

Tentative visant à évaluer
l'effet des restrictions de charges
sur la route 20 pendant le dégel 1984.

CANQ
TR
GE
EN
500



Ministère des Transports
direction expertises et normes
service des sols et chaussées

TENTATIVE VISANT A EVALUER
L'EFFET DES RESTRICTIONS DE CHARGES
SUR LA ROUTE 20 PENDANT LE DEGEL 1984

1- INTRODUCTION

Le présent rapport fait suite à une demande de Monsieur J.-Raymond Larouche, ing., chef du service de la conservation des chaussées à la Direction de l'entretien. Dans sa lettre, datée du 21 septembre 1983, Monsieur Larouche mentionnait que les autorités du Ministère sont sollicitées par les associations de camionnage afin que dorénavant, les restrictions de charges qui s'appliquent à l'ensemble du réseau pendant la période de dégel ne soient plus étendues à la route 20. Il requerrait donc qu'une étude portance soit conduite pendant la période de dégel 1984.

2- PROCEDURE SUIVIE

Etant donné que la portance d'une chaussée est susceptible de varier considérablement d'une semaine à l'autre ou même d'une journée à l'autre pendant le dégel par suite des conditions environnementales très changeantes (alternance de gel et dégel, variations de la nappe d'eau, inondation temporaire des fossés), il nous a paru évident que notre étude n'aurait pas grande signification si elle devait se contenter d'un ou deux relevés seulement. Par ailleurs, l'exécution de plusieurs relevés sur l'ensemble de la route se serait soldée par des coûts très élevés en plus de conduire

à une abondance de données qui n'étaient peut-être pas nécessaires en l'occurrence. Il s'agissait en effet d'effectuer suffisamment d'essais en plusieurs endroits différents pour pouvoir déterminer d'une part les caractéristiques structurales de la route dans son ensemble à une date donnée et pouvoir décrire d'autre part l'évolution de ces caractéristiques au cours du dégel et même jusqu'à récupération complète de la portance d'été.

Pour ce faire, nous avons choisi 26 sections de contrôle réparties sur deux tronçons, chaque tronçon devant faire l'objet de relevés par une équipe spécifique deux fois par semaine. L'un deux, désigné par la lettre A, s'étendait de la frontière ontarienne à l'île Perrot et comprenait 12 sections tandis que l'autre, désigné par la lettre B, allait de Val-Alain à Cap St-Ignace et en comprenait 14. Les figures 1 et 2 indiquent la localisation de chacune de ces sections.

3- DEFLEXIONS PERMISES

La détermination de la charge d'essieu qui peut être permise sur une route donnée sans mettre en danger les objectifs de durée ou de comportement que s'étaient fixés son concepteur à l'origine constitue une tâche complexe qui va bien au-delà de la simple mesure des déflexions. Il convient donc au départ de formuler quelques mises au point qui nous aideront à mieux saisir le sens et la portée des mesures faites au cours des relevés.

3.1 Les autoroutes québécoises ont été conçues pour une déflexion caractéristique ($x + 2\sigma$) de printemps de 0,75 mm sous une charge d'essieu de 18000[#] (\approx 8000 kg). Même si cette valeur paraît assez réaliste dans le cas de la route 20, il y aurait sans doute lieu d'y apporter quelques nuances. Pour être bien logique en effet, une déflexion maximale ne devrait être exigée qu'en regard d'un volume de trafic anticipé et non pas en regard d'une classe de route. Par conséquent, la déflexion maximale fixée pour une autoroute qui ne supporte que 8 ou 10 000 véhicules/jour ne devrait pas être la même que celle qui s'applique à une autoroute qui en supporte 4 ou 5 fois plus.

Il faut dire aussi que certaines administrations se montrent moins exigeantes que le Ministère vis-à-vis la déflexion à admettre en période de dégel.

Pour ces raisons, nous avons jugé que les valeurs critiques qui devraient s'appliquer à chaque tronçon ou partie de tronçon pourraient être celles indiquées au tableau I.

TABLEAU I - Déflexion caractéristique ($x + 2\sigma$) maximale permise sur chaque tronçon analysé en regard du trafic qu'il supporte.		
Tronçon	Trafic	($x + 2\sigma$) max.
Ouest de Mtl	12 000 v/jr	0,88 mm
Val-Alain @ Charny	24 000 v/jr	0,80 mm
Charny @ Cap St-Ignace	10 000 v/jr	0,92 mm

3.2 On peut aussi se demander comment dans la pratique on devrait interpréter ces valeurs critiques. Devrait-on par exemple considérer comme acceptables les sections dans lesquelles les déflexions n'excèdent que très peu et pendant quelques jours seulement la norme permise? Remarquons que la déflexion mesurée en un temps donné représente les conditions de la chaussée en ce temps précis mais pas nécessairement celles qui prévalaient quelques heures plus tôt ou qui ont prévalu dans les heures subséquentes car en période de dégel, les conditions peuvent varier de façon notable à l'intérieur d'une même journée, voire même de quelques heures.

On voit donc que les résultats obtenus en période de dégel pour mesurer la portance sont soumis à toutes sortes d'impondérables. Il est donc préférable dans un tel cas de s'appuyer sur un ensemble de résultats obtenus pendant la période critique mais à des dates différentes plutôt que sur une seule série de valeurs recueillies la même journée. Pour cette raison, il nous a semblé plus réaliste de considérer comme acceptable toute section dans laquelle la moyenne de trois déflexions caractéristiques ($x + 2\sigma$) obtenues à des dates différentes mais de façon consécutive (intervalles de trois ou quatre jours) n'excède jamais les valeurs maximales mentionnées au tableau I.

3.3 Lorsqu'il est dit dans la littérature technique que les dommages causés à une chaussée croissent beaucoup plus rapidement (de façon exponentielle) que l'intensité des charges appliquées, il n'est aucunement fait mention des déflexions produites même si c'est un fait connu que celles-

ci sont sensiblement proportionnelles à la charge (1). De façon très concrète, ceci peut signifier par exemple qu'une charge d'essieu de 10 000 kg (25% supérieure à la charge permise en période de dégel) cause toujours environ 2,3 fois plus de dommages qu'une charge de 8 000 kg et ce, même si la déflexion produite avec 10 000 kg n'excède pas celle que le concepteur avait envisagée au départ. De façon plus générale on dira que les dommages d_1 et d_2 infligés à une chaussée par le passage des charges P_1 et P_2 doivent satisfaire la relation suivante:

$$\frac{d_1}{d_2} = \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^4 \quad (1)$$

Il serait donc faux de croire que les surcharges n'ont pas de conséquences sur le comportement ou la viabilité d'une chaussée du moment que les déflexions demeurent inférieures à celles que son concepteur s'était fixées. Il faudrait plutôt dire que la chaussée est plus forte que ne l'avait anticipé son concepteur et qu'en la soumettant aux restrictions de charges que ce dernier avait cru nécessaires à l'origine, la durée s'en trouverait augmentée au-delà des prévisions originales.

3.4 Il paraît opportun de signaler aussi que si les chaussées sont si sensibles à l'accroissement des charges, c'est surtout parce que les charges plus lourdes s'accompagnent de déflexions plus prononcées. De fait c'est le niveau de la déflexion plus que celui de la charge elle-même qui gouverne l'intensité des dommages causés à une chaussée. Si bien qu'en

période de dégel, les dommages augmentent même si la charge demeure constante car les déflexions sont alors à leur maximum de l'année. C'est donc pour réduire ces déflexions à un niveau plus acceptable que l'on applique des restrictions de charge pendant le dégel.

3.5 Dans le cadre de la présente étude, il est également permis d'affirmer sans risque d'erreur importante que si les caractéristiques structurales d'une chaussée demeurent constantes, la déflexion est sensiblement proportionnelle à la charge appliquée (1). On peut donc conclure que ce qui a été dit plus haut (par. 3.3) au sujet de la relation entre les dommages et la charge est également vrai pour la relation entre les dommages et la déflexion. Cette dernière relation sera davantage utilisée dans les lignes qui suivent étant donné que nos essais ont été effectués sous charge constante et que la présente étude vise justement à déterminer ce qui se produirait si l'on n'obligeait pas les transporteurs à limiter leurs charges pendant le dégel.

4- RESULTATS OBTENUS

Les annexes 1 et 2 contiennent sous forme graphique l'évolution de la capacité de support de chacune des sections situées respectivement à l'ouest de l'île Perrot (tronçon A) et entre Val-Alain et Cap St-Ignace

(tronçon B). Ces mesures ont été faites du 27 mars au 13 juin pour le premier tronçon et du 24 mars au 7 juin pour le deuxième tronçon.

Des observations faites au moment des relevés ont démontré que la capacité de support d'une section donnée était en rapport avec son niveau de dégradation plus particulièrement avec son niveau de fissuration et d'ondulations. C'est ainsi que le tronçon A (12 sections), avec un niveau de dégradation beaucoup plus élevé que le tronçon B, s'est également avéré beaucoup plus faible que ce dernier.

Les photos 1, 2, 3, 4 et 5 sont particulièrement révélatrices à ce sujet puisqu'elles ont toutes été prises sur des sections dont les portances sont inférieures aux exigences listées plus haut au paragraphe 3.1. Les fissures qu'on y observe permettent évidemment aux eaux de ruissellement ou de fonte de pénétrer dans la chaussée pour diminuer sa portance, accentuer son hétérogénéité, favoriser l'apparition d'ondulations diverses et accélérer ainsi le processus de dégradation de la surface de roulement.

5- SIGNIFICATION PRATIQUE DES RESULTATS

La figure 4 représente l'évolution des déflexions sur chacun des deux tronçons analysés. On constate que ces déflexions ont atteint un maximum vers le 20 avril et qu'elles ont par la suite diminué de façon plus

ou moins régulière jusque vers la mi-juin.

Etant donné que les dommages infligés à une chaussée sont fonction des déflexions subies sous charge, il nous a semblé acceptable de baser le calcul de ces dommages sur les courbes A et B et d'assumer que:

- Pour le tronçon A (figure 5), ils sont sensiblement les mêmes que ceux qui se seraient produits pendant 59 jours (22 mars au 20 mai) si la portance avait été constante, donnant constamment lieu, pendant cette période, à une déflexion de 0,79 mm sous un essieu simple de 10 000 kg.
- Pour le tronçon B (figure 6), ils sont sensiblement les mêmes que ceux qui se seraient produits pendant 56 jours (27 mars au 22 mai) si la portance avait été constante, donnant constamment lieu à une déflexion de 0,60 mm sous un essieu simple de 10 000 kg.

Remarquons au passage que les deux dates terminales précitées du 17 et 22 mai, qui ont été choisies à partir de l'allure des courbes représentées aux figures 5 et 6, sont en accord avec la politique maintenant assez bien établie au Ministère, politique que nous avons proposée il y a quelques années et qui veut que les restrictions soient levées cinq semaines après que le dégel a atteint la profondeur d'un mètre.

Les figures 5 et 6 indiquent également que les déflexions représentatives de printemps sont 1,39 fois (tronçon A) et 1,28 fois (tronçon B).

les déflexions d'été. Les dommages ainsi engendrés (selon la relation 1, par. 3.3) sont 3,7 fois et 2,7 fois plus élevés que ceux d'été.

Si l'on applique les restrictions de printemps, i.e. si l'on réduit la charge d'essieu à 8 000 kg, les déflexions représentatives précitées sont réduites de 0,79 à 0,63 mm ($= 0,79 \times \frac{8000}{10000}$) et de 0,60 à 0,48 mm ($0,60 \times \frac{8000}{10000}$). Les dommages de printemps sont alors 1,49 fois (tronçon A) et de 1,08 fois (tronçon B) plus élevés que ceux d'été.

Mais en réduisant ainsi l'intensité des charges, on s'oblige du même coup à une augmentation du nombre de charges que nous avons évalué ici à environ 22%.

Il est donc permis de conclure que pour un même poids de marchandises à transporter sur le tronçon A en période de dégel et en se conformant aux restrictions qui sont exigées pendant cette période de l'année, les dommages infligés à la chaussée sont de 1,8 fois plus élevés ($1,49 \times 1,22$) que ceux qui se produiraient en été sans restrictions de charges.

On trouve de la même façon que ceux infligés au tronçon B sont 1,3 fois plus élevés que ceux qui se produiraient en été.

Par rapport aux chiffres précités de 3,7 et 2,7, lesquels s'appliquent au cas où il n'y a pas de restriction, ceci représente un écart de:

- 1,9 dans le cas du tronçon A, soit l'équivalent de 112 jours (1,9 x 59 jours) de circulation d'été (charge d'essieu de 10 t);
- 1,4 dans le cas du tronçon B, soit l'équivalent de 80 jours (1,4 x 56 jours) de circulation d'été.

6- CONCLUSION

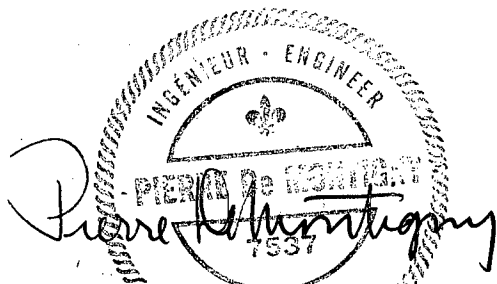
- a) Des relevés de portance ont été effectués en général deux fois par semaine sur deux tronçons comprenant 26 sections de contrôle choisies de façon à représenter le mieux possible les conditions structurales de la transcanadienne.
- b) Les résultats obtenus ont indiqué des conditions structurales très variables sur un tronçon qui s'étend de la limite Québec-Ontario jusqu'à l'île Perrot. Cinq des douze sections étudiées dans ce tronçon se sont révélées non conformes aux critères énoncés au tableau I. L'autre tronçon a été jugé en bon état et en tout point conforme aux exigences de l'article 3.2.
- c) La décision de ne pas appliquer des restrictions de charge sur une route donnée en période de dégel dépend d'abord du rapport "déflexion de printemps: déflexion d'été". Si ce rapport est élevé, la dégradation qui se produit au printemps par rapport à celle qui se produit en été est élevée et il y a lieu d'atténuer cet écart en appliquant des restrictions pendant le dégel. Il faut cependant ajouter qu'une route bien dimensionnée,

faite de matériaux de bonne qualité (drainants, non gélifs, bien densifiés et suffisamment forts) et affichant une bonne portance s'affaiblit moins au printemps et, de ce fait, ne requiert pas de restrictions de charges de façon aussi rigoureuse que les routes de moins bonne qualité.

d) Les bénéfices à retirer de l'application des restrictions de charges équivalent chaque année pour le tronçon A à une réduction des dégradations égale à celles qui se produisent en été pendant une période d'environ 110 à 115 jours. Dans le cas du tronçon B, le bénéfice réalisé équivaut à environ 80 jours.

e) Nous avons tenté au cours de la présente étude de traduire le plus concrètement possible la signification des relevés de portance qu'on nous avait demandé d'effectuer. Le temps assez limité mis à notre disposition pour la rédaction du présent rapport nous a cependant obligé à certains raccourcis et à certaines approximations qui pourraient avoir des conséquences significatives sur les résultats de nos calculs. Nous croyons avoir atteint une précision satisfaisante en ce qui concerne les dommages causés par les déflexions du pavage. Ceux qui résultent des conditions environnementales et notamment des variations de température, du gel en hiver, de l'oxydation des pavages, etc., sont cependant beaucoup plus difficiles à quantifier. Elles pourraient cependant elles aussi, si elles

étaient convenablement évaluées, influencer de façon notable certaines conclusions de l'étude.



Pierre De Montigny, ing., M.Sc.
Chef-Division Structures de chaussées
Service des Soils et chaussées

A handwritten signature in cursive script, reading "G.O. Légaré".

Georges O. Légaré, T.S.A.
Division Structures de chaussées
Service des Soils et chaussées

/hg

c.c. MM Paul-A. Brochu, ing.,
Raymond Larouche, ing.,
René Labrecque

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- Amer. Assoc. of State Hwy Officials: "L'essai AASHO", Bull. de Liaison, Special E, 1966, pp. 50-152.
- 2- Amer. Assoc. of State Hwy and Transp. Officials: "AASHTO Interim Guide for Design of Pavement Structures", 1981.
- 3- OCDE: "Effets des véhicules lourds de marchandises, Paris, 1983.

FIGURES ET PHOTOS

LEGENDE

- Sortie..... (2)
- Section de contrôle..... ▲ 4
- Viaduc.....

