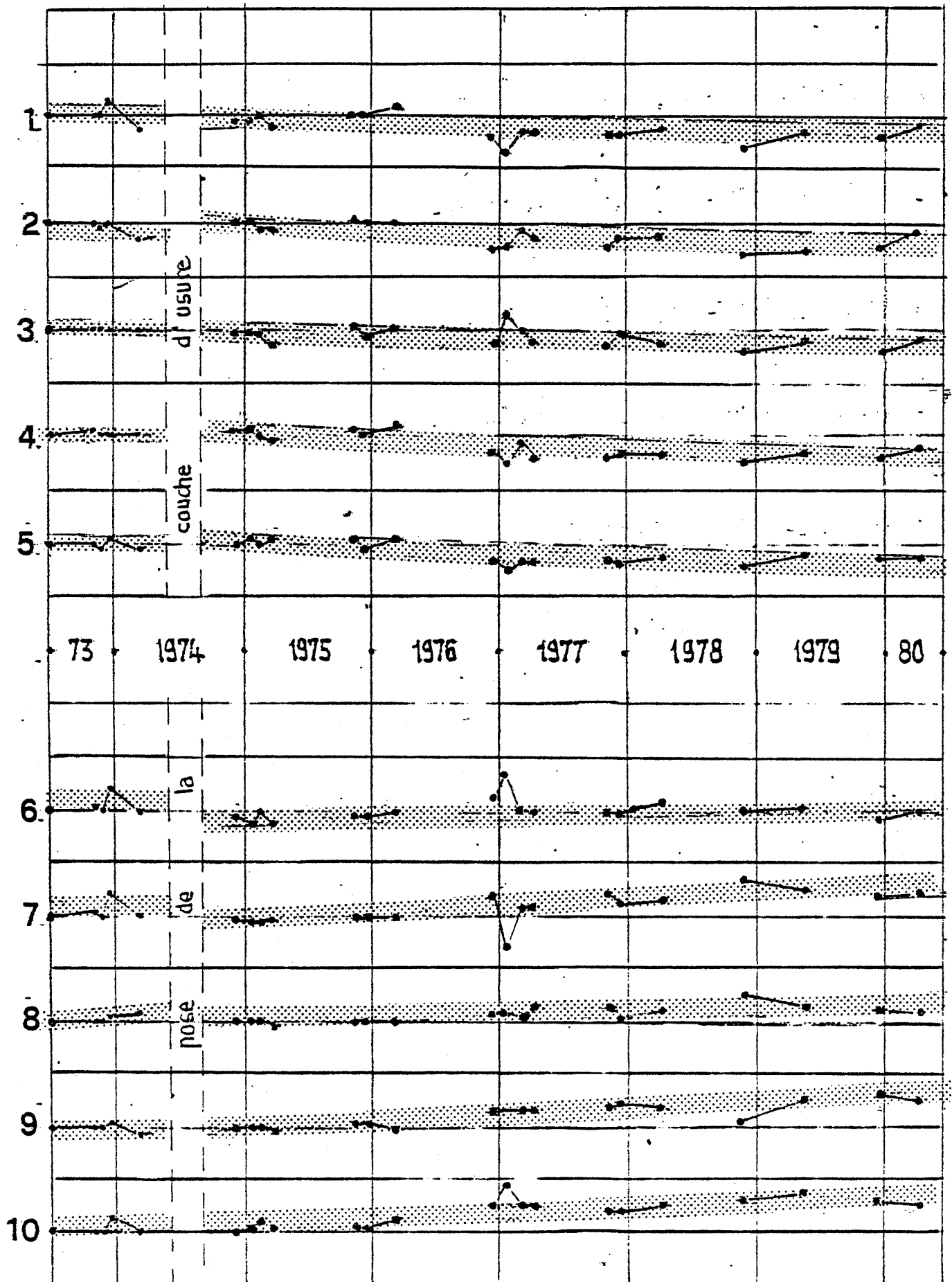
Les relevés des nivellements figurent aux dessins des pages suivantes. Le graphique de chaque point porte une bande ombrée correspondant à ± 2 mm, soit 4 mm au total figurant la précision des nivellements.

L'examen des figures montre que pour le tronçon de référence aucun mouvement n'est décelable la première année. Par la suite, tous les points restent dans la bande des précisions, mais en permettant de repérer un léger tassement pour les points 1 à 5, mais un soulèvement pour les points 6 à 10.

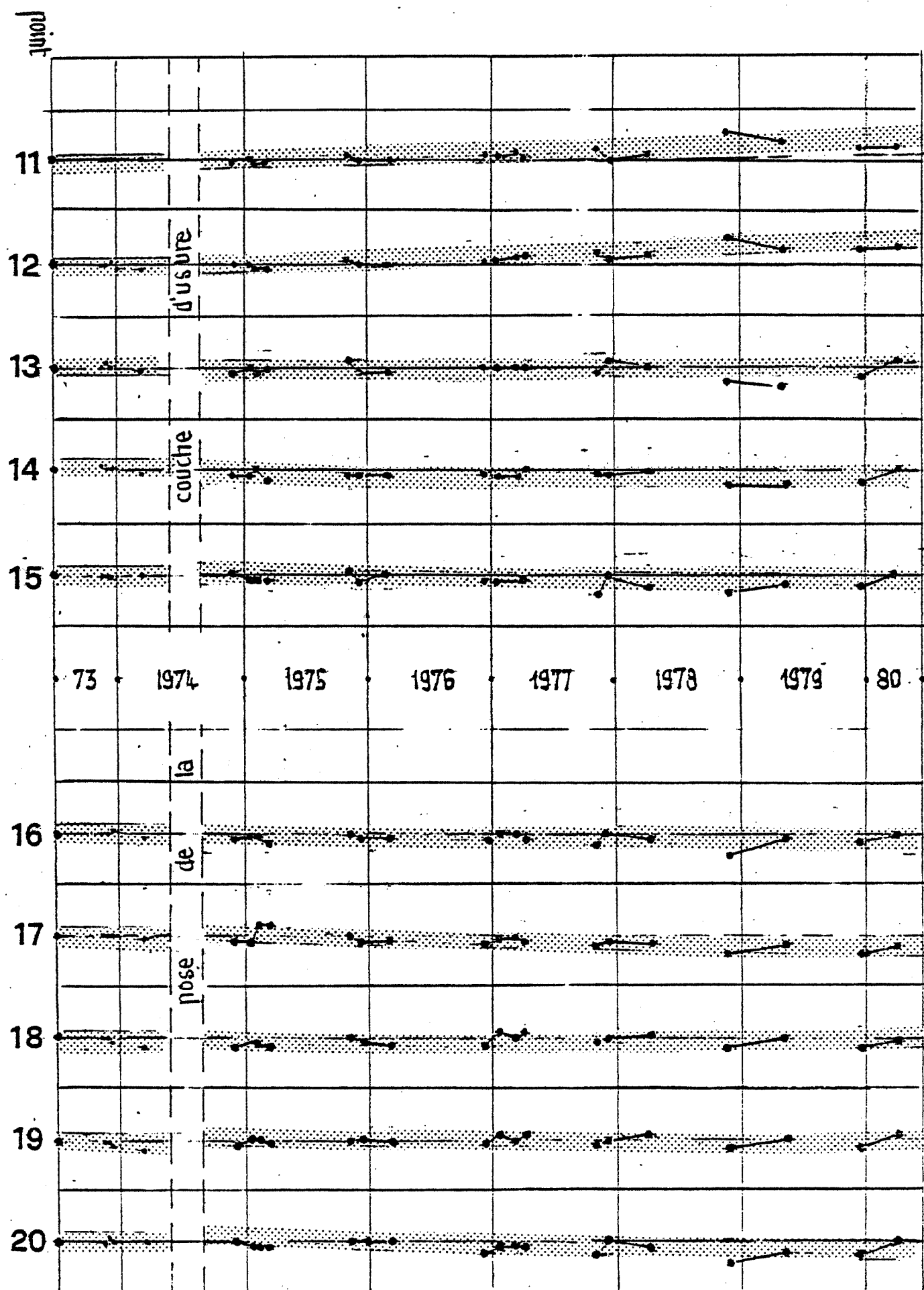
Pour le béton de polystyrène, tous les points sont dans la bande des précisions, avec des très faibles mouvements de la surface. Il n'y a donc aucune déformation notable, mais de très légers mouvements de la surface, vers le haut ou vers le bas qui ne paraissent pas pouvoir être attribués à une formation de glace interstitielle, fort improbable.