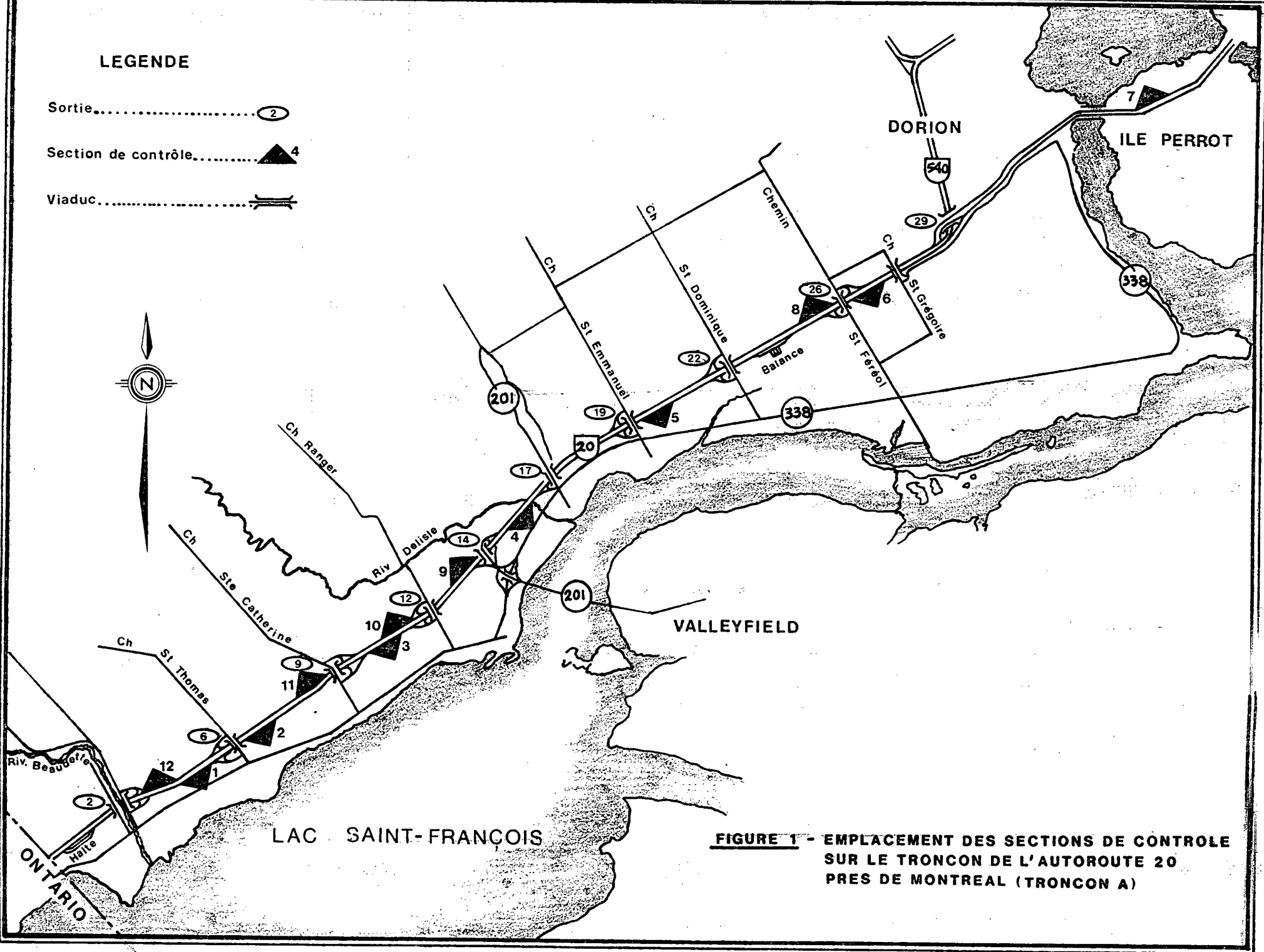


FIGURE 1 - EMBLACEMENT DES SECTIONS DE CONTRÔLE SUR LE TRONCON DE L'AUTOROUTE 20 PRES DE MONTREAL (TRONCON A)

LEGENDE

- Sortie..... (285)
- Section de contrôle..... 7
- Viaduc.....
- Route numérotée..... (27)

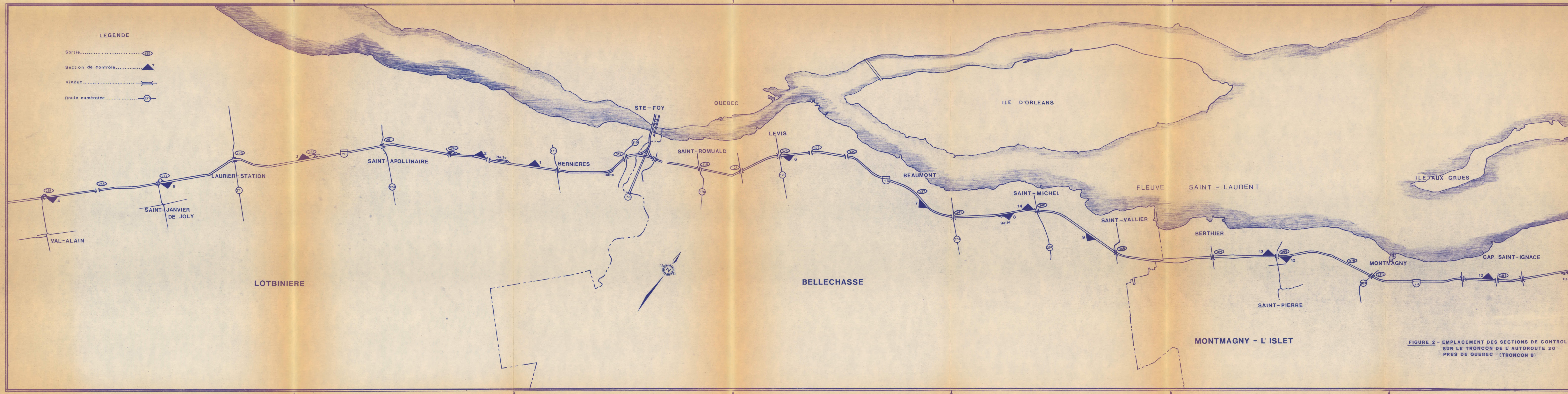


FIGURE 2 - EMPLACEMENT DES SECTIONS DE CONTROL SUR LE TRONCON DE L'AUTOROUTE 20 PRES DE QUEBEC (TRONCON B)

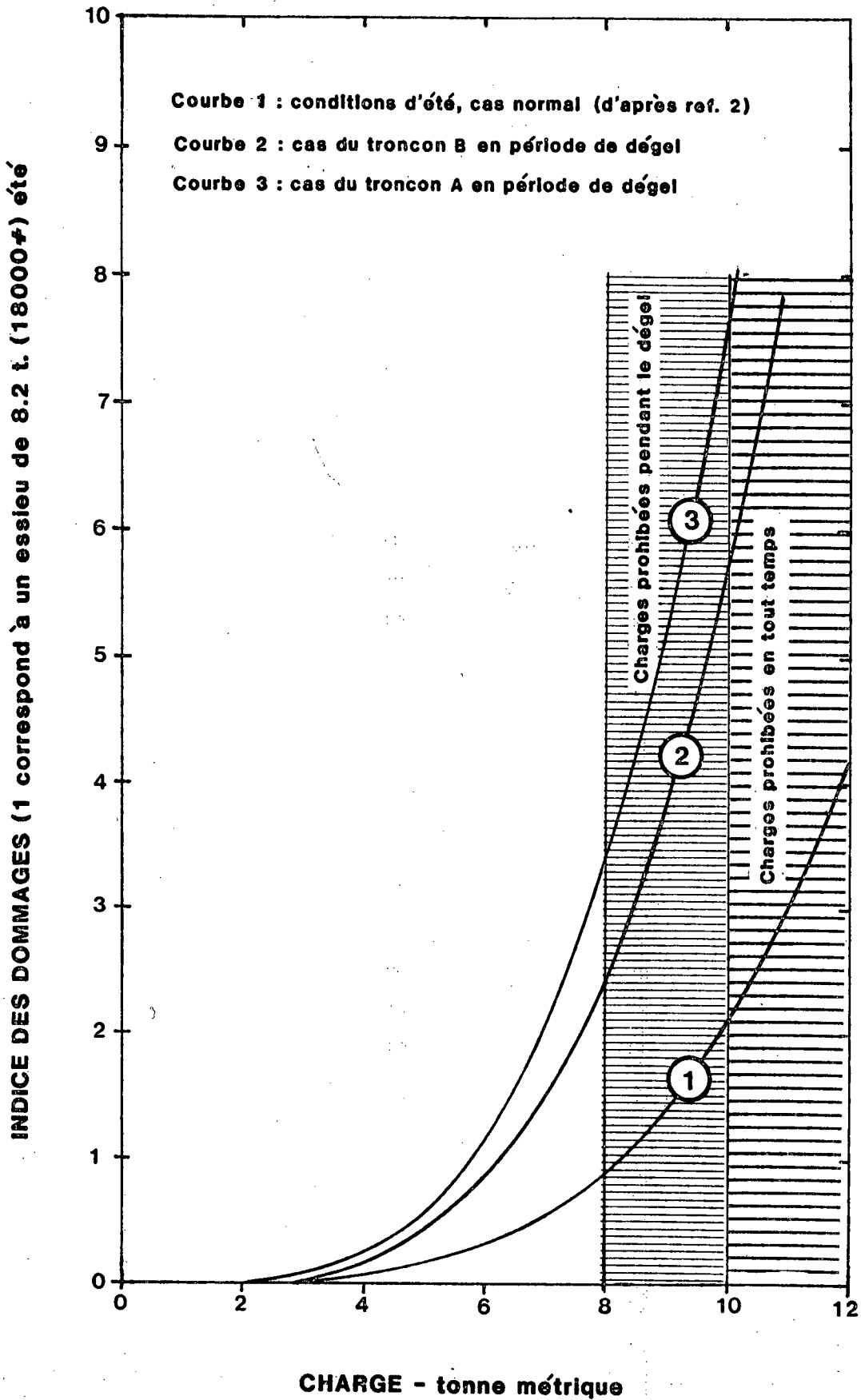


FIGURE 3- DOMMAGES SUBIES PAR UNE CHAUSSEE SOUS DIVERSES CHARGES.

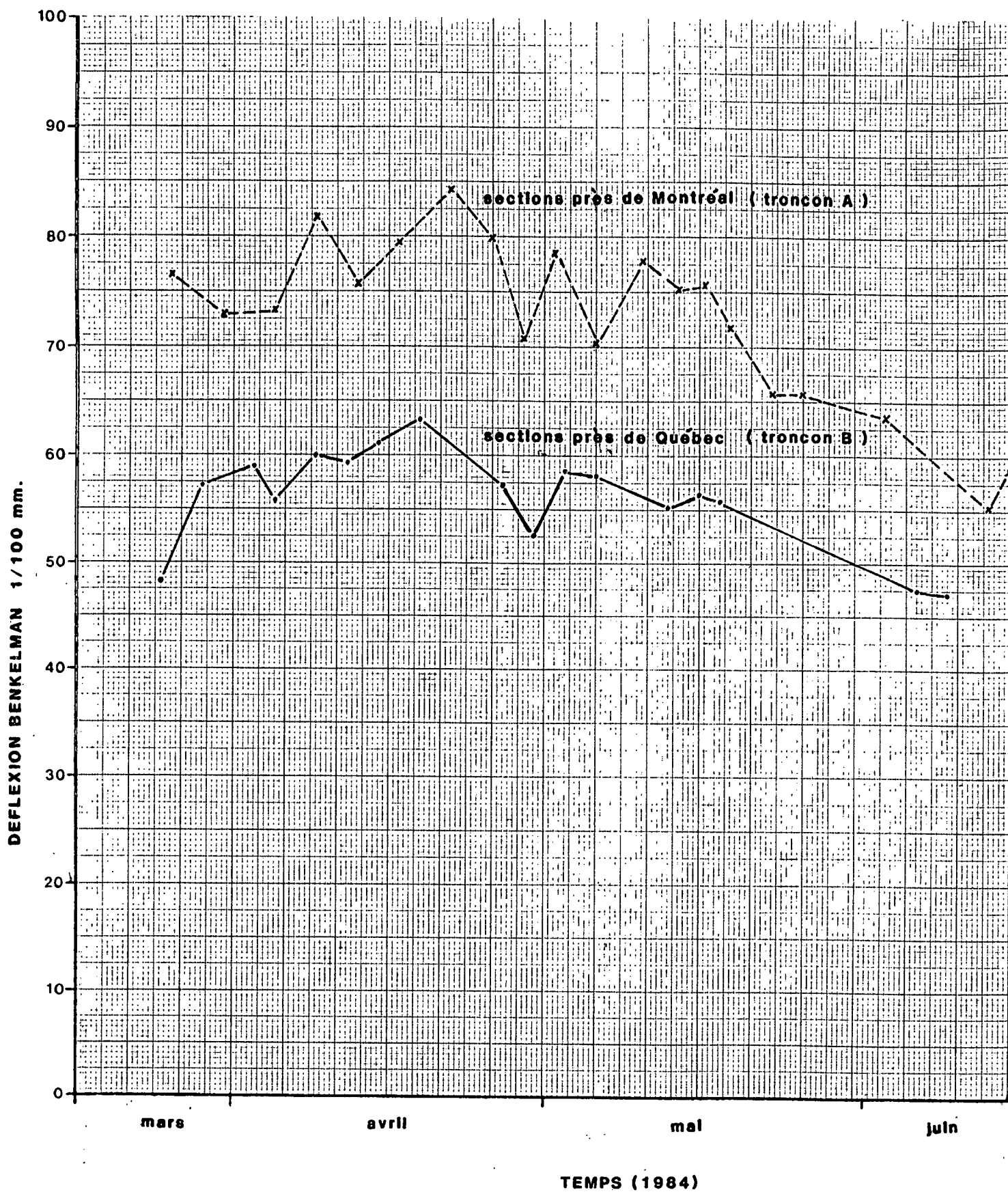


FIGURE 4- EVOLUTION DES DEFLEXIONS SUR CHACUN DES TRONCONS A ET B

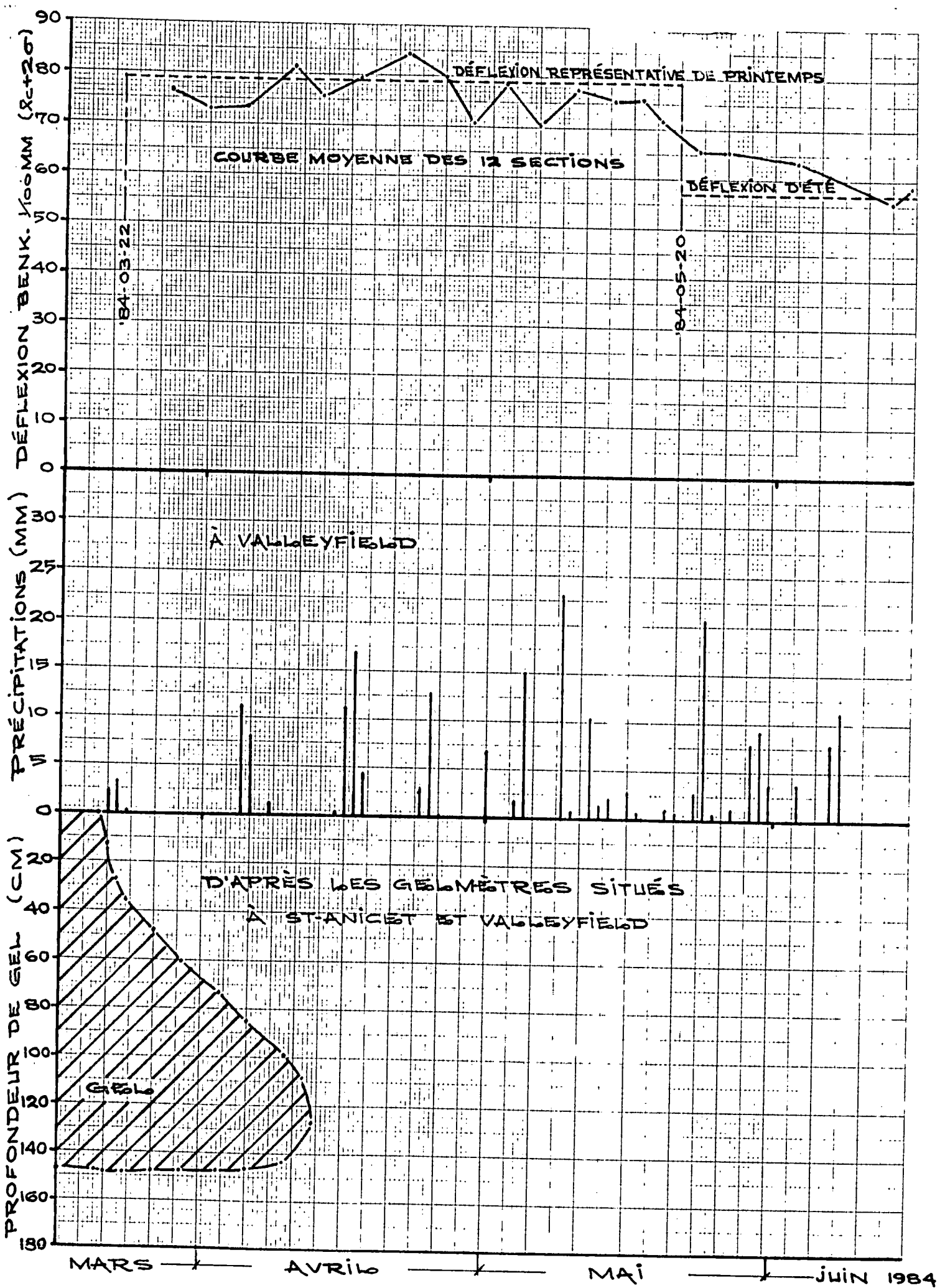


FIGURE 5 - RESULTATS OBTENUS SUR LE TRONCON A.