déformations ponctuelles

point



"isolant"



Route cantonale no 702

Chaque profil comprend 5 fiches éloignées respectivement de 1,7 m et de 3,3 m de part et d'autre de la fiche d'axe. Le nivellement est lié à 3 points fixes scellés aux abords de la route.

un dans le rocher proche du profil 0 altitude 888,99 m

un sur la culée du pont altitude 890,47 m

un sur le mur bordant la chaussée

près des profils 40 et 41 altitude 890,29 m

L'altitude du point d'axe du pont est de 890,28 m.

Aucune mesure n'a été faite pour déterminer des déplacements horizontaux éventuels. Mais les fiches de chaque profil ayant été placées en ligne, il est possible de dire que si des mouvements se sont produits, leur ampleur est négligeable.

Les valeurs figurant à la suite correspondent à une période de mesure de presque 7 années.

Résultats et commentaires

Les relevés des nivellements figurent aux dessins des pages suivantes. Le graphique de chaque point porte une bande ombrée dont la largeur correspond à la précision des mesures soit ± 2 mm.

L'examen des graphiques montre:

pour le tronçon de référence, deux périodes très dissemblables, avant la pose de la couche d'usure et après. Signalons que le tronçon de référence constituait une des extrémités du chantier et le raccordement avec une ancienne chaussée en assez mauvais état. Il est possible que de ce fait le compactage des matériaux ait été moins bon qu'ailleurs. Et précisons que lors de la pose de la couche d'usure une surépaisseur de 4 cm a été nécessaire pour arriver à un profil convenable.

Constatons d'abord un tassement régulier moyen de 4 mm par an pour les points 1 à 5 et de 2 1/2 mm par an pour les points 6 à 10. Depuis la pose de la couche d'usure il n'y a pas de tassement général, mais plutôt des déformations de la surface de roulement.

Mais on observe en hiver des soulèvements allant jusqu'à 1 1/2 cm, par exemple durant l'hiver 1976-1977 où le gel est descendu de 20 cm dans le terrain, mais paradoxalement des soulèvements de 1 cm dans les hivers 1973-1974 et 1975-1976 où le gel n'a pas atteint le terrain.

Par contre, après la pose de la couche d'usure, des mouvements ascendants, mais faibles, avec une pénétration du gel dans le terrain.

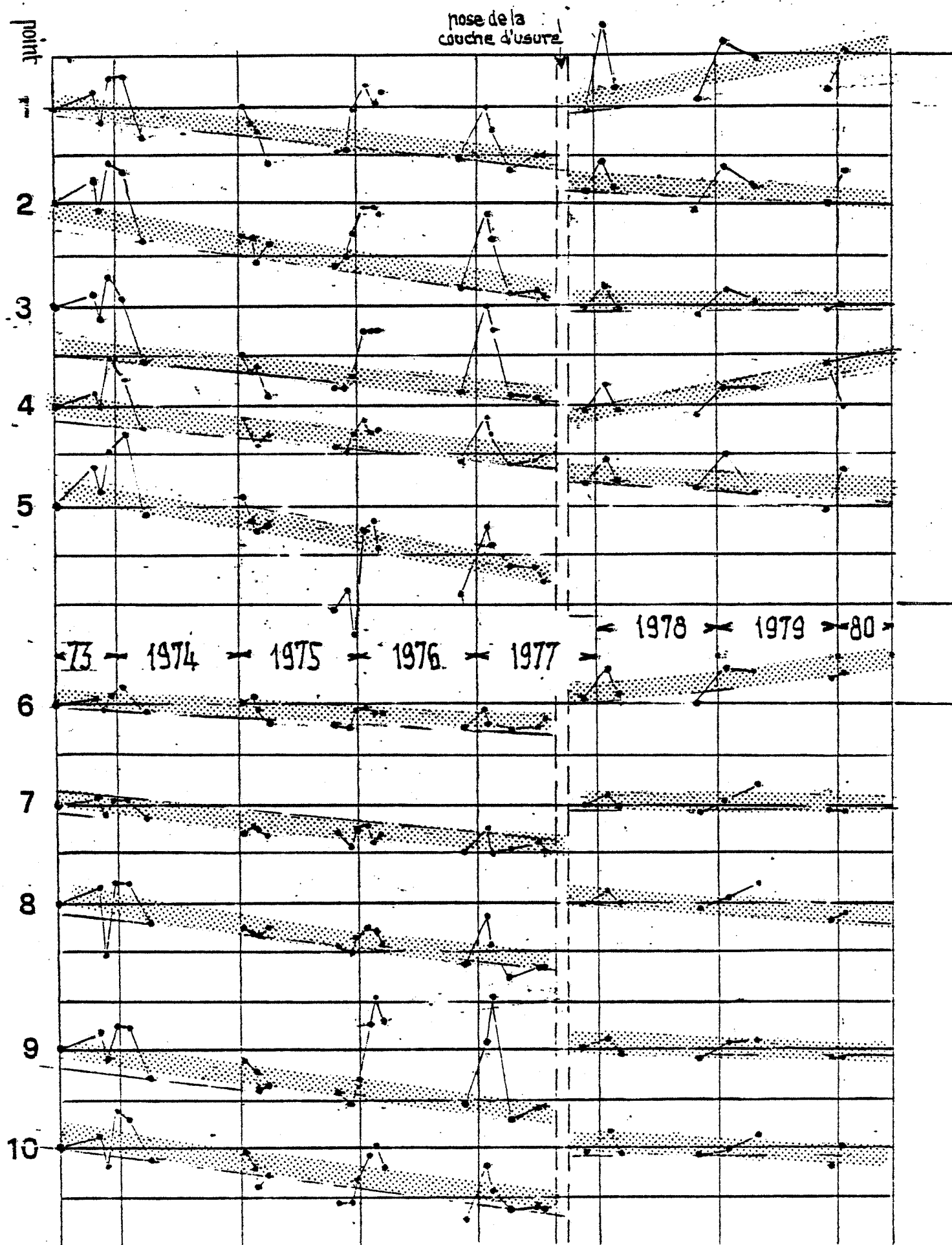
pour le tronçon d'argile expansée, avant la pose de la couche d'usure, il se produit un tassement de tous les points de 2 1/2 mm par an qui devient pratiquement nul par la suite. Il est possible de déceler pendant l'hiver des soulèvements de 1/2 cm, mais aussi en juillet 1977 un soulèvement de tous les points. L'analyse montre en définitive qu'il ne s'est produit aucune déformation de ce champ.

pour le tronçon de béton de polystyrène, on constate aussi avant la pose de la couche d'usure un tassement de tous les points de 2 1/2 mm par an. Et pourtant la superstructure est largement surdimensionnée. Il est donc logique d'évoquer un postcompactage par le trafic des couches supérieures (mélanges hydrocarbonés).

Après la pose de la couche d'usure, il ne s'est produit aucun mouvement remarquable.

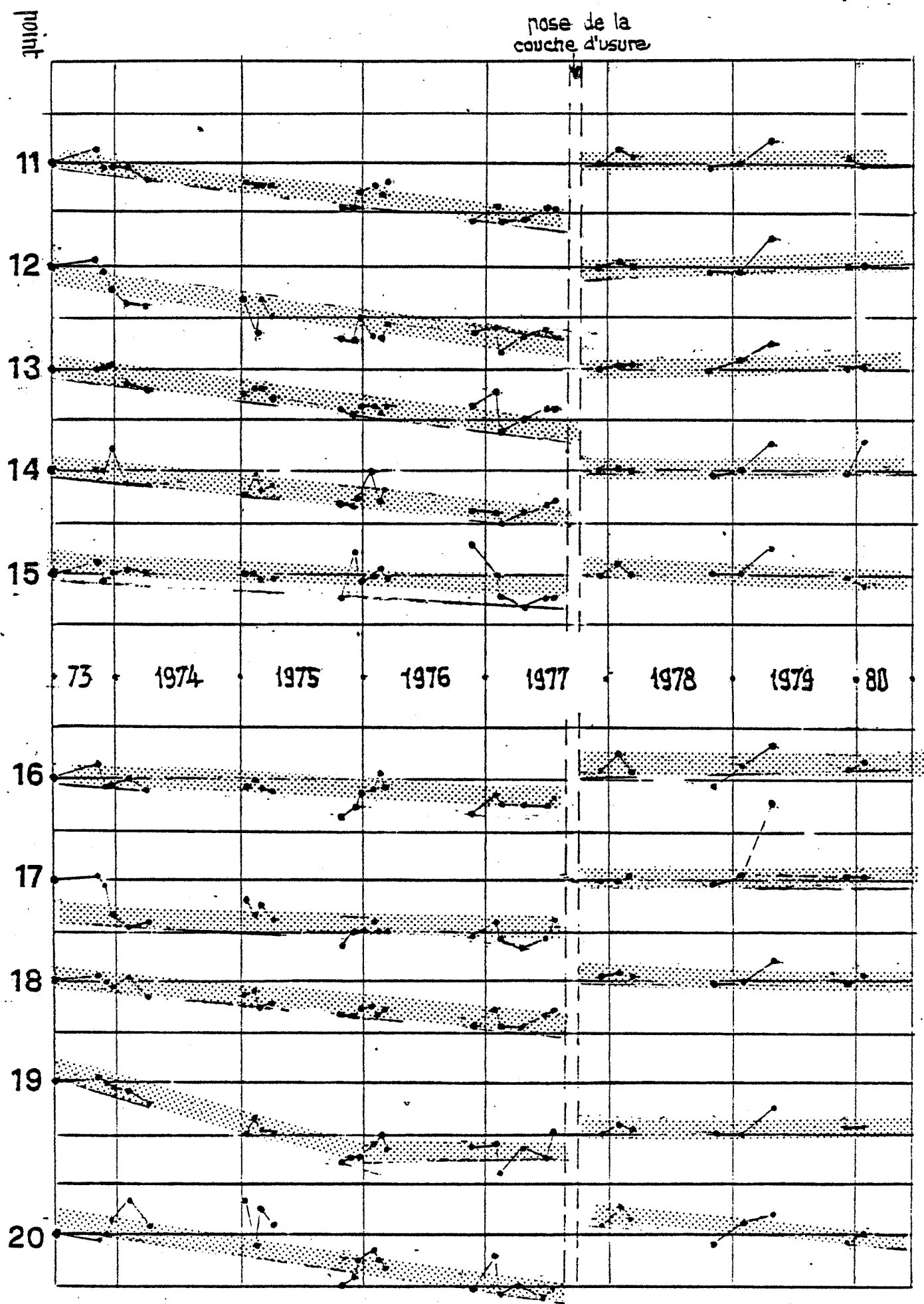
pour le tronçon de plaques isolantes, on constate avant la pose de la couche d'usure, un tassement général de presque 2 mm par an. Par la suite, pratiquement aucune déformation. Il n'est pas possible de déceler des mouvements spéciaux durant l'hiver.