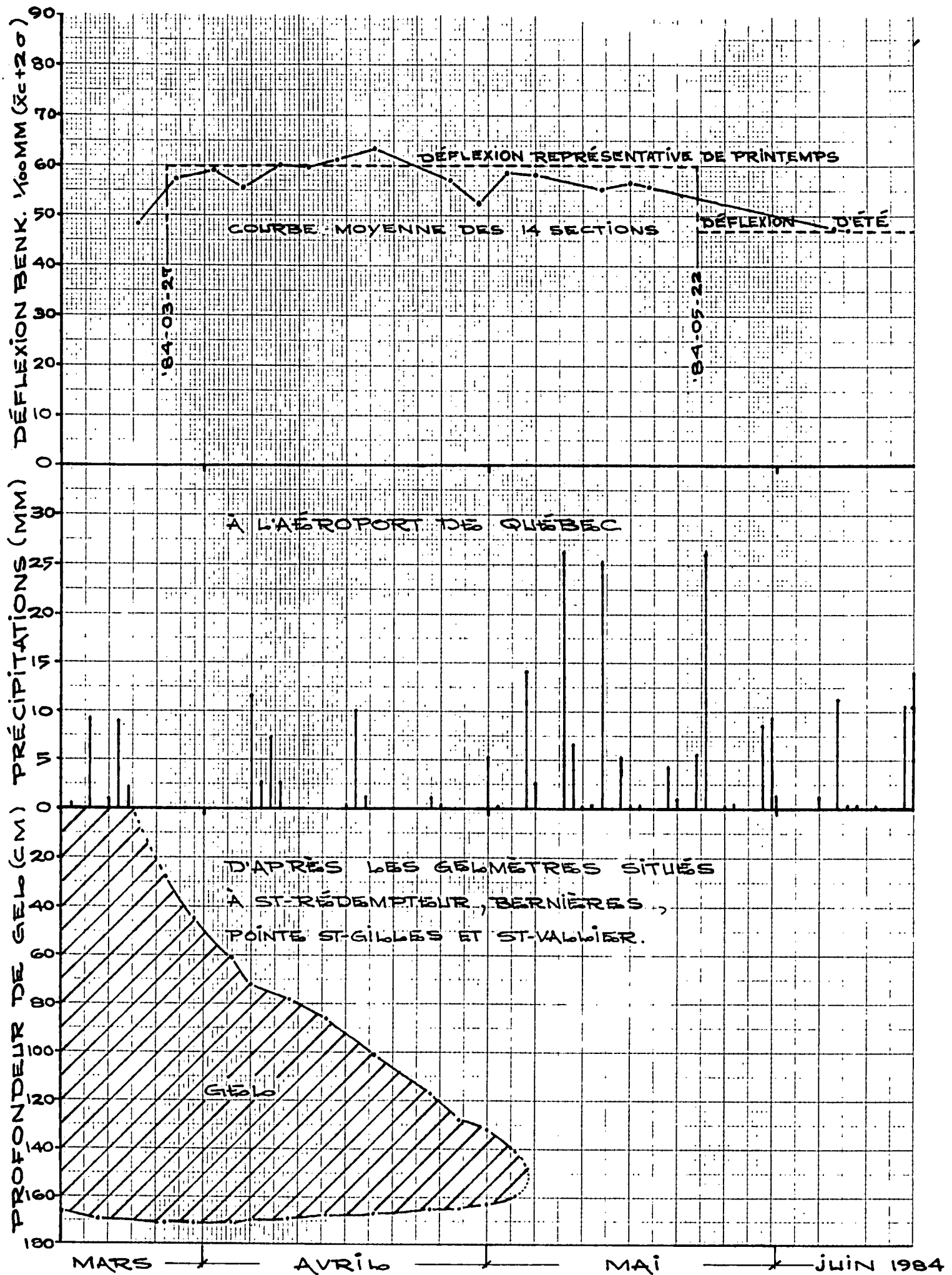


FIGURE 6 - RESULTATS OBTENUS SUR LE TRONCON B.



1



2



3

1	2
3	

PHOTOS ILLUSTRANT LE HAUT NIVEAU ET LE TYPE DE DEGRADATION DU TRONCON A (OUEST DE ILE PERROT)

<u>Photo no</u>	<u>Description</u>
1	Section no 2. Vue entre les points d'essais 2 et 3. St-Zotique, Vaudreuil-Soulanges.
2	Section no 3. Vue entre les points d'essais 4 et 5. St-Zotique, Vaudreuil-Soulanges.
3	Section no 6. Vue entre les points d'essais 2 et 3. St-Joseph de Soulanges.

Photos prises le 15 juin 1984.



4	5

AUTOROUTE 20, TRONCON A (Suite)

Photo no

Description

4

Section no 9. Vue entre les points d'essais 5 et 6. Côteau-du-Lac, Vaudreuil-Soulanges. Arrachement, fissures longitudinales et rapiécages.

5

Section no 11. Vue au point d'essai 3. St-Zotique, Vaudreuil-Soulanges. Arrachement prononcé.

Photos prises le 15 juin 1984.



6



7



8

6	7
8	

AUTOROUTE 20, dans BELLECHASSE (TRONÇON B)

Photo no

Description

6

Début de la section no 7. Beaumont, Bellechasse.

7

Section no 8. Vue entre les points d'essais 5 et 6. St-Michel, Bellechasse.

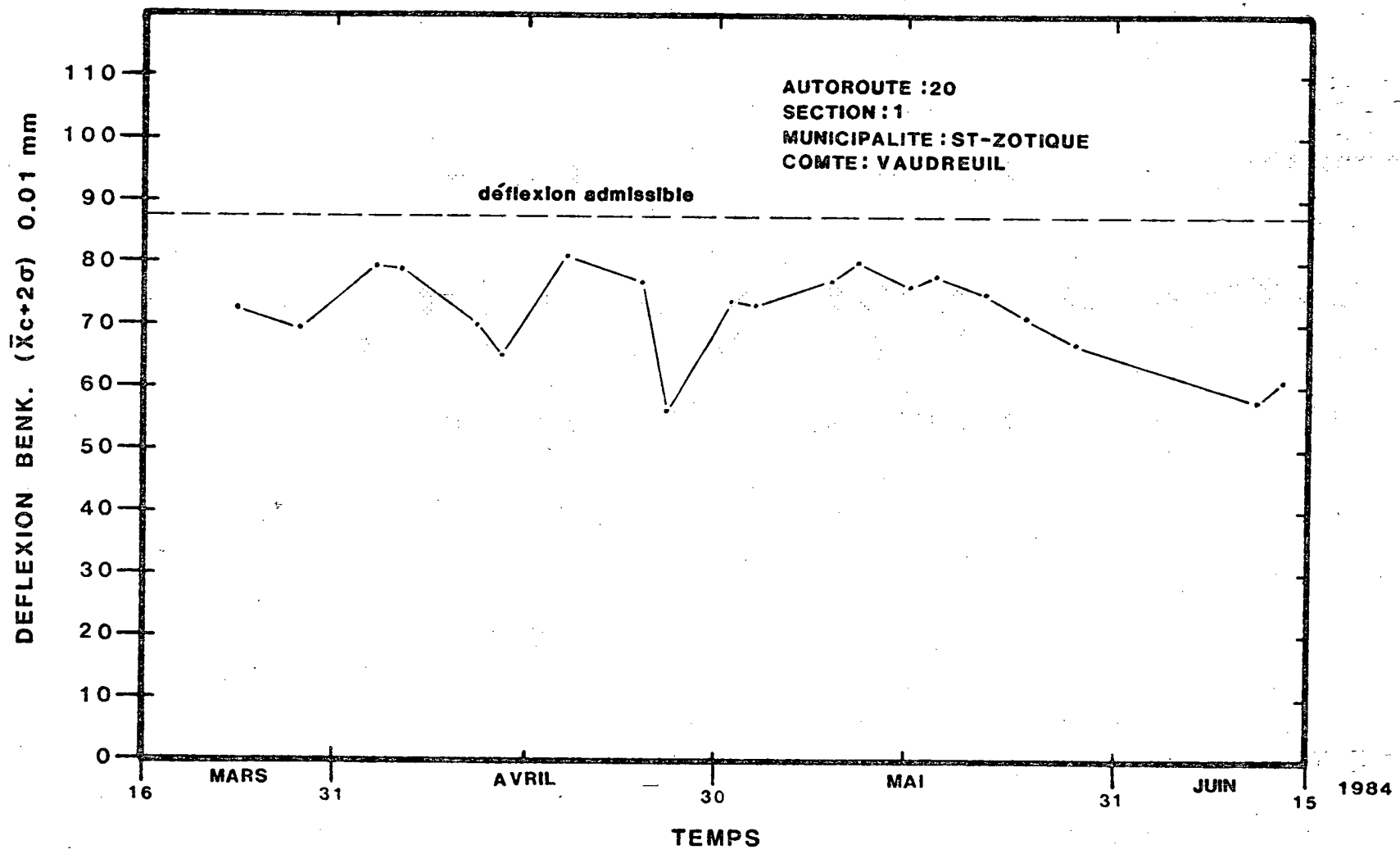
8

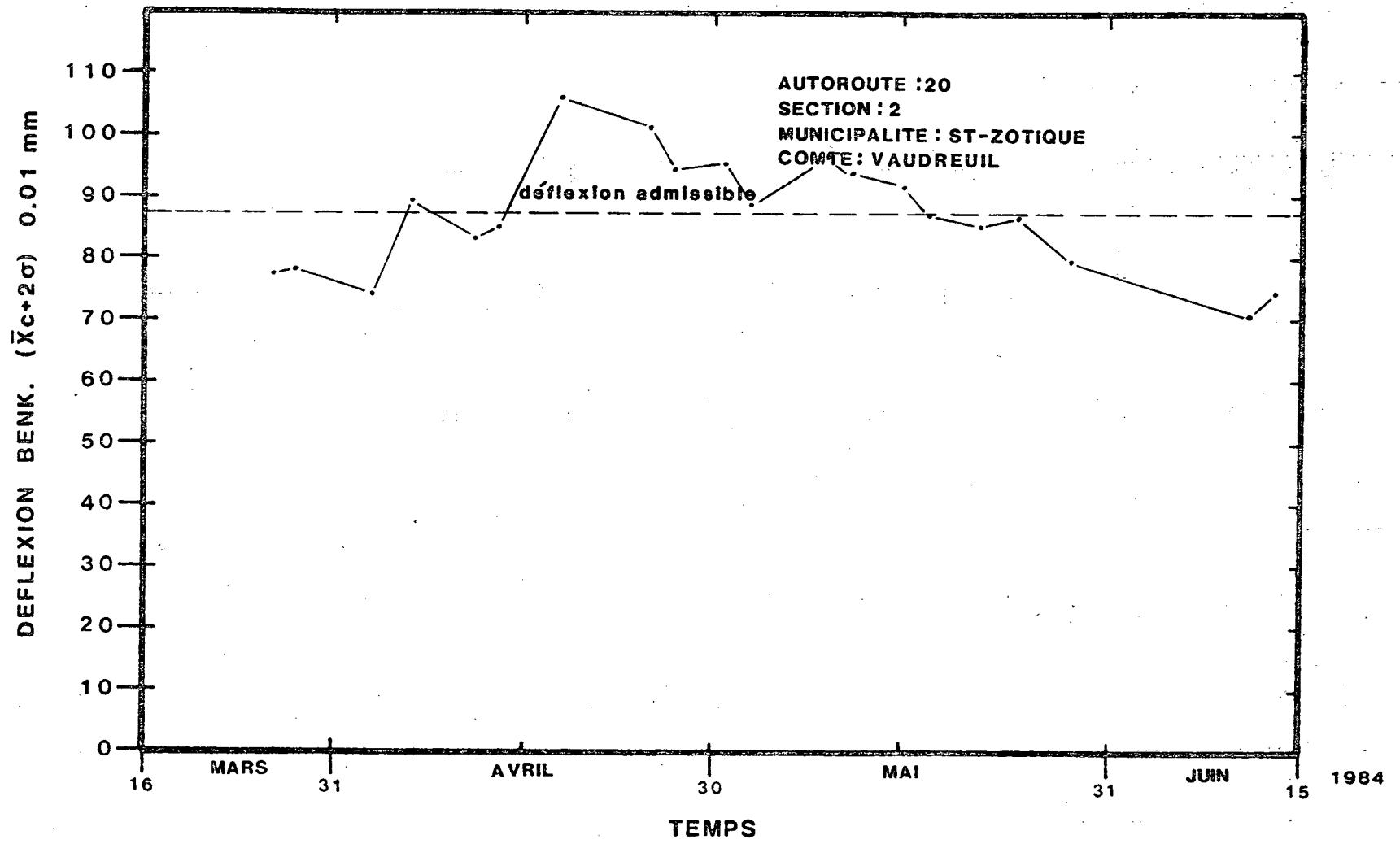
Section no 14. Vue entre les points d'essais 9 et 10. St-Michel, Bellechasse.

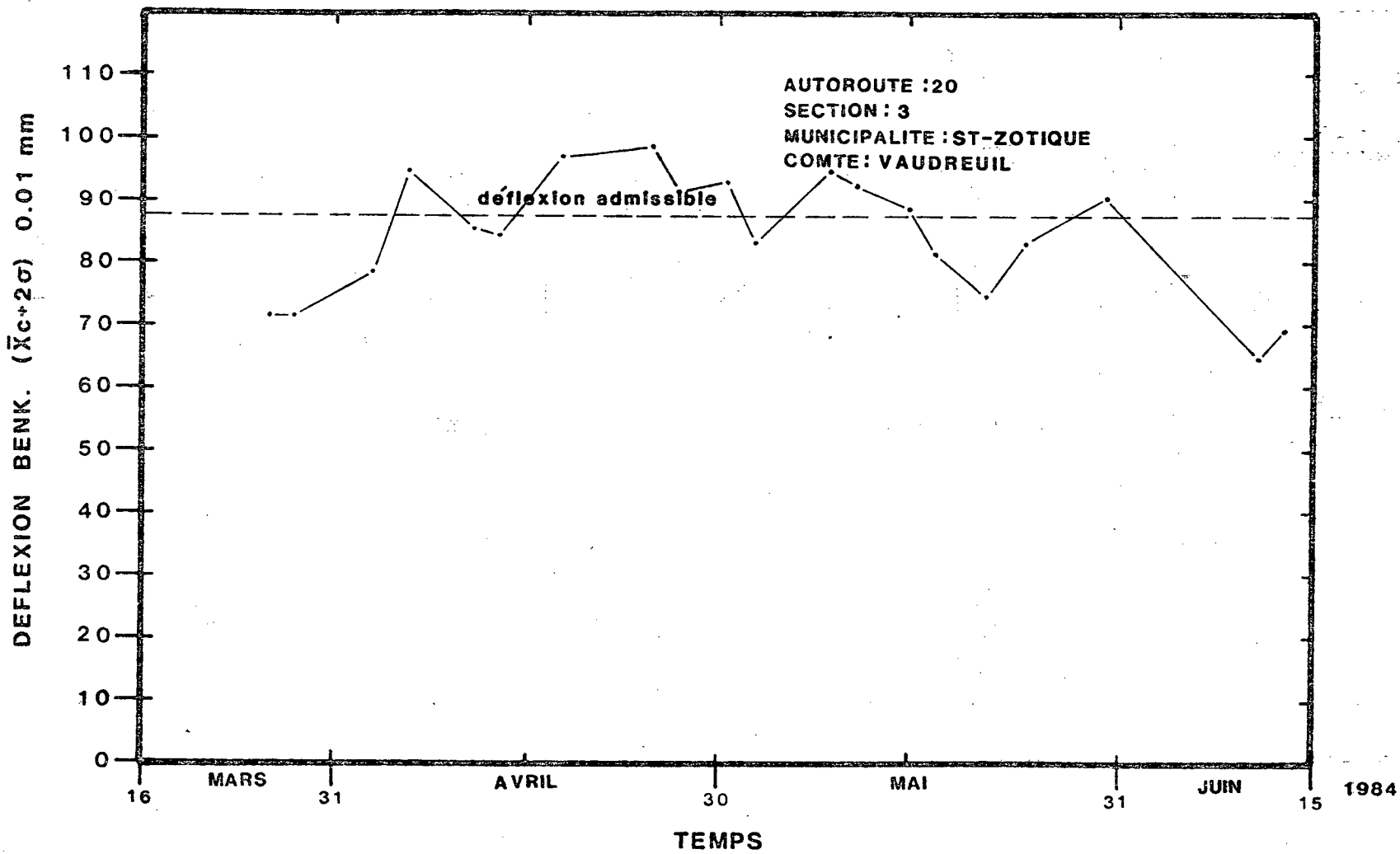
Note: Photos prises le 25 mai 1984.
Voie de droite scarifiée et pavée en 1983.

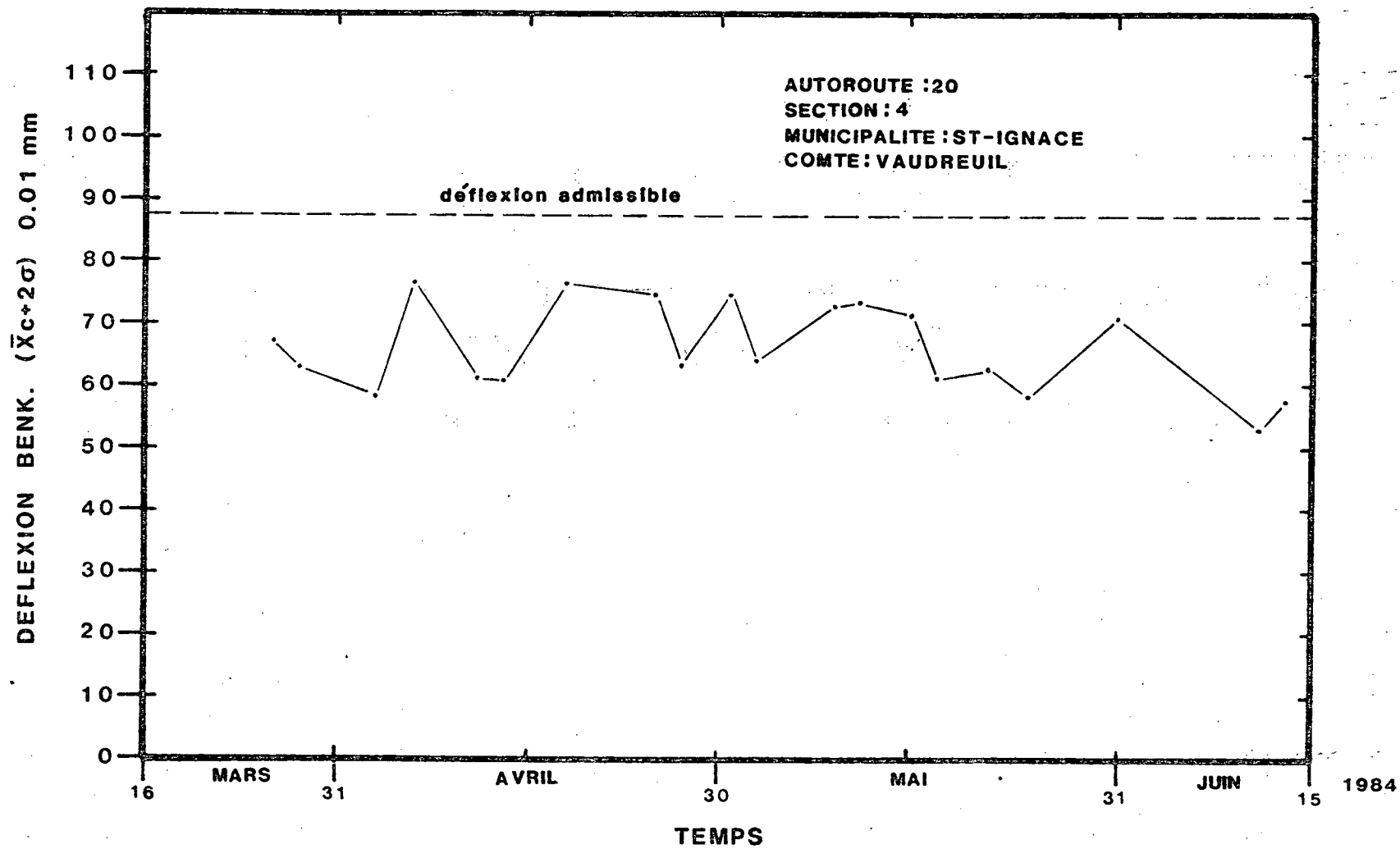
ANNEXE I

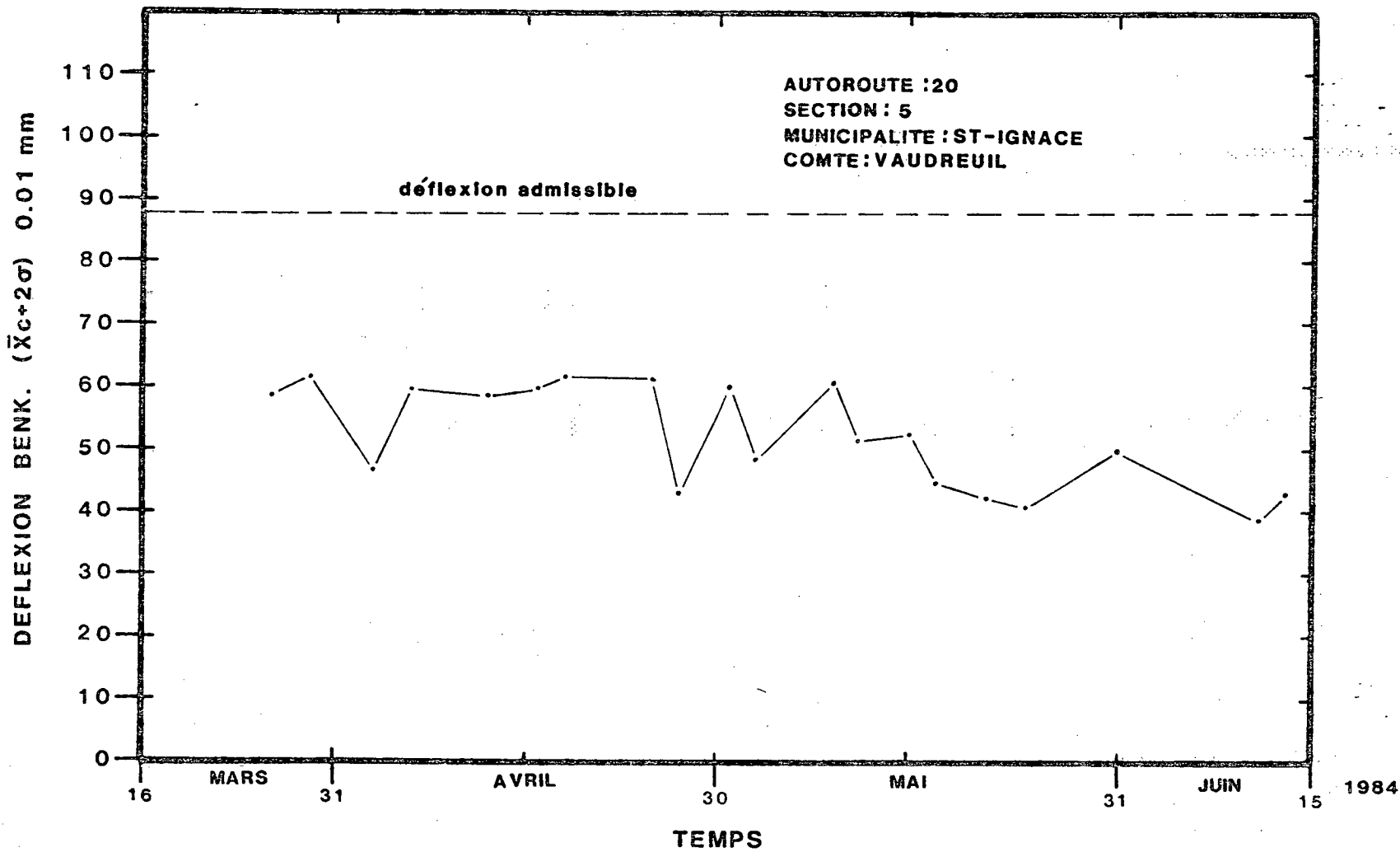
Graphiques illustrant les déflexions en fonction du temps sur chacune des douze sections de contrôle de l'autoroute 20 situées entre la frontière de l'Ontario et l'Ile Perrot.