déformations ponctuelles



rc 702.
argile
expansée

déformations ponctuelles

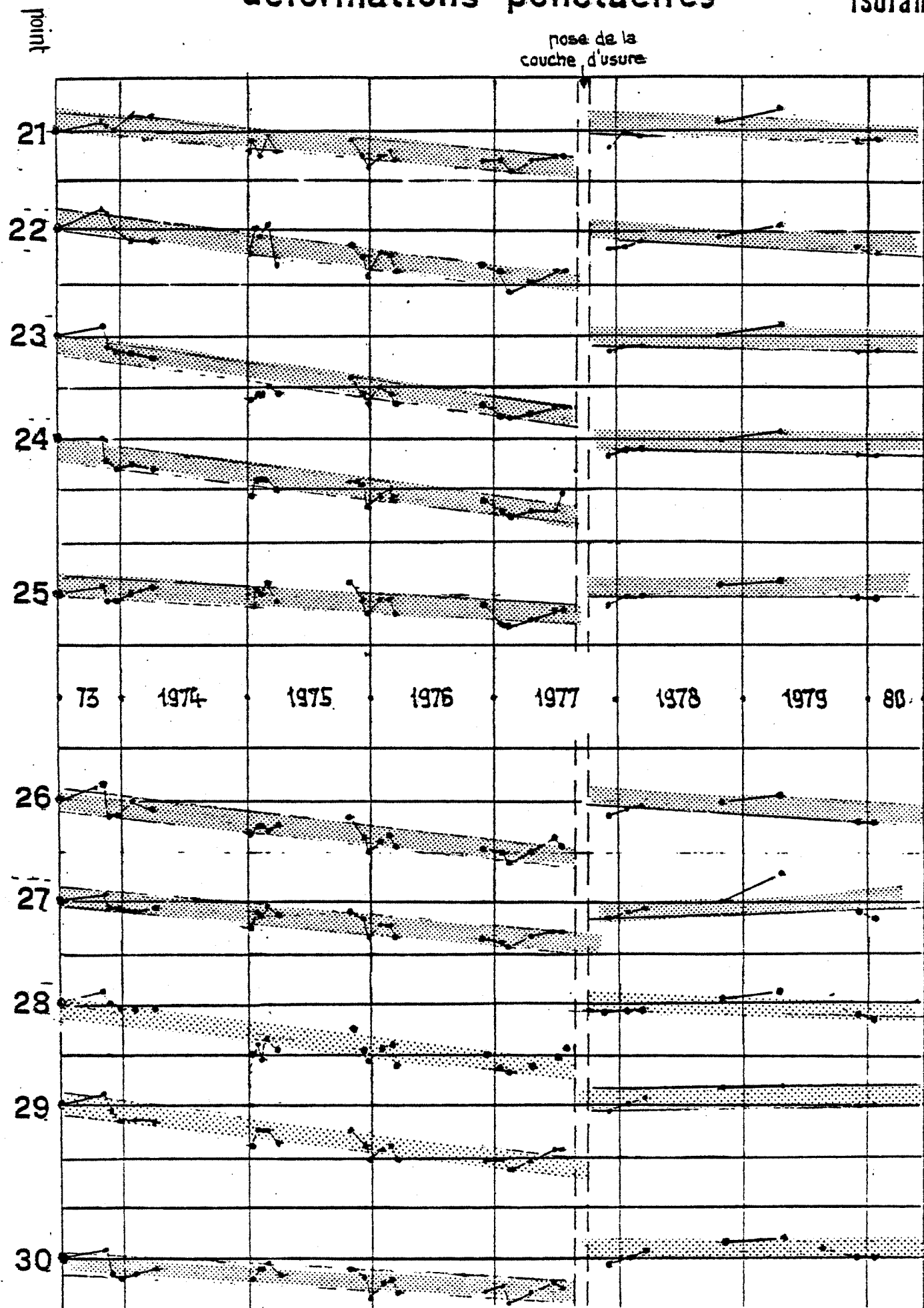


rc 702

béton

» isolant »

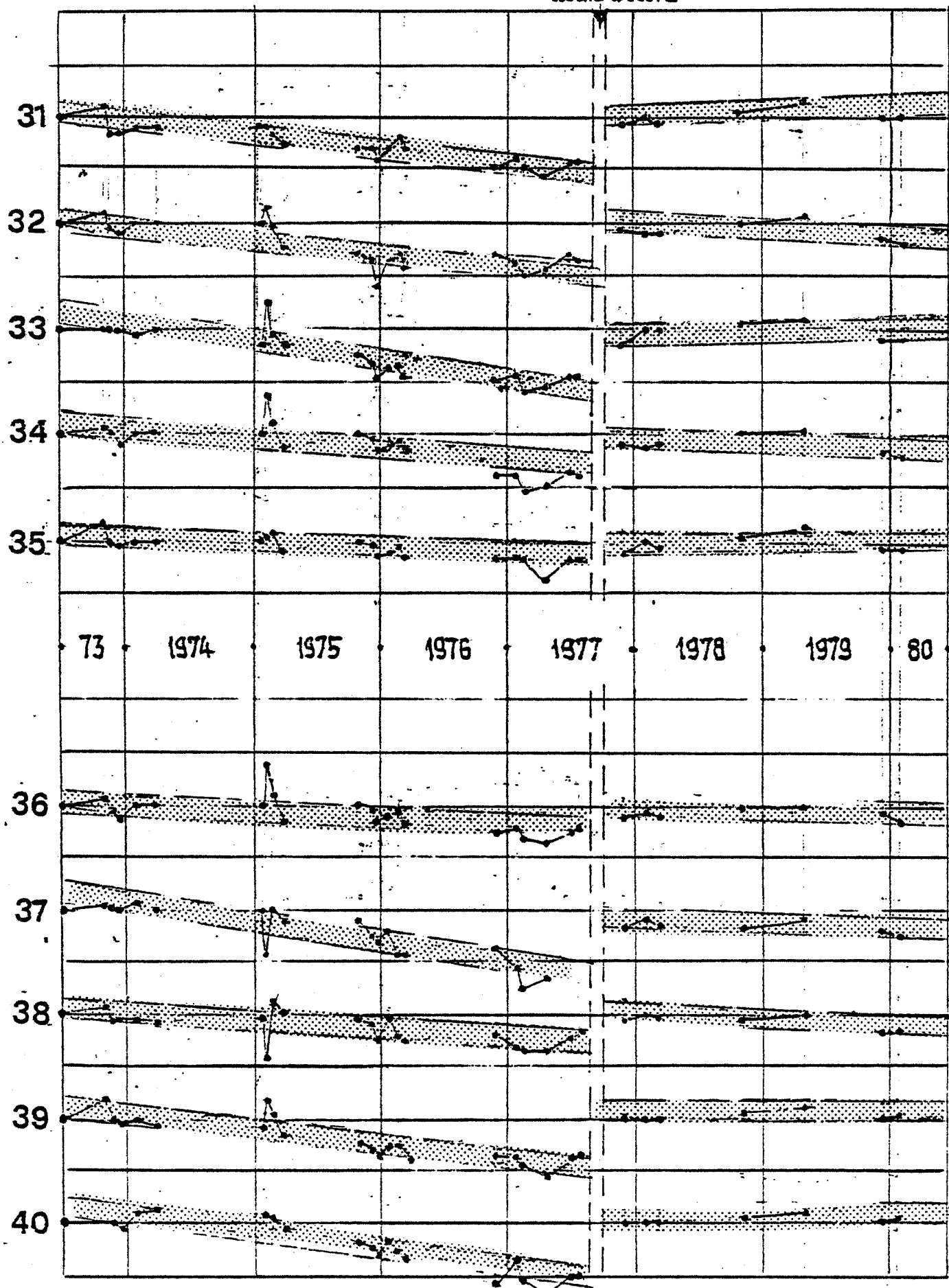
déformations ponctuelles



déformations ponctuelles

point

pose de la
couche d'usure.



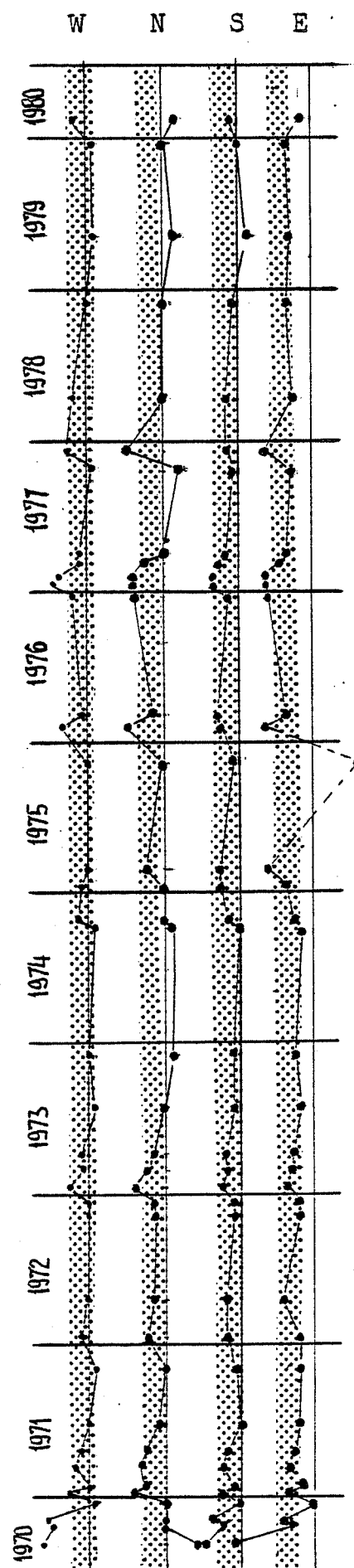
Station cryométrique

Les déformations sont aussi mesurées par nivellement de 4 fiches dont la situation figure au dessin de la page 4. Les opérations ont débuté le 5 septembre 1970, après une période de tarage de 10 mois et ont duré 9 1/2 ans. Ces relevés sont liés à un repère fixe scellé dans le massif de fondation d'un support métallique.