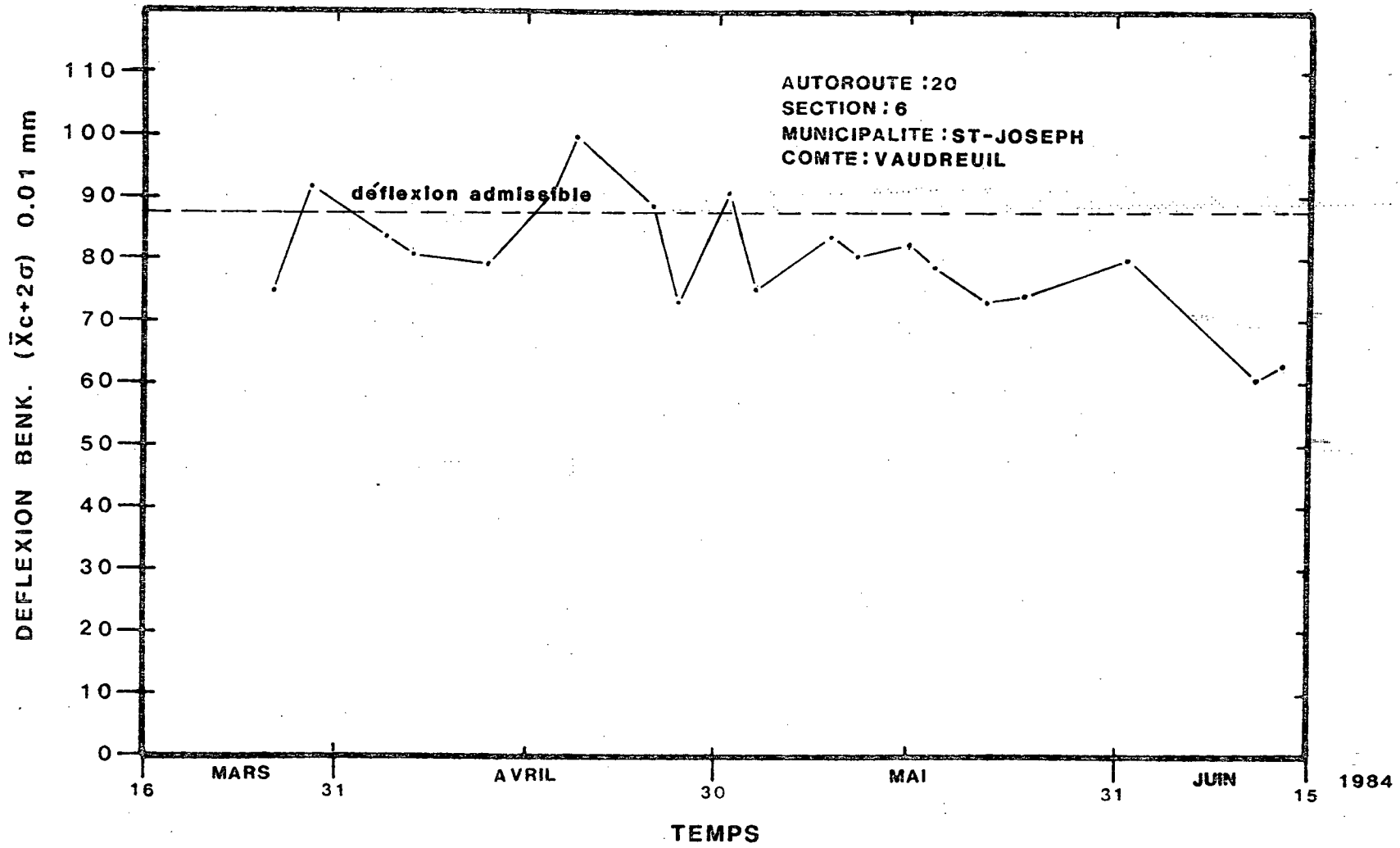


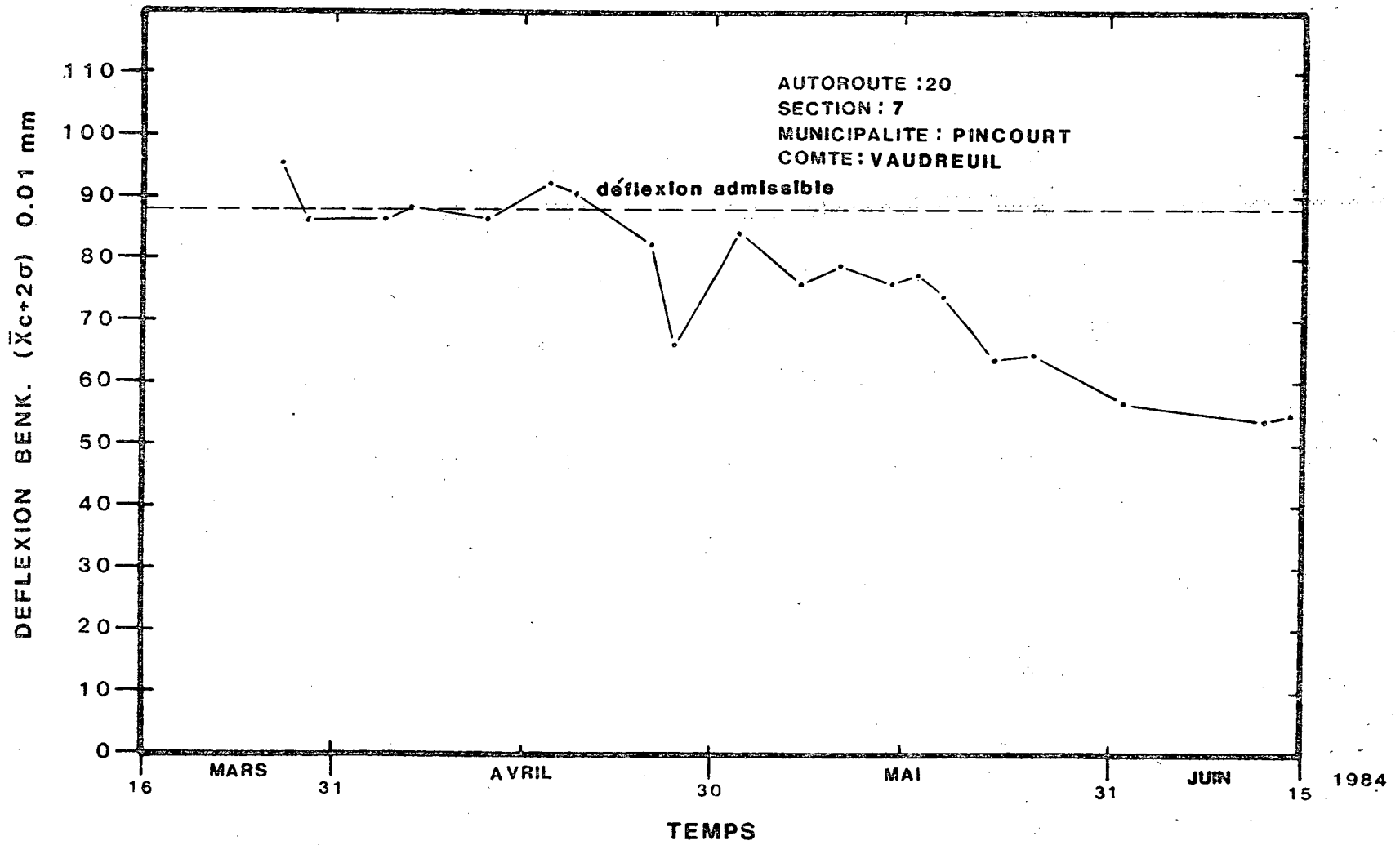


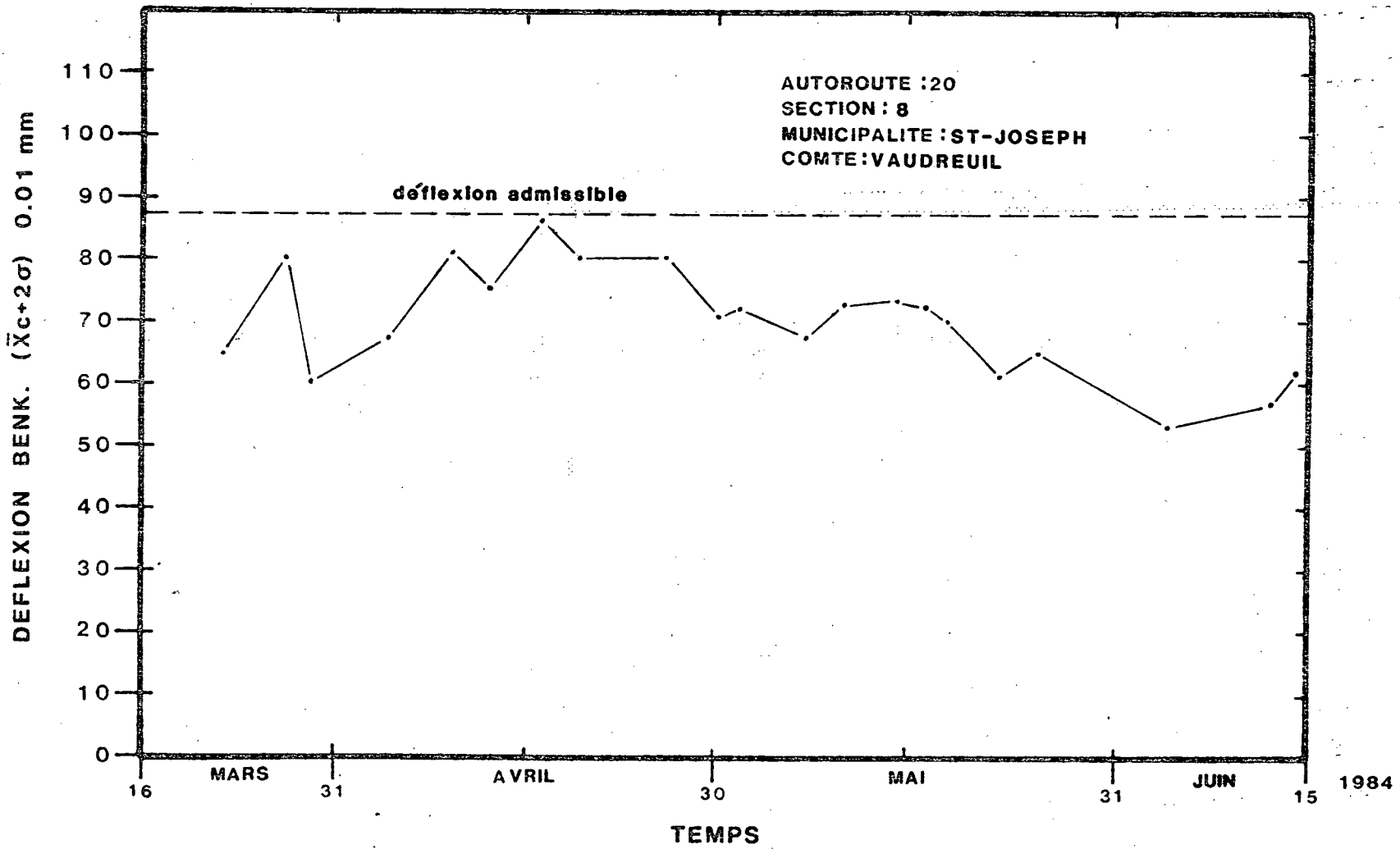


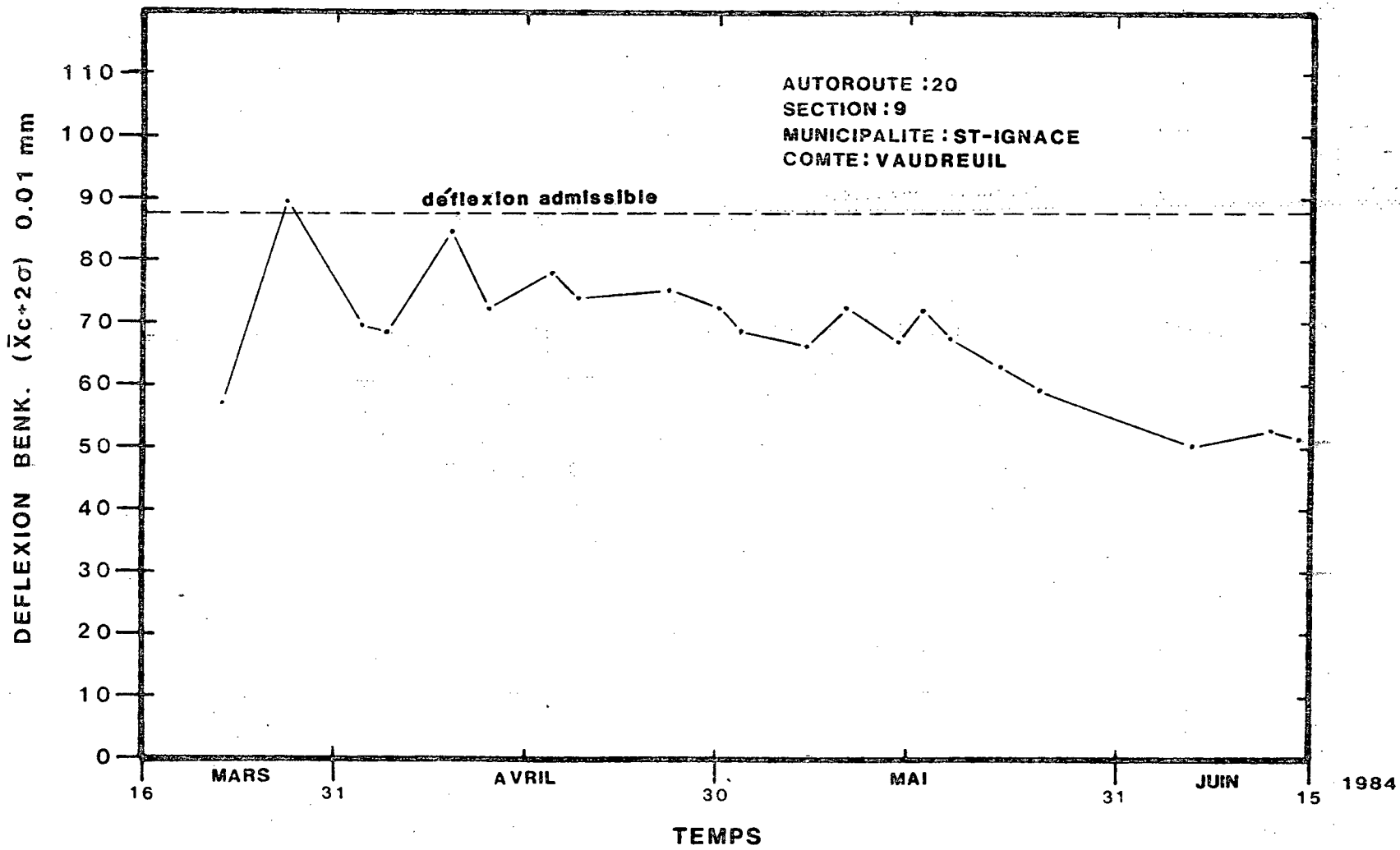


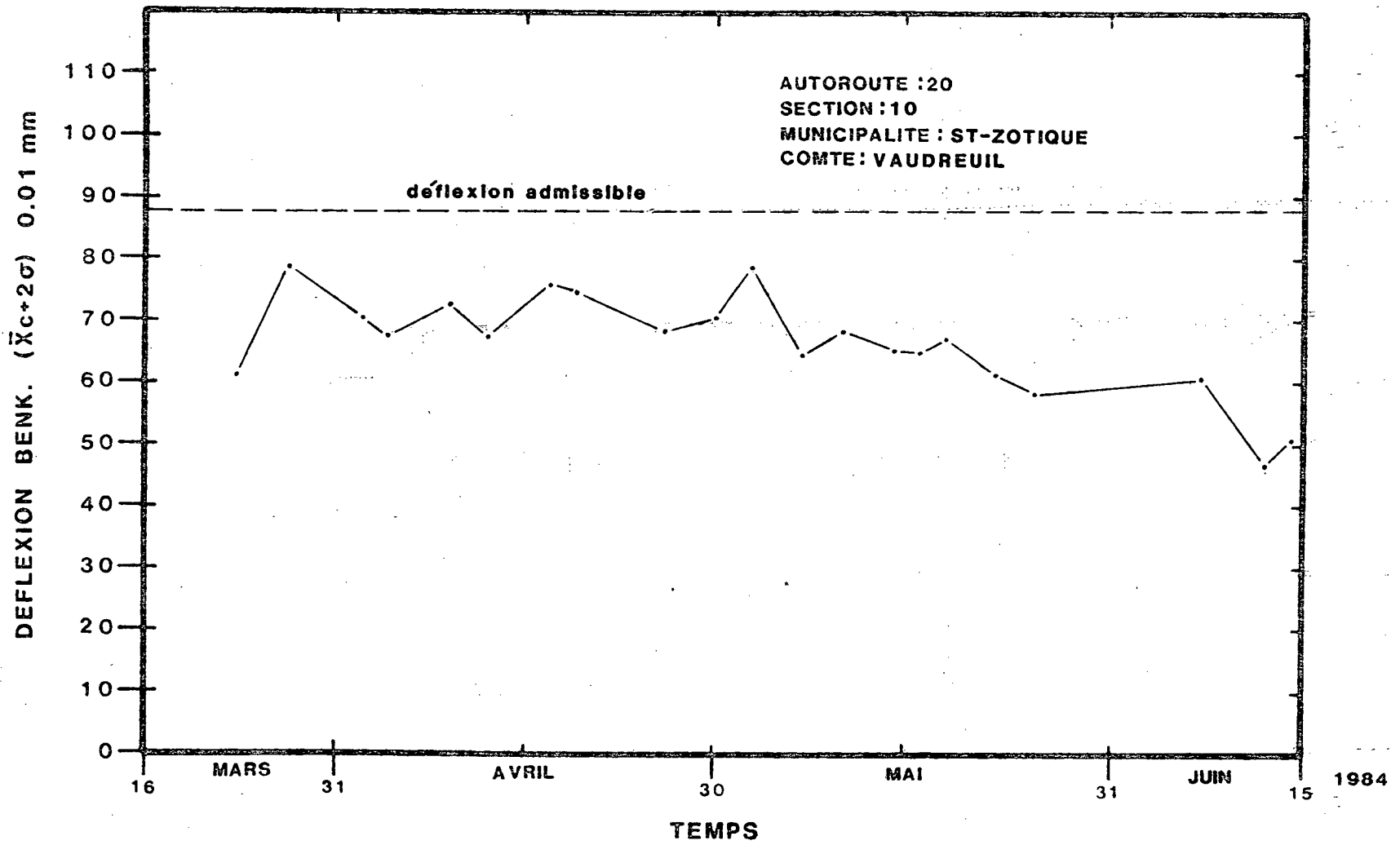


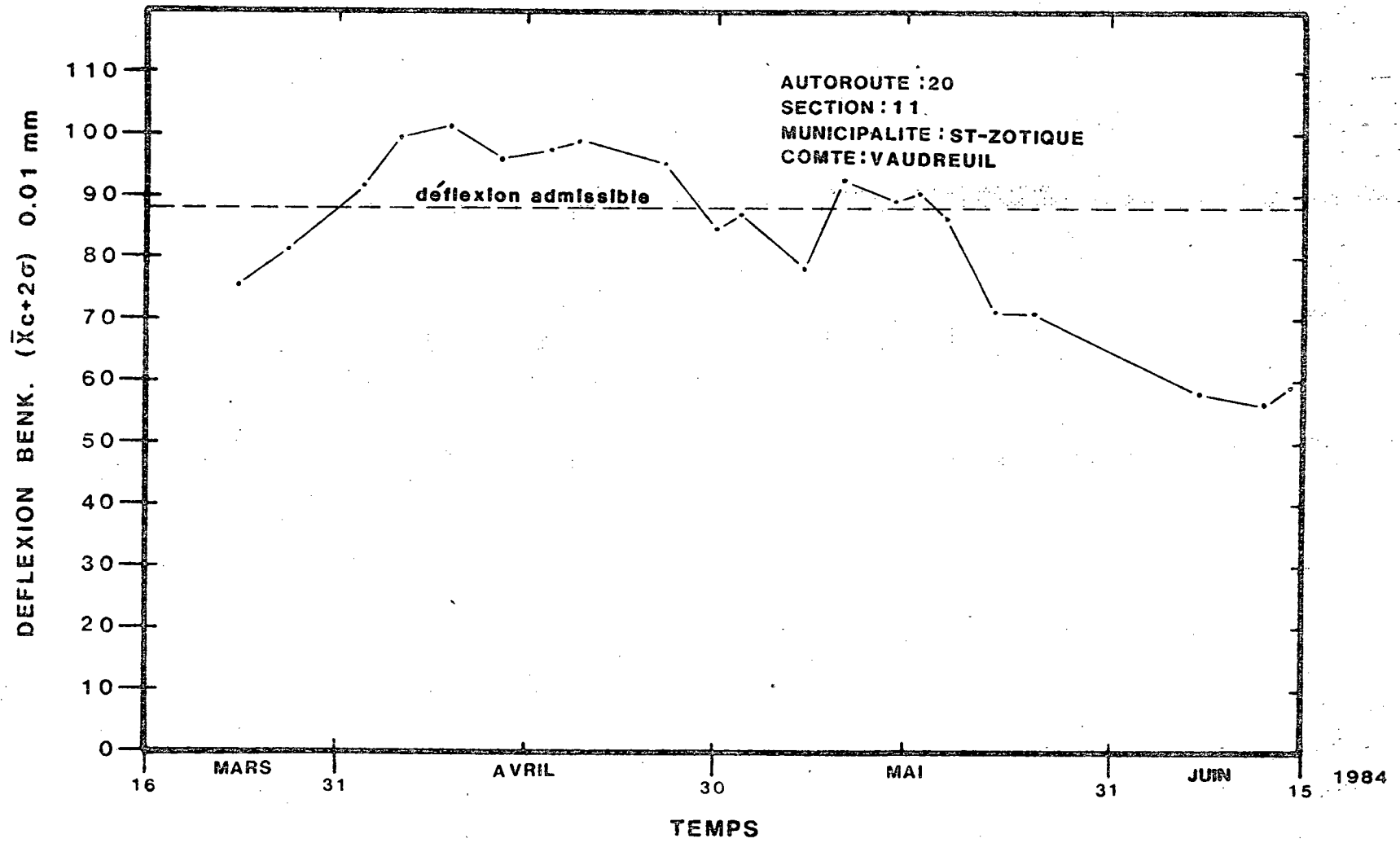


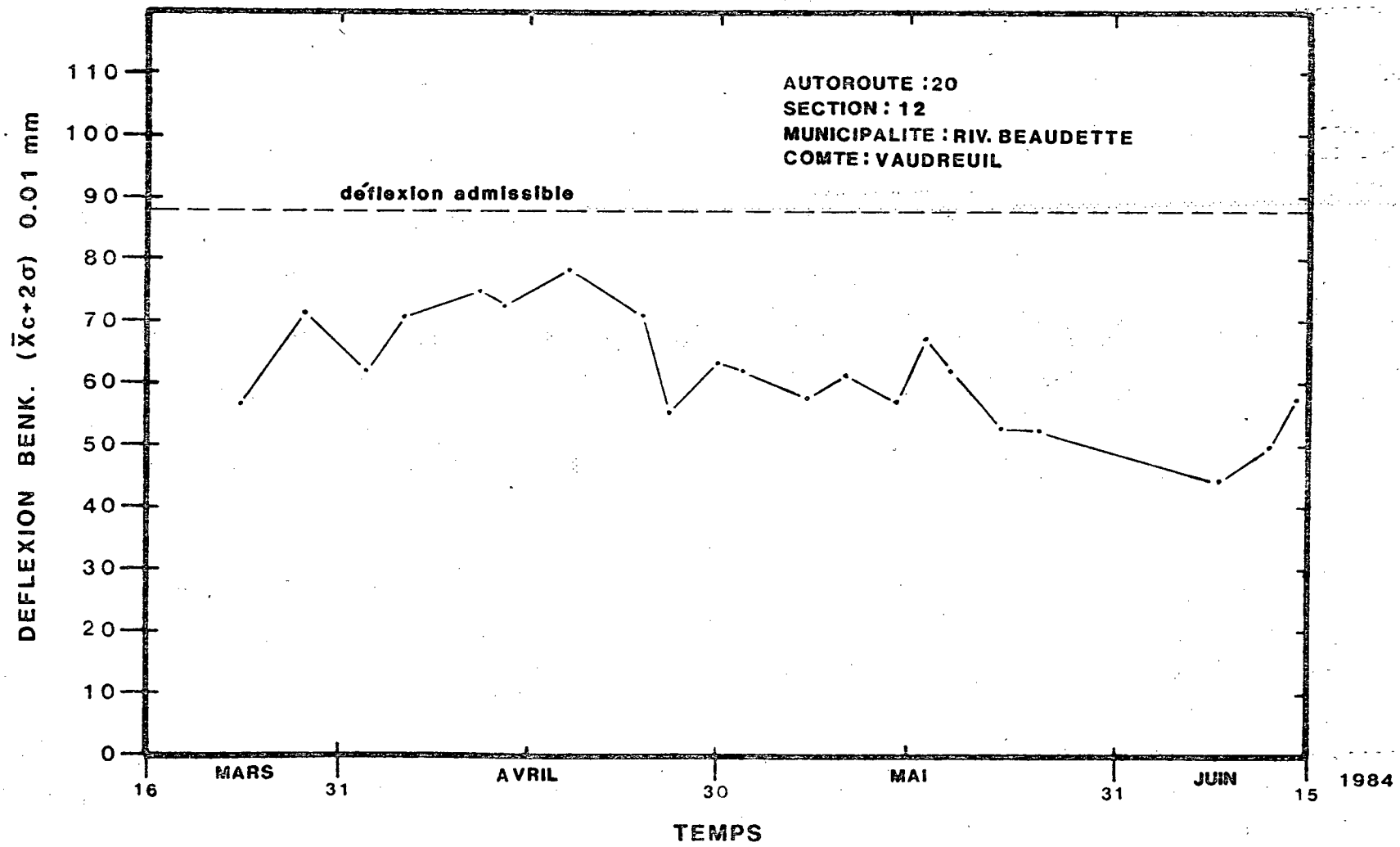






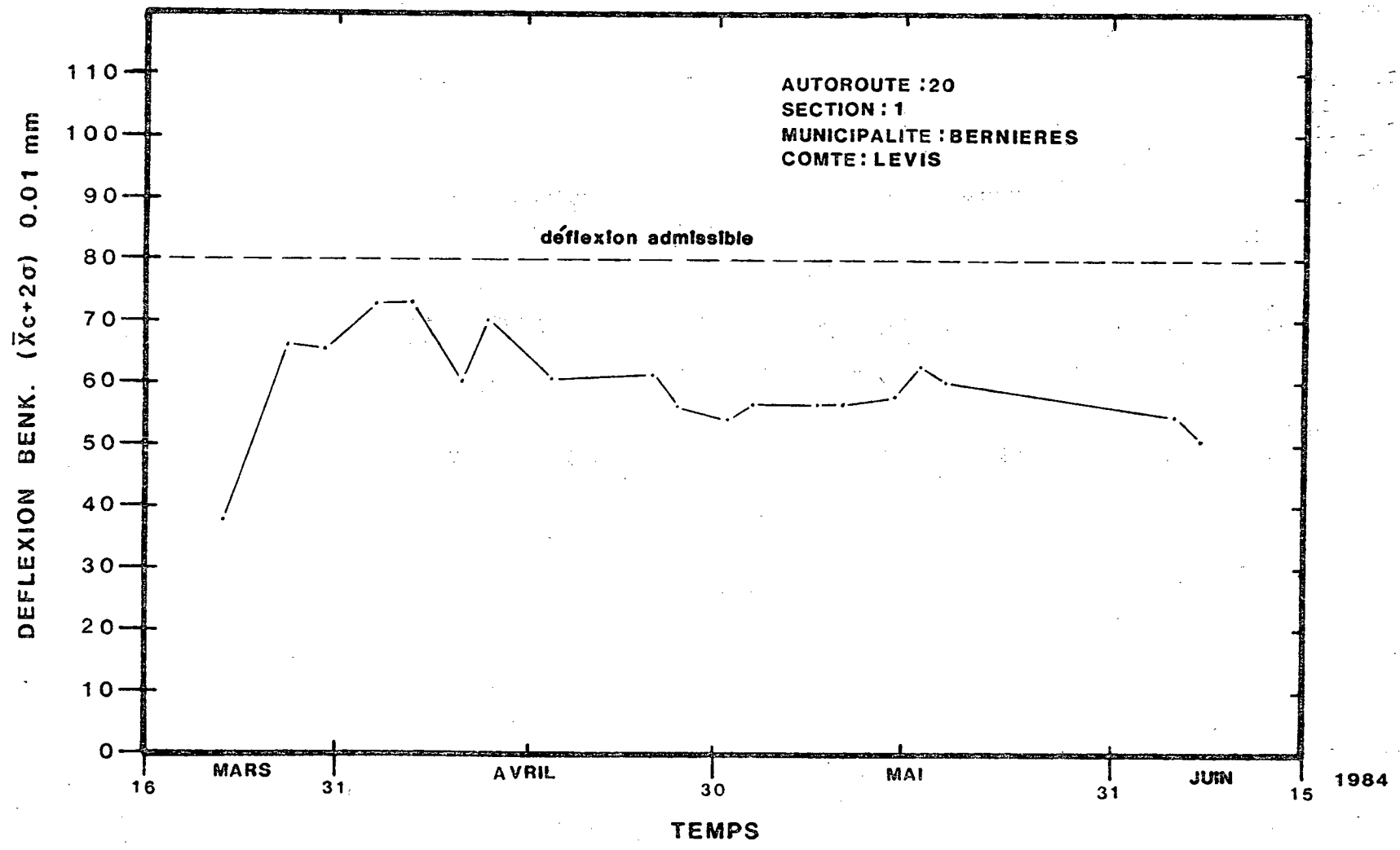