Il s'agit, répétons le, d'une superstructure soumise uniquement aux influences atmosphériques. Les valeurs obtenues sont:

	X_W	X_N	X_S	X_E
Différences de niveau de base	-96	-39	-105	-51
5 septembre 1970	-89	-44	-99	-38
23 octobre 1970	-91	-39	-102	-47
30 octobre 1970	-90	-39	-100	-46
15 décembre 1970	-97	-39	-105	-51
5 janvier 1971	-93	-34	-102	-47
16 janvier 1971	-96	-36	-104	-49
7 mars 1971	-94	-35	-102	-47
17 avril 1971	-95	-36	-103	-48
19 juin 1971	-96	-38	-105	-49
7 novembre 1971	-97	-39	-104	-49
11 janvier 1972	-95	-36	-103	-49
15 avril 1972	-96	-37	-103	-46
7 novembre 1972	-96	-37	-104	-49
11 décembre 1972	-96	-37	-104	-49
11 janvier 1973	-93	-34	-102	-47
28 février 1973	-95	-36	-103	-48
7 avril 1973	-95	-37	-103	-48
28 juillet 1973	-97	-39	-104	-49
28 novembre 1973	-96	-40	-104	-48
3 octobre 1974	-97	-40	-105	-49
17 octobre 1974	-95	-39	-103	-48
10 janvier 1975	-95	-39	-102	-47
25 février 1975	-96	-36	-102	-44
6 novembre 1975	-96	-39	-104	-58
5 février 1976	-92	-33	-102	-43
3 mars 1976	-95	-37	-102	-47
16 décembre 1976	-94	-34	-103	-44
5 janvier 1977	-91	-34	-101	-44
4 février 1977	-92	-34	-101	-44
7 mars 1977	-95	-36	-102	-46
1er avril 1977	-95	-39	-103	-47
18 octobre 1977	-97	-41	-104	-48
2 décembre 1977	-93	-33	-103	-44
5 avril 1978	-94	-39	-103	-48
23 novembre 1978	-96	-39	-104	-47
8 mai 1979	-97	-40	-106	-48
20 décembre 1979	-97	-39	-105	-47
1er avril 1980	-94	-42	-107	-50

Champ X



C.COMMENTAIRES

a.déflexions admissibles.

Pour les 6 tronçons de chaussées nouvelles, ce rapport donne 1302 valeurs de déflexions ponctuelles $\bar{d}_i$ totales et 1302 valeurs de déflexions ponctuelles $\bar{d}_i$ élastiques. Pour les premières 1302, 7 valeurs (1/2 %) sont supérieures à 80/100 mm et 28 valeurs (2,1 %) sont supérieures à 75/100 mm. Pour les secondes, 14 valeurs (1 %) sont supérieures à 80/100 mm et 35 valeurs (2,7 %) sont supérieures à 75/100 mm. Les moyennes par 1/2 profil $\bar{d}_p$ sont toutes inférieures à 65/100 mm pour les déflexions totales et à 66/100 mm pour les déflexions élastiques.

b.déformations.

Les fluctuations entre les différentes campagnes de mesure sont grandes pour le tronçon de référence surtout et pour celui d'argile expansée, mais deviennent plus égales après la pose de la couche d'usure - et de la couche d'égalisation de 4 cm d'épaisseur sur le tronçon de référence. La surface se tasse d'environ 2 à 3 mm/an au début, puis elle reste pratiquement stable après la pose de la couche d'usure. Par contre, pour les deux tronçons de béton et de plaques de polystyrène, on constate un tassement de la surface de 1 à 2 mm/an jusqu'au moment de la pose de la couche d'usure, puis alors une stabilité assez bonne, avec même une tendance à une surélévation.

c.observations sur place.

Dans les deux tronçons comprenant du béton de polystyrène aucune fissure décelable à l'oeil n'est apparue, même à la RC No 702, où le béton "isolant" est surmonté d'une couche homogène d'enrobés hydrocarbonés. La mise en place d'un "sandwich" comme à la RC No 516 paraît superflu, une couche homogène convient.

Les tronçons routiers, surtout celui des Moulins, sont soumis à des conditions climatiques très dures. Malgré cela, aucune déformation importante n'a pu être décelée, que ce soit sous l'effet des charges, du chaud de l'été ou du froid de l'hiver, ceci même sur les champs de référence.

Donc, des chaussées comportant une superstructure avec des matériaux industriels et normalement construites ne subissent aucun désordre dus aux conditions d'utilisation: environnement et trafic.

d. réflexions.

Etant donné que les moyennes $\bar{d}_p$ et le CV varient dans le temps, la valeur des déflections-même corrigées- dépend du moment où les mesures sont faites. Pour avoir des résultats de confiance, pour des applications mathématiques par exemple, il faudrait répéter plusieurs jours de suite les déterminations. De même, les prescriptions de normes ne doivent pas fixer une limite trop précise, mais d'abord dire lesquelles des déflection $\bar{d}_i$, $\bar{d}_p$ ou $\bar{d}_c$ doivent être utilisées. Je pense que la déflection pour un profil $\bar{d}_p$ est préférable, en fixant une valeur limite avec un certain pourcentage de dépassement toléré. Il me semble aussi qu'il serait possible d'utiliser aussi bien les déflections totales que les déflections élastiques. Pour la pratique de chantier, des déflections données en 1/10 mm serait plus utilisables que si elles figuraient en 1/100 mm.

Sur place, des phénomènes complexes et surtout variables se produisent qu'il doit être difficile de cerner par des hypothèses ou des méthodes de laboratoire ou mathématiques. Aux Moulins, par exemple, pourquoi les déflections, même corrigées, sur le champ de polystyrène le 15 juillet 1977, par une température de 25°5 sont-elles beaucoup plus petites? Et pourquoi le 6 mars 1975 la plupart des déflections sont-elles plus petites l'après midi avec une température de 13 °C que le matin où elle était proche du zéro?

D. CONCLUSIONS

S'il faut fixer pour des superstructures semblables à celles qui ont été testées - en n'oubliant pas qu'actuellement les chaussées sont en parfait état ($p = 4$) - une limite pour les déflexions, soit totales, soit élastiques, il paraît logique d'admettre 75/100 mm pour les déflexions ponctuelles $\bar{d}_i$ et 60/100 mm pour les déflexions par profil $\bar{d}_p$ en tolérant un dépassement de 2 1/2 % par exemple, sur le total.

Les déflexions mesurées restent, quelle que soit la composition de ces couches, au-dessous des valeurs normalement admises. Les déformations, elles aussi, restent dans des limites usuelles pour la pratique.