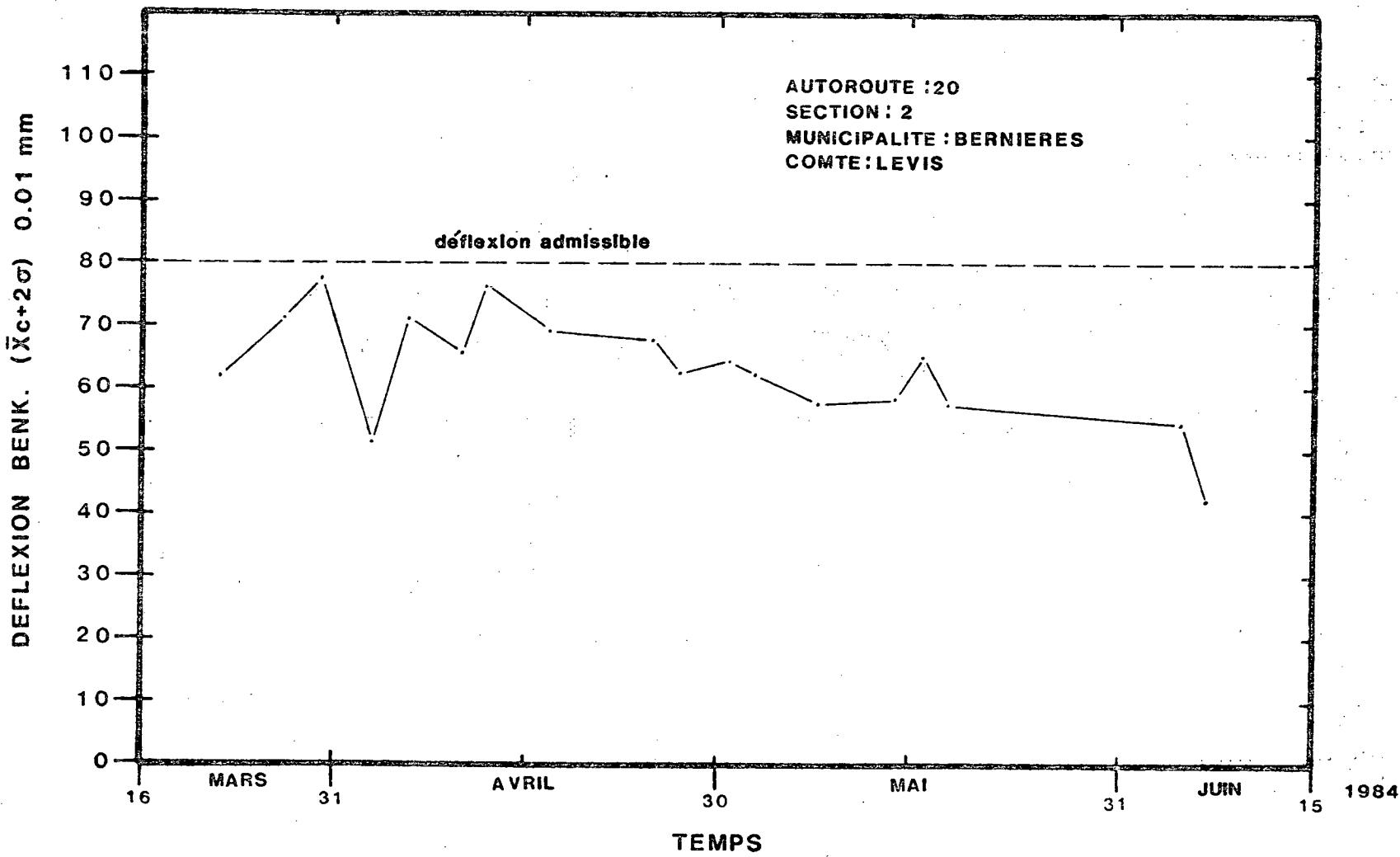


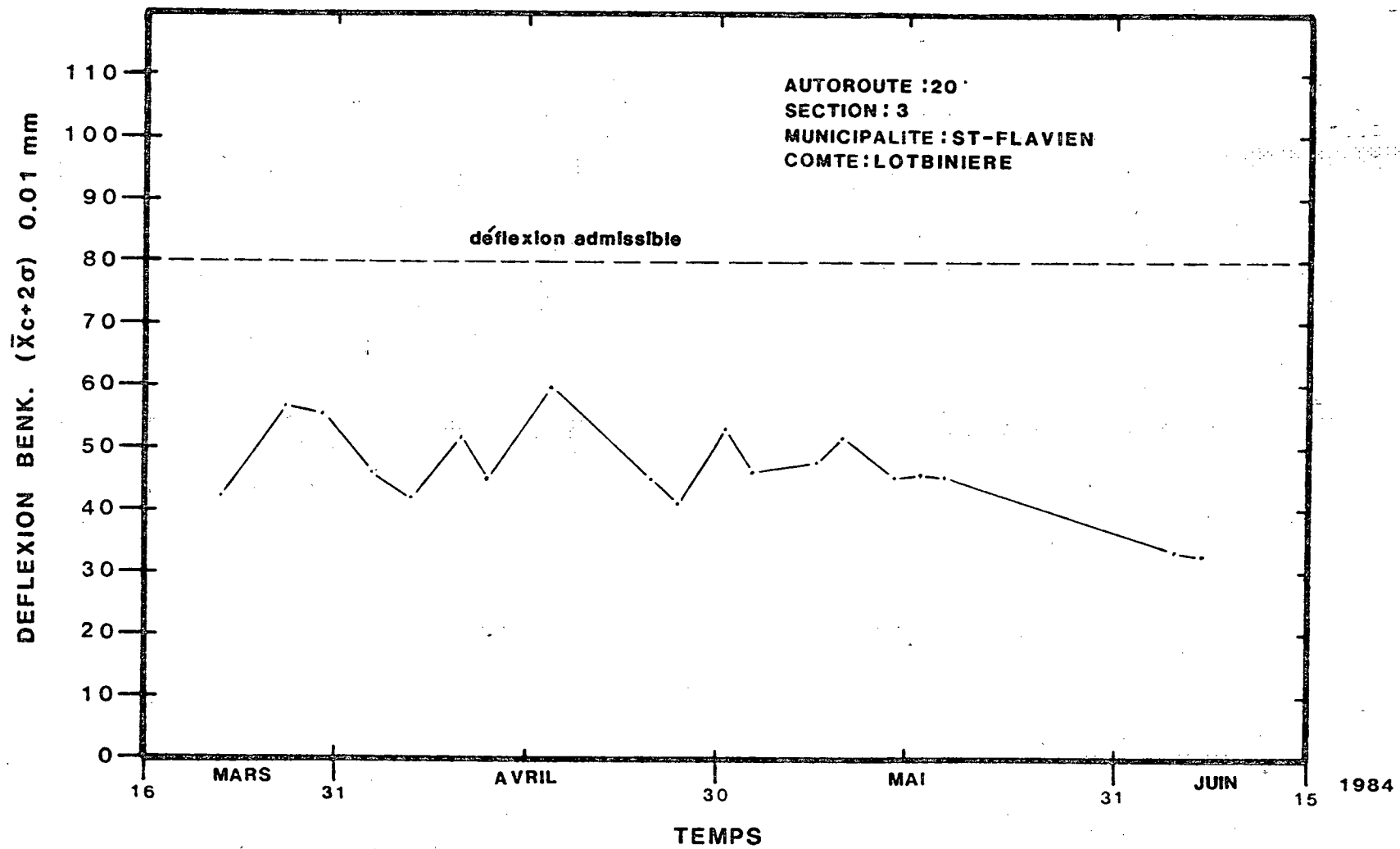


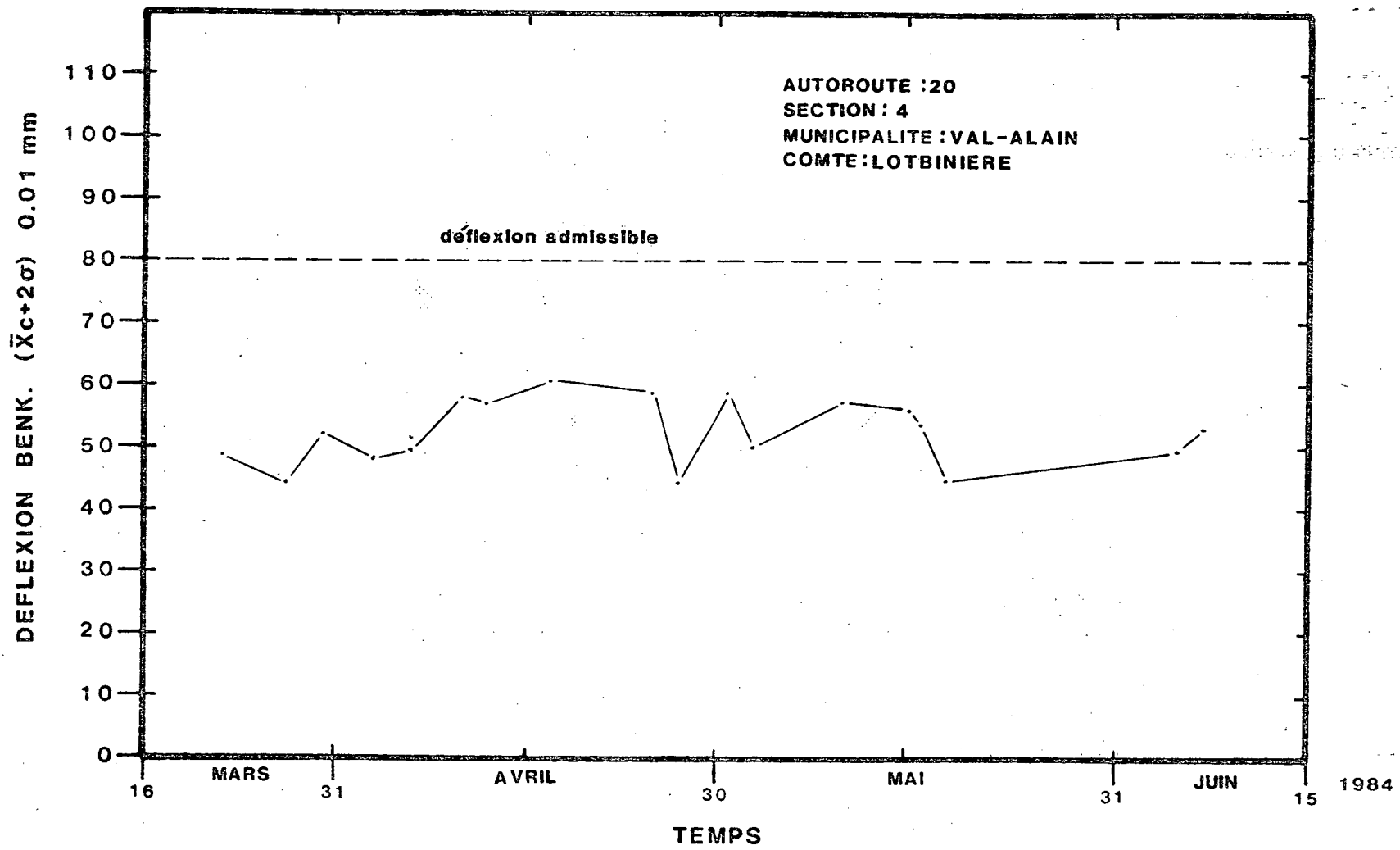
ANNEXE II

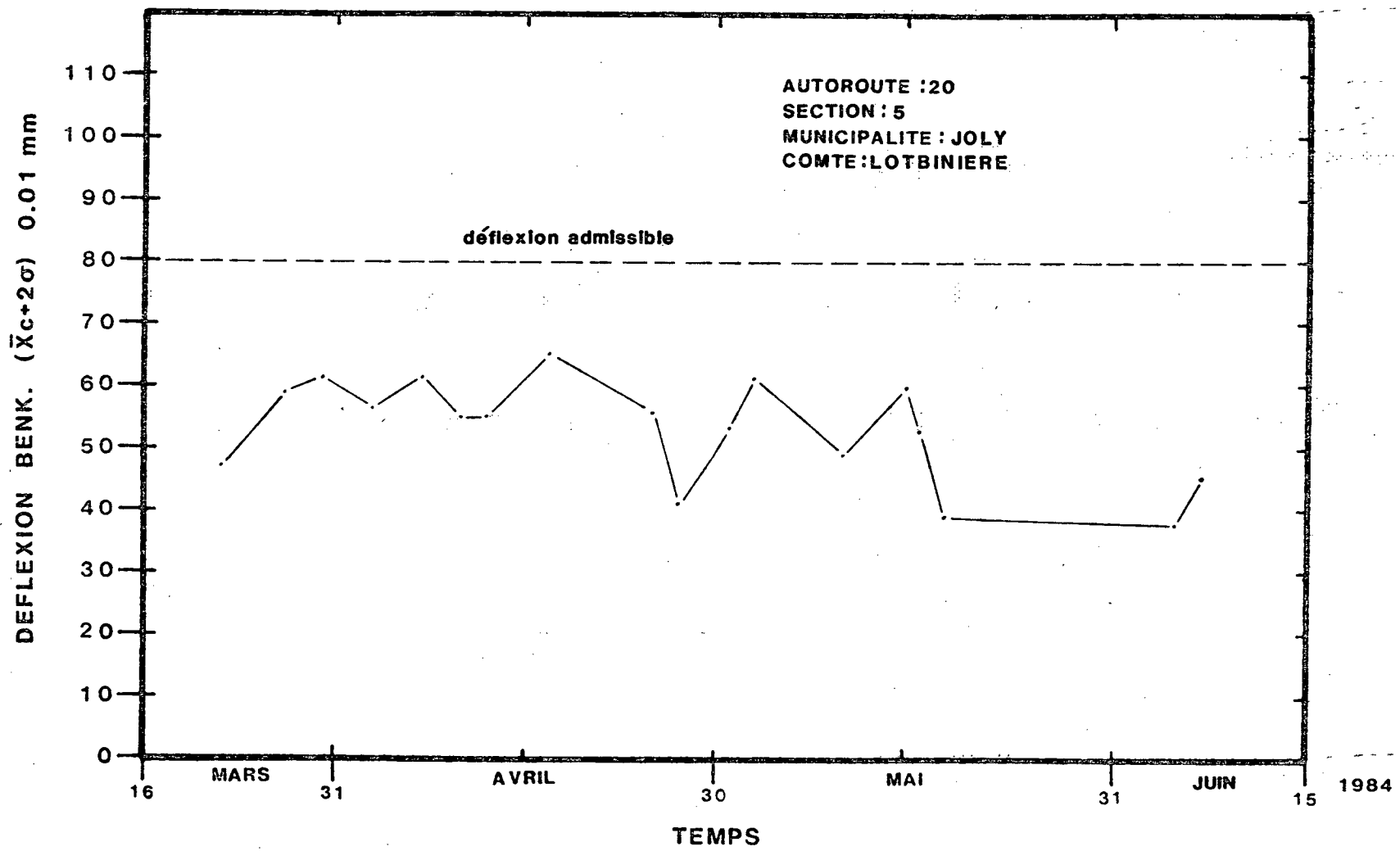
Graphiques illustrant les déflexions en fonction du temps sur chacune des quatorze sections de contrôle sur l'autoroute 20 situés entre Val-Alain et Cap St-Ignace.