*
* * *

Il est donc possible de construire une route convenable en utilisant des "matériaux industriels artificiels" semblables à ceux utilisés dans ces essais. Les charges admissibles peuvent alors être celles des ordonnances fédérales en vigueur.

Dans l'état actuel de cette étude, il ne semble pas que ces conclusions pourront être mises en question par le dépouillement des mesures de pénétration de la gelée.

Décembre 1980

Boujoun

référence

	profil D			moyenne			profil E			moyenne			profil F			moyenne		
	rive	milieu	rive	rive	milieu	rive	rive	milieu	rive	rive	milieu	rive	rive	milieu	rive	rive	milieu	rive
12 mars 1975	61	47	49	79	59	41	51	51	63	52	47	51	65	56				
10 décembre 1975	69	45	44	68	56	47	47	52	64	53	49	52	70	61				
3 mars 1976	51	51	44	76	55	65	59	50	66	60	57	50	70	60				
10 novembre 1976	68	40	41	65	54	44	44	45	69	50	46	49	69	59				
1er avril 1977	61	53	41	67	56	55	45	43	47	48	59	51	61	57				
5 avril 1978	54	50	60	86	63	56	60	58	76	63	60	60	72	66				
21 novembre 1978	59	47	42	56	51	55	57	50	72	59	57	48	66	60				
8 mai 1979	66	42	44	62	53	44	42	50	76	53	52	46	72	59				

RC no 516
référence

Déflexions totales
corrigées à 20°

	profil G			profil H		
	rive	milieu	rive	rive	milieu	rive
moyenne						
12 mars 1975	59	55	49	61	56	58
10 décembre 1975	69	51	52	70	61	59
3 mars 1976	65	57	56	70	62	60
10 novembre 1976	70	52	51	65	60	56
1er avril 1977	57	55	55	63	58	61
5 avril 1978	72	54	64	76	66	67
21 novembre 1978	69	59	56	62	62	66
8 mai 1979	74	48	56	74	63	64

	profil J			profil K		
	rive	milieu	rive	rive	milieu	rive
moyenne						
12 mars 1975	44	36	52	50	40	50
10 décembre 1975	48	16	32	56	38	43
3 mars 1976	58	38	42	62	50	49
10 novembre 1976	54	36	34	52	44	45
1er avril 1977	36	36	42	52	42	40
5 avril 1978	62	26	54	70	53	61
21 novembre 1978	62	40	42	60	51	50
8 mai 1979	66	50	60	84	65	66

Déflexions élastiques
corrigées à 20°

	profil A			profil B			profil C			moyenne
	rive	milieu	rive	rive	milieu	rive	rive	milieu	rive	
12 mars 1975	76	55	45	65	45	47	67	47	61	55
10 décembre 1975	77	51	38	71	47	36	73	45	52	51
3 mars 1976	73	69	38	70	53	40	71	49	62	55
10 novembre 1976	72	54	35	76	44	37	68	40	61	50
1er avril 1977	75	63	47	65	55	43	62	47	67	56
5 avril 1978	78	62	48	66	50	50	66	48	68	56
21 novembre 1978	55	75	34	61	51	28	59	51	40	44
8 mai 1979	83	61	38	55	47	36	61	47	72	52
	profil D			profil E			profil F			moyenne
	rive	milieu	rive	rive	milieu	rive	rive	milieu	rive	
12 mars 1975	61	47	53	51	43	49	63	51	67	58
10 décembre 1975	67	43	40	49	43	40	63	47	64	56
3 mars 1976	53	43	46	57	59	46	75	61	70	63
10 novembre 1976	64	40	39	46	50	43	68	48	73	60
1er avril 1977	65	51	41	57	45	45	63	57	50	55
5 avril 1978	58	46	46	50	44	50	66	52	68	59
21 novembre 1978	55	37	30	53	53	44	67	53	58	56
8 mai 1979	58	44	36	46	52	32	66	48	74	57

RC no 516
référence

Déflexions élastiques
corrigées à 20°

	profil G			profil H		
	rive	milieu	rive	rive	milieu	rive
	moyenne			moyenne		
12 mars 1975	67	57	55	59	57	67
10 décembre 1975	71	51	50	50	51	62
3 mars 1976	77	63	52	52	57	66
10 novembre 1976	74	62	49	55	58	67
1er avril 1977	59	57	51	55	57	61
5 avril 1978	64	48	54	52	52	64
21 novembre 1978	63	47	46	50	53	62
8 mai 1979	68	48	50	48	56	72

	profil J			profil K		
	rive	milieu	rive	rive	milieu	rive
	moyenne			moyenne		
12 mars 1975	71	55	57	61	59	65
10 décembre 1975	73	31	48	52	43	68
3 mars 1976	71	57	50	54	51	72
10 novembre 1976	64	50	43	55	52	69
1er avril 1977	57	55	55	53	59	71
5 avril 1978	64	52	56	52	50	74
21 novembre 1978	69	47	38	54	43	70
8 mai 1979	66	56	54	52	54	74

Déflexions totales
corrigées à 20°

RC no 516
béton de polystyrène

	profil 1			profil 2			profil 3		
	rive	milieu	rive	rive	milieu	rive	rive	milieu	rive
12 mars 1975	61	51	41	49	51	53	47	41	45
10 décembre 1975	53	49	44	49	53	56	49	45	56
3 mars 1976	50	50	46	47	44	46	46	38	40
10 novembre 1976	48	52	41	47	40	53	42	40	45
1er avril 1977	66	38	43	49	42	48	40	38	42
5 avril 1978	57	43	43	48	47	60	43	41	50
21 novembre 1978	47	51	36	46	41	60	45	45	44
8 mai 1979	36	28	30	32	28	40	30	26	34
				moyenne			moyenne		
				49			52		
				49			54		
				47			44		
				47			46		
				48			43		
				48			40		
				48			43		
				48			51		
				46			50		
				46			50		
				32			33		

	profil 4			profil 5			profil 6		
	rive	milieu	rive	rive	milieu	rive	rive	milieu	rive
12 mars 1975	81	57	39	55	49	47	63	33	39
10 décembre 1975	71	63	40	55	47	46	55	43	52
3 mars 1976	62	42	38	45	46	42	58	38	44
10 novembre 1976	50	74	37	50	44	43	54	44	59
1er avril 1977	61	38	42	47	48	46	59	36	42
5 avril 1978	71	55	44	54	45	44	69	39	46
21 novembre 1978	57	53	40	48	45	40	55	45	56
8 mai 1979	70	54	28	45	26	28	36	38	32
				moyenne			moyenne		
				55			54		
				55			52		
				45			49		
				50			49		
				47			52		
				54			48		
				47			51		
				48			47		
				45			30		
				45			37		

RC no 516
béton de polystyrène

Déflexions totales
corrigées à 20°

	profil 7			profil 8			profil 9			moyenne
	rive	milieu	rive	rive	milieu	rive	rive	milieu	rive	
12 mars 1975	71	49	61	75	53	51	65	55	61	63
10 décembre 1975	65	49	52	65	51	56	73	67	56	65
3 mars 1976	58	48	54	66	54	48	74	70	46	64
10 novembre 1976	44	70	55	62	44	53	62	60	45	57
1er avril 1977	63	42	54	61	42	50	73	48	66	64
5 avril 1978	69	61	62	59	49	60	83	65	50	69
21 novembre 1978	49	45	52	51	51	50	65	55	46	60
8 mai 1979	38	40	50	36	36	48	68	48	30	52