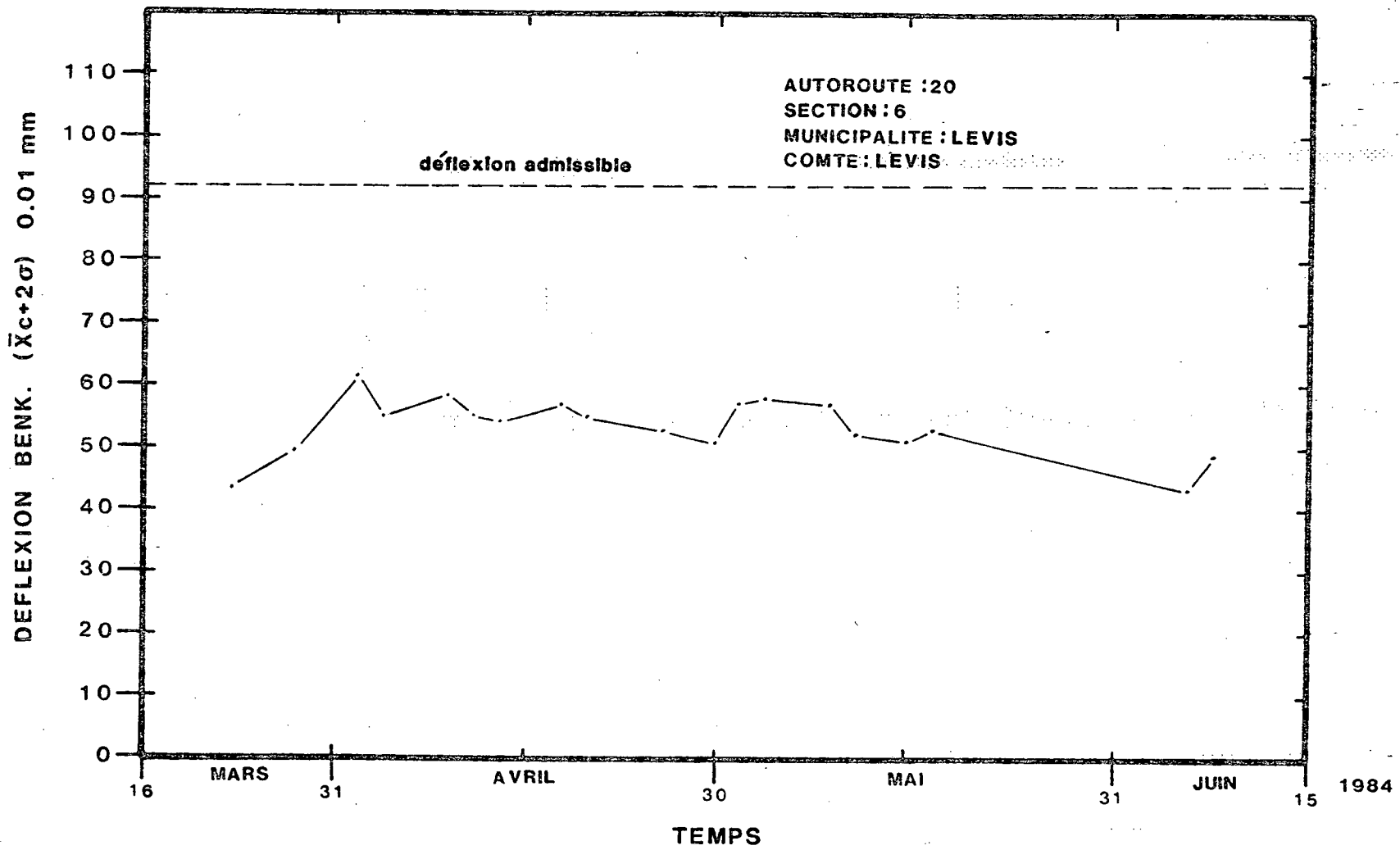


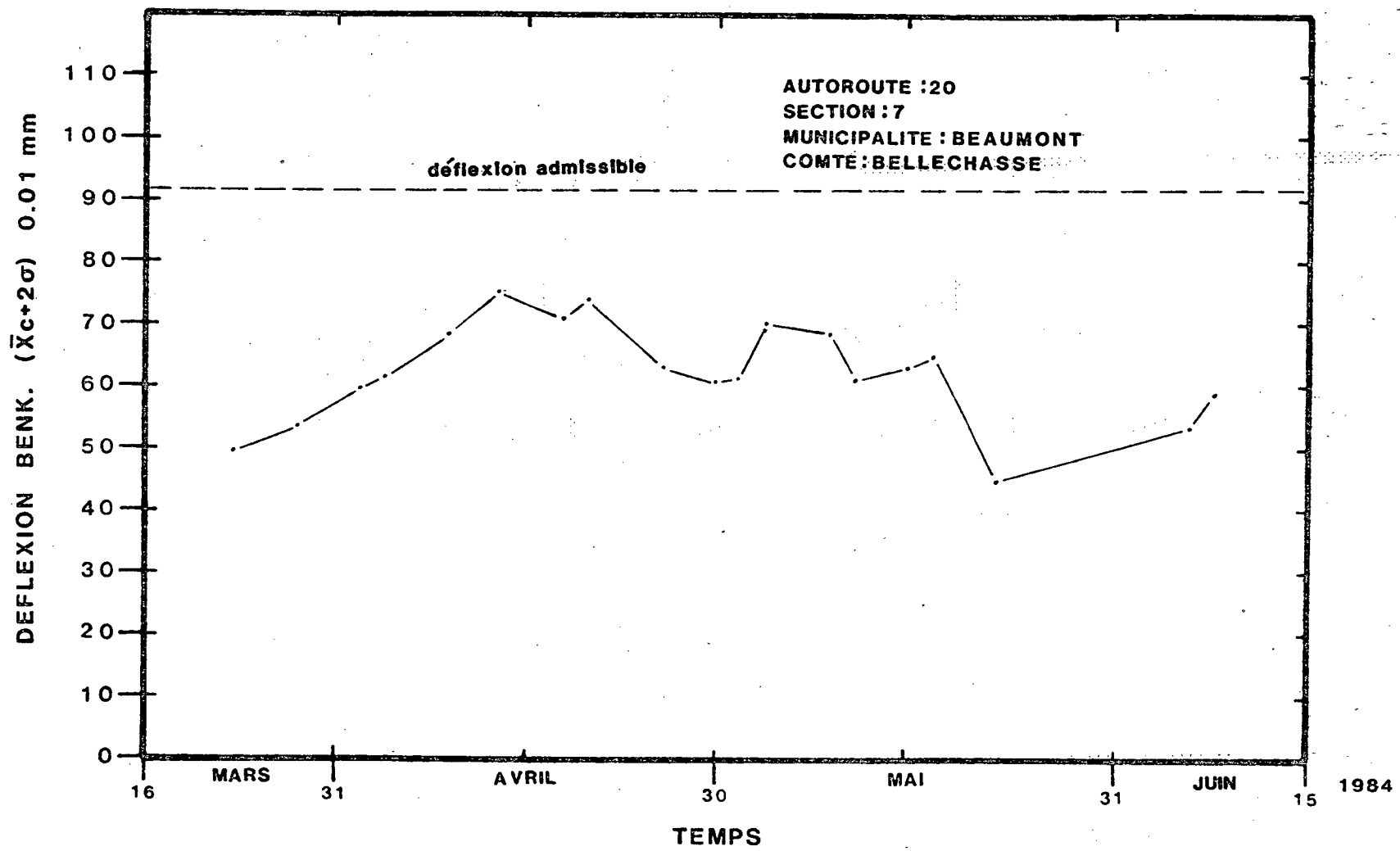


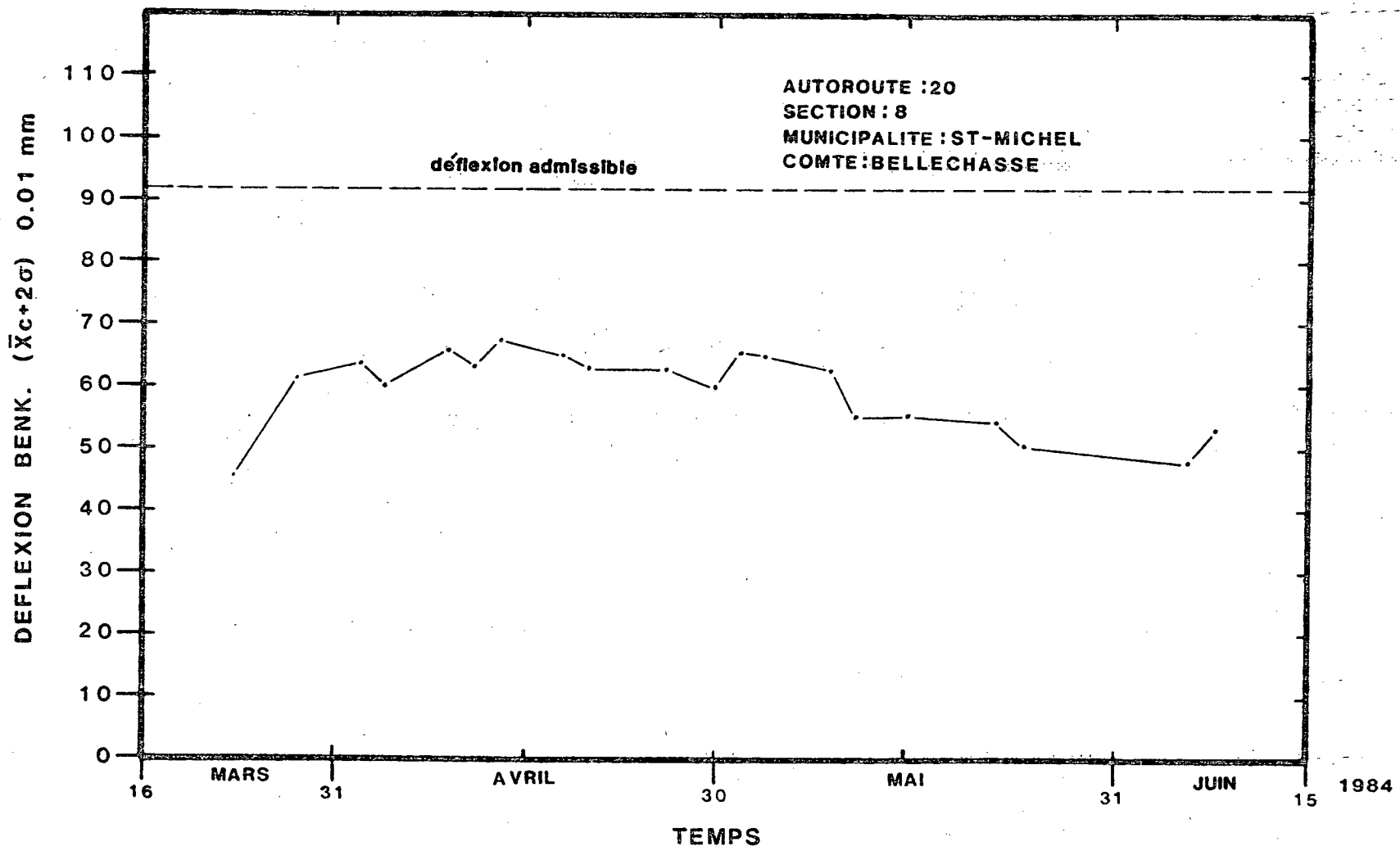


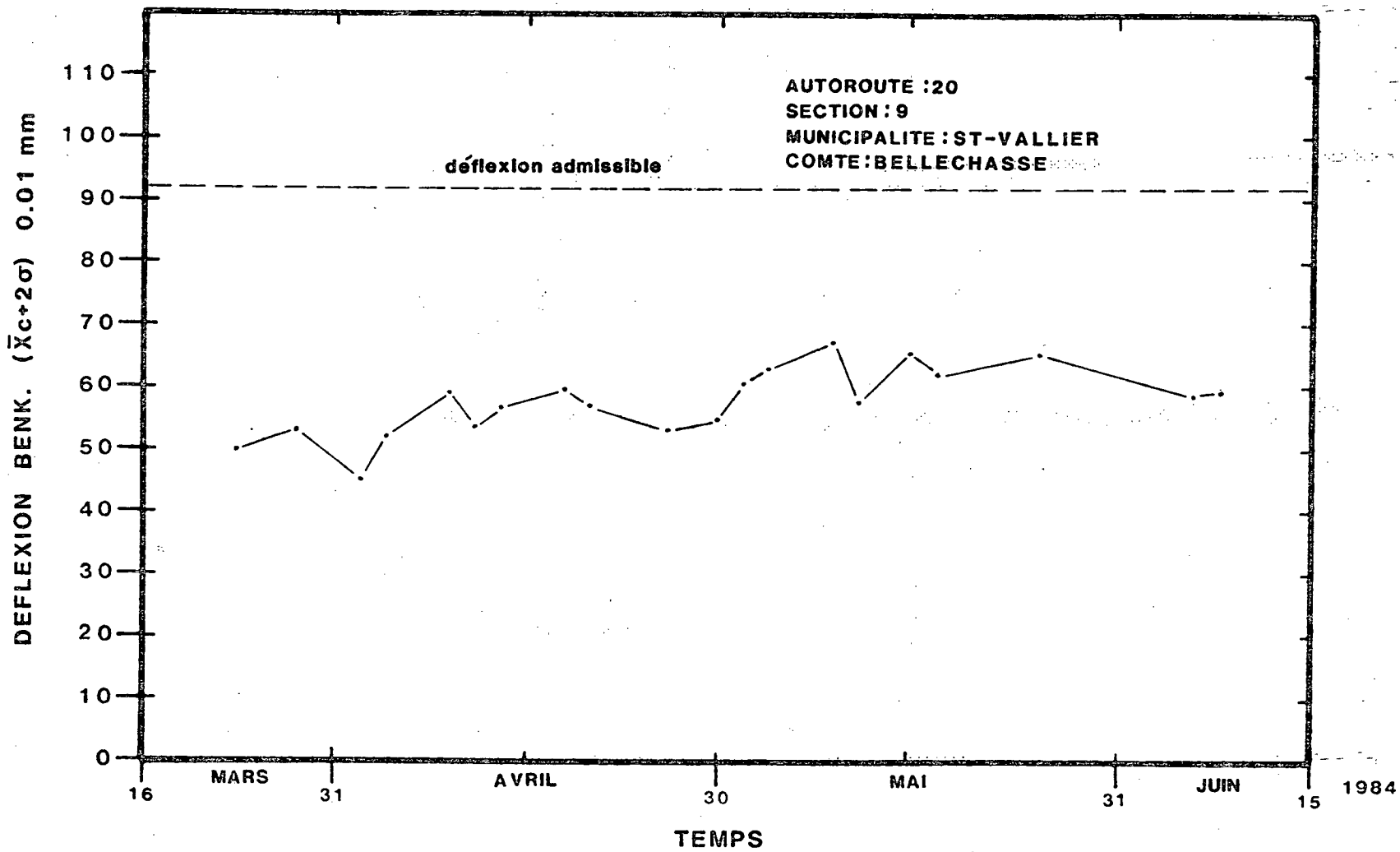