RC no 516

béton de polystyrène

Déflexions élastiques
corrigées à 20°

	profil 1			moyenne	profil 2			moyenne	profil 3			moyenne
	rive	milieu	rive		rive	milieu	rive		rive	milieu	rive	
12 mars 1975	65	51	39	47	49	43	53	48	43	41	41	41
10 décembre 1975	47	33	44	41	43	41	46	41	37	36	44	39
3 mars 1976	44	30	46	41	42	34	52	40	38	34	36	34
10 novembre 1976	42	34	45	40	36	34	49	40	38	30	31	32
1er avril 1977	42	26	49	40	40	28	46	38	32	30	32	30
5 avril 1978	37	27	42	36	31	31	46	36	39	35	34	34
21 novembre 1978	35	25	38	33	29	32	44	34	29	25	28	26
8 mai 1979	34	20	40	30	28	26	36	30	20	14	26	21

	profil 4			moyenne	profil 5			moyenne	profil 6			moyenne
	rive	milieu	rive		rive	milieu	rive		rive	milieu	rive	
12 mars 1975	79	49	41	51	67	49	55	52	59	33	65	50
10 décembre 1975	69	51	34	47	65	35	46	45	57	35	56	45
3 mars 1976	58	48	36	43	70	40	46	48	58	26	58	44
10 novembre 1976	72	42	31	44	50	26	49	42	48	26	59	40
1er avril 1977	58	36	32	39	62	54	40	46	54	24	54	39
5 avril 1978	59	43	30	40	55	25	32	35	51	19	50	38
21 novembre 1978	51	37	26	35	47	33	32	34	53	33	44	38
8 mai 1979	48	46	26	35	44	14	24	27	32	24	32	27

RC no 702
référence

Déflexions totales
corrigées à 20°

	profil 0			profil 1			
	rive	milieu	rive	rive	milieu	rive	moyenne
6 mars 1975	37	37	61	65	45	46	40
2 mars 1976	46	38	82	104	60	120	77
9 novembre 1976	71	29	61	59	75	69	62
31 mars 1977	42	44	77	63	48	71	66
15 juillet 1977	22	20	64	44	30	64	44
4 avril 1978	36	30	48	82	40	90	54
20 novembre 1978	21	25	43	47	31	53	41
23 avril 1979	27	25	49	53	33	67	45

	profil 2			profil 4			
	rive	milieu	rive	rive	milieu	rive	moyenne
6 mars 1975	61	61	41	50	70	42	56
2 mars 1976	56	78	60	76	46	42	45
9 novembre 1976	75	43	47	73	41	55	54
31 mars 1977	56	76	69	75	56	59	54
15 juillet 1977	34	20	30	50	34	12	28
4 avril 1978	36	44	40	56	38	36	26
20 novembre 1978	27	33	45	53	29	41	35
23 avril 1979	35	37	41	63	35	39	36

RC no 702
référence

Déflexions élastiques
corrigées à 20°

	profil 0			profil 1			
	rive	milieu	rive	rive	milieu	rive	moyenne
6 mars 1975	57	57	65	74	33	83	55
2 mars 1976	50	44	76	78	68	52	66
9 novembre 1976	41	37	63	61	53	47	62
31 mars 1977	46	52	83	61	56	74	73
15 juillet 1977	26	24	66	50	40	36	53
4 avril 1978	40	34	48	52	46	46	55
20 novembre 1978	21	33	39	45	35	37	43
23 avril 1979	31	29	49	55	39	35	48

	profil 2			profil 4			
	rive	milieu	rive	rive	milieu	rive	moyenne
6 mars 1975	57	65	47	59	78	52	61
2 mars 1976	40	70	60	76	52	54	48
9 novembre 1976	47	51	51	79	53	47	53
31 mars 1977	58	80	75	75	56	58	60
15 juillet 1977	38	28	50	64	50	36	41
4 avril 1978	40	46	42	64	44	36	42
20 novembre 1978	29	39	45	57	31	39	39
23 avril 1979	37	41	43	65	39	41	42

RC no 702
argile expansée

Déflexions totales
corrigées à 20°

	profil 7			moyenne	profil 10			moyenne	profil 13			moyenne
	rive	milieu	rive		rive	milieu	rive		rive	milieu	rive	
6 mars 1975	22	27	20	26	64	47	30	43	36	42	37	37
2 mars 1976	30	36	40	36	58	54	34	51	38	38	46	48
9 novembre 1976	47	33	39	41	55	49	37	44	51	39	57	51
31 mars 1977	62	54	41	51	52	58	45	52	66	56	59	62
15 juillet 1977	40	16	24	26	52	52	16	34	46	34	32	36
4 avril 1978	41	35	10	25	45	41	20	33	47	43	26	40
20 novembre 1978	25	27	39	33	29	27	39	34	25	25	45	38
23 avril 1979	35	33	35	34	39	37	29	34	35	35	41	40

	profil 14			moyenne	profil 15			moyenne
	rive	milieu	rive		rive	milieu	rive	
6 mars 1975	25	43	26	30	21	15	23	21
2 mars 1976	34	40	28	36	16	30	28	31
9 novembre 1976	33	37	31	35	17	11	41	31
31 mars 1977	42	50	33	41	34	28	55	43
15 juillet 1977	24	26	14	20	14	8	18	15
4 avril 1978	35	33	8	26	25	27	22	26
20 novembre 1978	25	27	31	32	23	21	39	34
23 avril 1979	23	25	25	27	20	22	37	30

RC no 702
argile expansée

Déflexions élastiques
corrigées à 20°

	profil 7			moyenne	profil 10			moyenne	profil 13			moyenne
	rive	milieu	rive		rive	milieu	rive		rive	milieu	rive	
6 mars 1975	34	45	31	24	34	80	30	36	56	55	46	50
2 mars 1976	40	54	44	48	46	50	44	74	36	52	58	59
9 novembre 1976	61	53	45	47	51	61	47	47	53	57	63	61
31 mars 1977	66	66	51	57	60	66	59	57	68	64	68	69
15 juillet 1977	50	30	32	48	40	72	28	30	58	56	48	56
4 avril 1978	48	43	18	26	34	57	24	38	53	51	36	48
20 novembre 1978	31	33	33	41	35	33	41	47	27	33	45	40
23 avril 1979	45	43	33	39	41	47	37	41	41	49	35	46

	profil 14			moyenne	profil 15			moyenne
	rive	milieu	rive		rive	milieu	rive	
6 mars 1975	30	49	40	35	39	25	25	25
2 mars 1976	34	44	38	60	44	32	28	72
9 novembre 1976	45	51	39	49	46	31	45	59
31 mars 1977	36	66	63	61	56	40	59	59
15 juillet 1977	36	46	34	40	39	20	32	24
4 avril 1978	37	39	26	40	36	27	26	40
20 novembre 1978	27	35	31	43	34	25	39	49
23 avril 1979	41	49	33	45	42	20	41	49

RC no 702
béton de polystyrène

Déflexions totales
corrigées à 20°

profil 20				profil 21				profil 22			
moyenne	rive	milieu	rive	moyenne	rive	milieu	rive	moyenne	rive	milieu	rive
	28	21	21	22	32	22	22	22	27	21	21
6 mars 1975			20	22				25			
2 mars 1976	18	16	26	20	16	14	18	17	14	12	22
9 novembre 1976	16	20	24	20	20	20	18	19	20	18	16
31 mars 1977	27	25	28	26	29	25	24	26	27	25	24
15 juillet 1977	8	6	6	6	12	6	2	6	6	4	6
4 avril 1978	19	19	4	11	21	21	0	11	19	17	6
20 novembre 1978	19	17	23	19	19	17	13	16	17	17	17
23 avril 1979	18	16	15	16	18	16	13	16	14	14	17
profil 23				profil 25				profil 27			
moyenne	rive	milieu	rive	moyenne	rive	milieu	rive	moyenne	rive	milieu	rive
	21	20	19	20	21	20	15	18	22	20	19
6 mars 1975			19	20				18			
2 mars 1976	14	12	16	14	16	12	16	18	18	14	20
9 novembre 1976	19	16	14	16	20	18	14	17	18	16	16
31 mars 1977	25	25	22	24	25	23	24	24	25	25	22
15 juillet 1977	6	8	4	5	4	2	4	4	2	2	8
4 avril 1978	19	17	0	10	16	15	2	8	18	16	0
20 novembre 1978	17	17	13	15	19	21	12	16	17	17	16
23 avril 1979	14	14	14	14	16	14	16	16	14	12	18

RC no 702
béton de polystyrène

Déflexions totales corrigées à 20°														
profil 28														
profil 29														
profil 30														
moyenne														
moyenne														
moyenne														
6	mars	1975	22	22	18	27	23	19	19	19	18	19	19	19
2	mars	1976	18	12	20	18	17	22	16	18	24	16	18	19
9	novembre	1976	16	16	18	16	17	16	16	18	26	16	18	20
31	mars	1977	25	25	22	20	23	23	23	22	31	20	24	26
15	juillet	1977	4	4	4	12	6	8	2	4	10	6	8	11
4	avril	1978	16	14	4	10	11	18	0	4	22	20	4	11
20	novembre	1978	15	15	12	14	14	19	15	12	23	19	16	18
23	avril	1979	16	14	12	14	14	14	14	16	16	14	18	16

Déflexions élastiques
corrigées à 20°

RC no 702
béton de polystyrène

	moyenne	profil 20			moyenne	profil 21			moyenne	profil 22		
		rive	milieu	rive		rive	milieu	rive		rive	milieu	rive
6 mars 1975	28	22	25	26	25	27	22	27	26	20	24	24
2 mars 1976	24	20	26	30	25	24	16	26	24	16	22	30
9 novembre 1976	26	22	24	28	25	26	18	20	22	28	20	20
31 mars 1977	29	25	24	26	26	29	27	24	26	27	24	20
15 juillet 1977	20	10	10	12	13	16	14	14	14	14	12	12
4 avril 1978	21	19	6	10	14	21	21	4	14	21	23	8
20 novembre 1978	19	17	17	23	19	21	17	15	17	21	17	13
23 avril 1979	16	16	19	21	18	20	18	13	17	16	14	17

	moyenne	profil 23			moyenne	profil 25			moyenne	profil 27		
		rive	milieu	rive		rive	milieu	rive		rive	milieu	rive
6 mars 1975	20	19	26	26	23	22	21	17	20	20	19	22
2 mars 1976	22	16	16	24	20	20	14	24	26	18	26	38
9 novembre 1976	20	24	16	16	19	28	20	16	16	26	18	16
31 mars 1977	29	25	22	22	25	27	27	24	26	25	24	22
15 juillet 1977	8	10	6	8	8	8	12	10	11	10	8	14
4 avril 1978	19	19	2	10	12	18	20	2	12	18	0	10
20 novembre 1978	17	21	14	19	18	21	19	12	18	19	16	16
23 avril 1979	18	18	14	14	16	18	16	16	18	16	12	18

Déflexions élastiques
corrigées à 20°

		profil 28			moyenne	profil 29			moyenne	profil 30			moyenne
		rive	milieu	rive		rive	milieu	rive		rive	milieu	rive	
6	mars 1975	21	21	24	24	20	19	23	22	21	17	22	21
2	mars 1976	18	16	36	26	26	22	20	25	24	28	18	25
9	novembre 1976	28	22	16	21	26	18	18	21	30	30	18	25
31	mars 1977	29	25	22	25	27	27	20	25	35	29	22	27
15	juillet 1977	18	10	10	15	10	8	8	11	16	14	12	15
4	avril 1978	20	20	4	15	20	20	4	12	24	22	0	15
20	novembre 1978	17	19	12	18	21	19	14	18	19	23	14	18
23	avril 1979	18	20	16	18	14	18	14	16	18	16	18	18

RC no 702
plaques isolantes

Déflexions totales
corrigées à 20°

		profil 33			profil 35				
		rive	milieu	rive	rive	milieu	rive	moyenne	
6	mars 1975	25	25	22	29	22	49	36	
2	mars 1976	32	24	32	40	30	48	38	
9	novembre 1976	34	34	20	28	32	36	38	
31	mars 1977	35	33	32	38	37	42	42	
15	juillet 1977	14	18	22	2	6	60	31	
4	avril 1978	36	28	23	31	34	57	38	
20	novembre 1978	31	29	22	32	33	44	35	
23	avril 1979	30	28	28	38	28	40	34	
moyenne									

		profil 37			profil 38				
		rive	milieu	rive	rive	milieu	rive	moyenne	
6	mars 1975	68	58	37	39	39	63	53	
2	mars 1976	120	76	50	60	78	68	63	
9	novembre 1976	36	34	32	36	42	38	39	
31	mars 1977	37	41	34	40	33	38	37	
15	juillet 1977	32	32	32	38	82	38	45	
4	avril 1978	52	42	25	35	44	37	37	
20	novembre 1978	31	35	22	28	37	32	32	
23	avril 1979	33	39	28	36	47	42	38	
moyenne									

RC no 702
plaques isolantes

Déflexions élastiques
corrigées à 20°

		profil 33			moyenne	profil 35			moyenne
		rive	milieu	rive		rive	milieu	rive	
6	mars 1975	38	38	29	37	23	23	85	54
2	mars 1976	32	48	40	64	32	48	64	48
9	novembre 1976	44	50	32	42	34	42	60	46
31	mars 1977	41	49	44	52	49	31	64	50
15	juillet 1977	30	42	28	2	22	46	80	49
4	avril 1978	38	36	29	45	32	36	71	43
20	novembre 1978	29	31	24	40	29	31	40	33
23	avril 1979	34	38	34	44	24	38	42	36

		profil 37			moyenne	profil 38			moyenne
		rive	milieu	rive		rive	milieu	rive	
6	mars 1975	68	68	46	47	89	61	50	70
2	mars 1976	60	86	46	68	60	86	48	67
9	novembre 1976	40	46	32	42	50	58	36	48
31	mars 1977	49	39	42	44	63	45	40	48
15	juillet 1977	34	40	34	36	60	92	38	60
4	avril 1978	40	44	27	41	68	58	25	51
20	novembre 1978	31	43	22	38	39	47	22	36
23	avril 1979	33	39	32	42	49	55	32	46