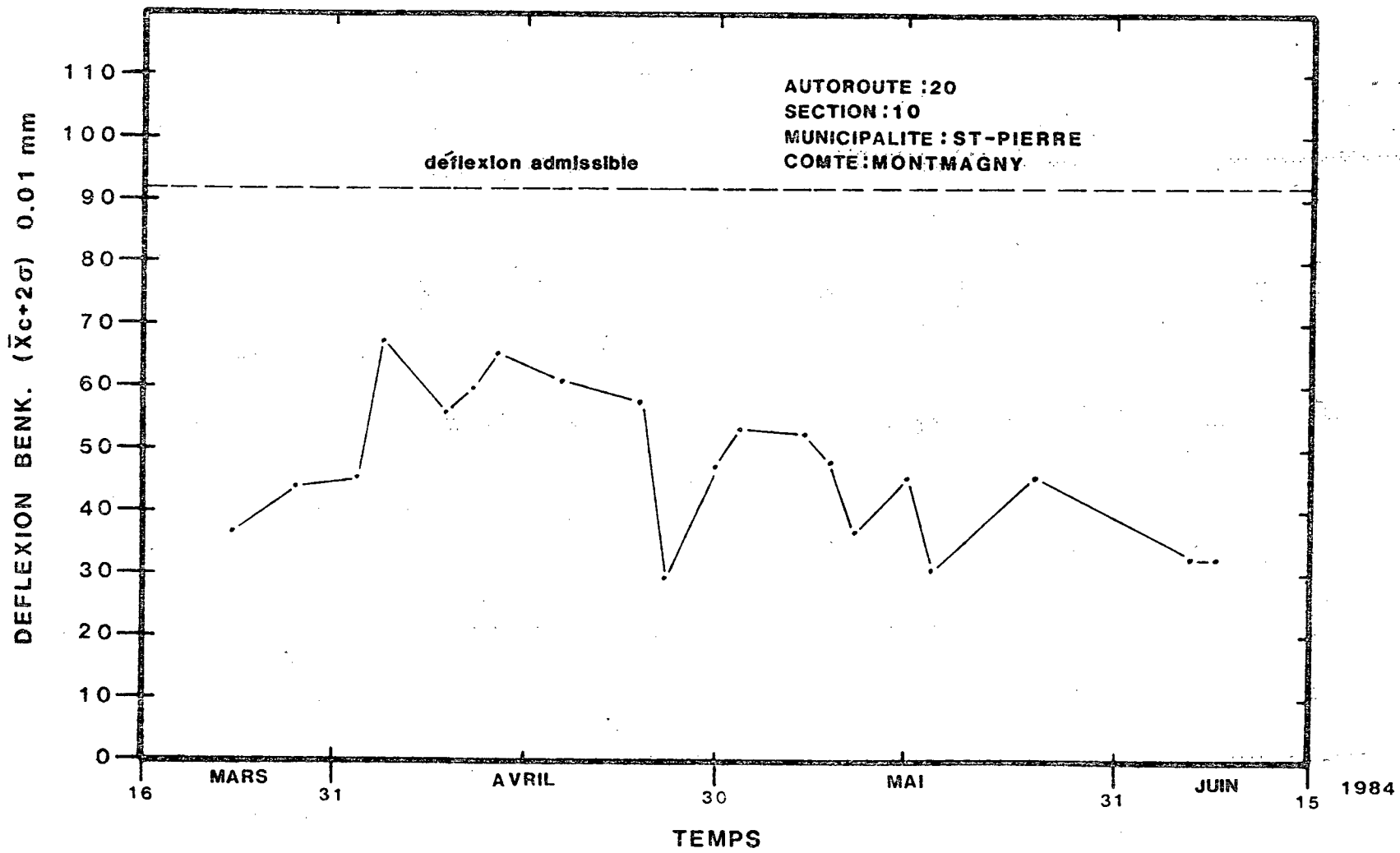


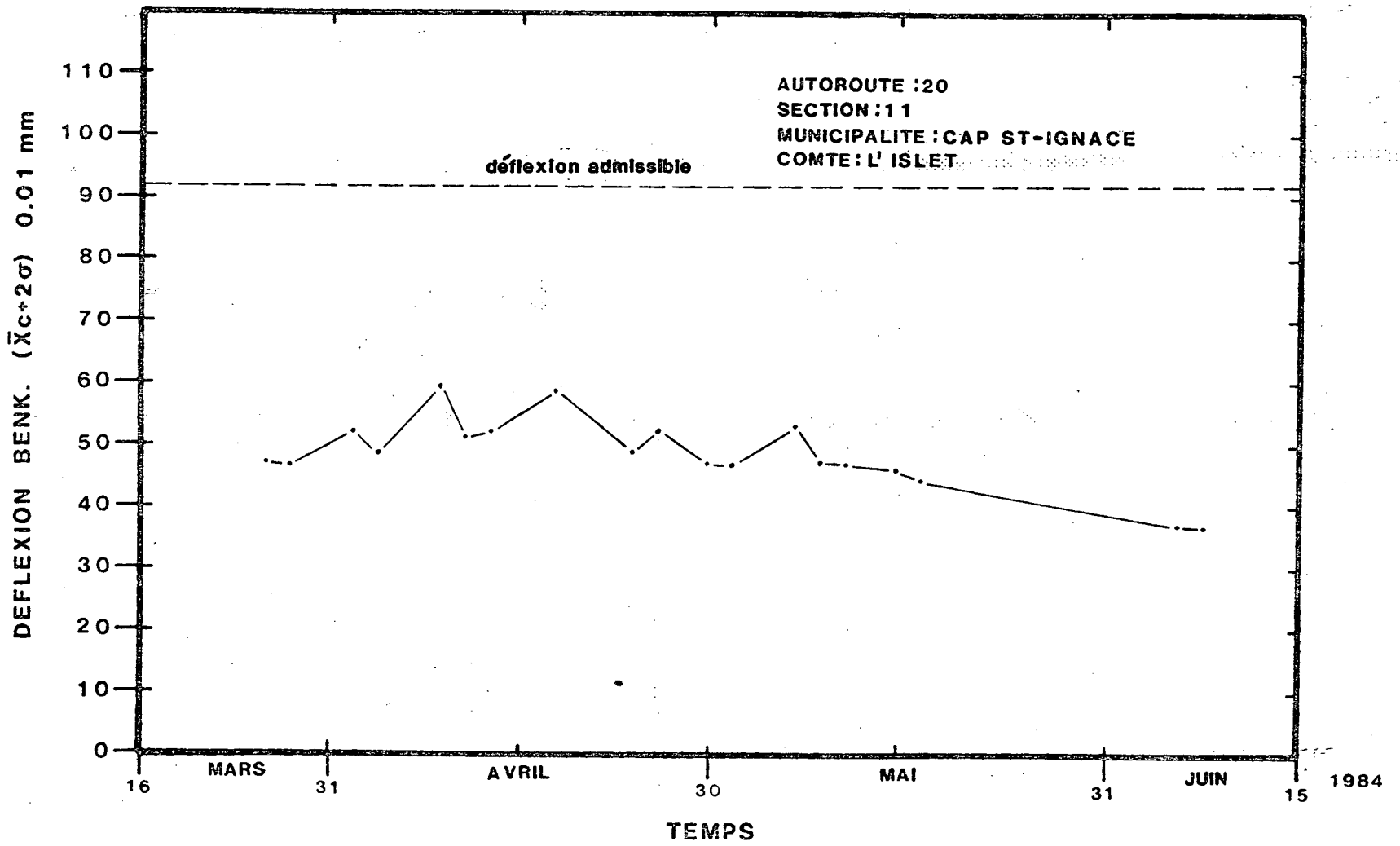


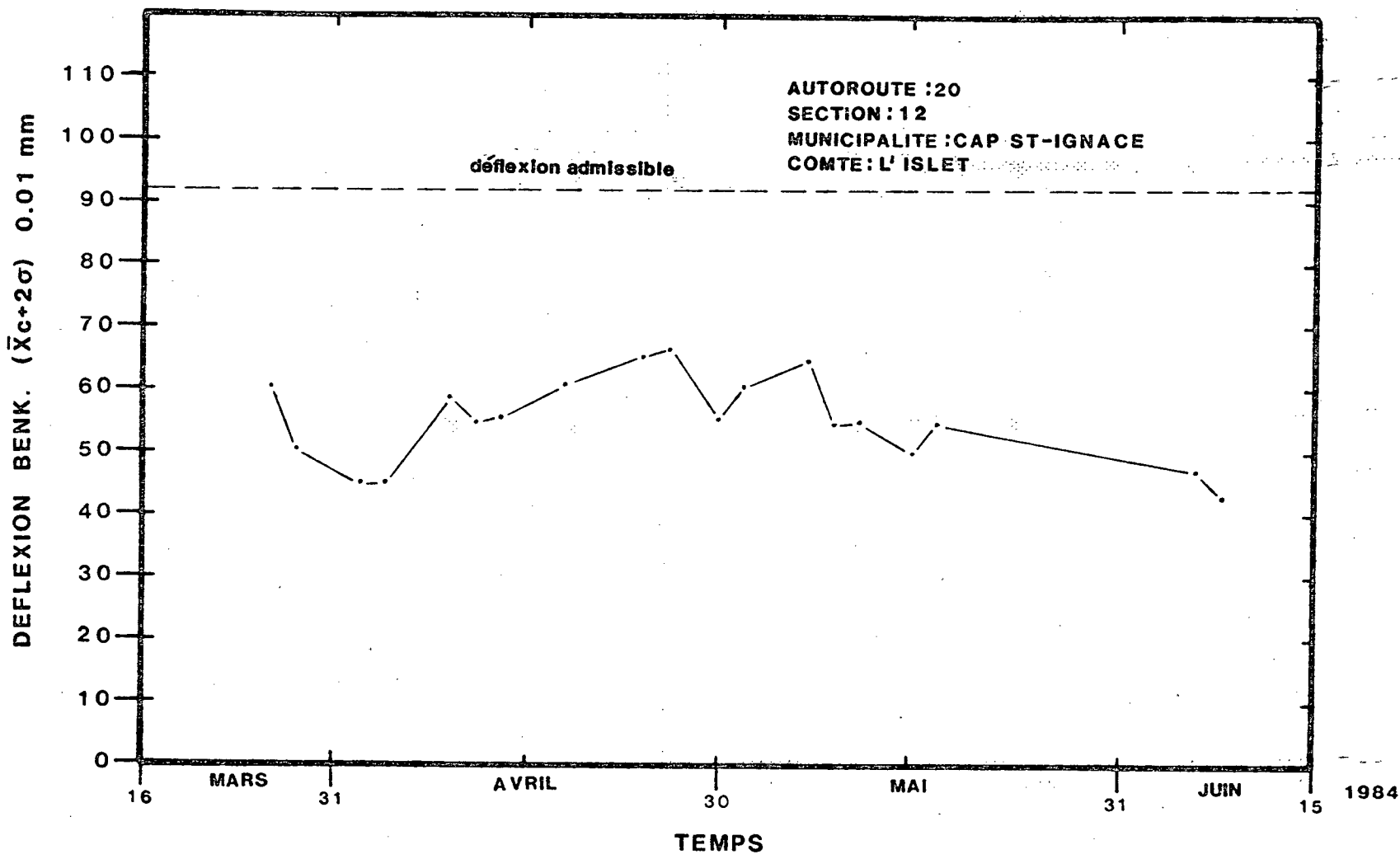


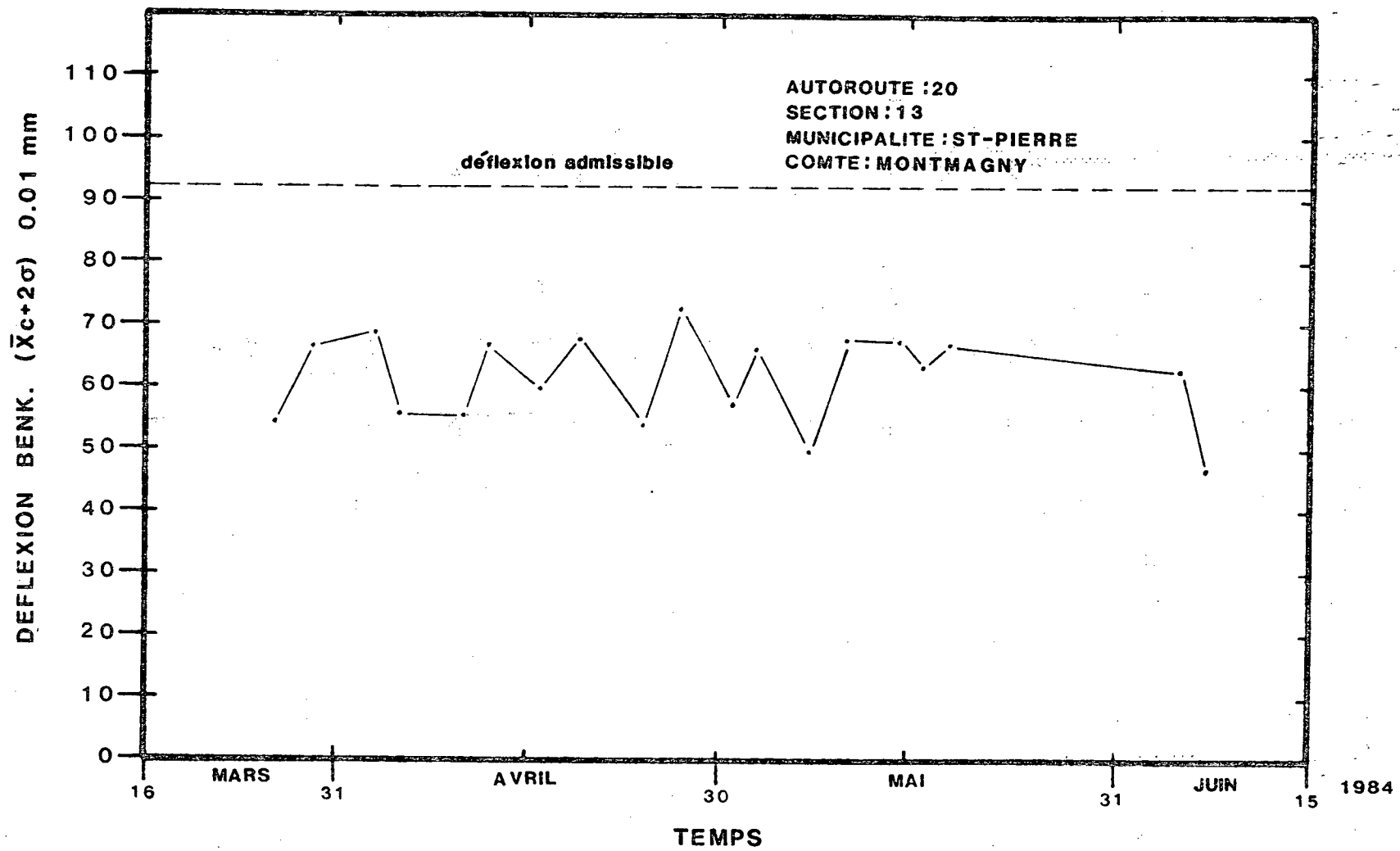


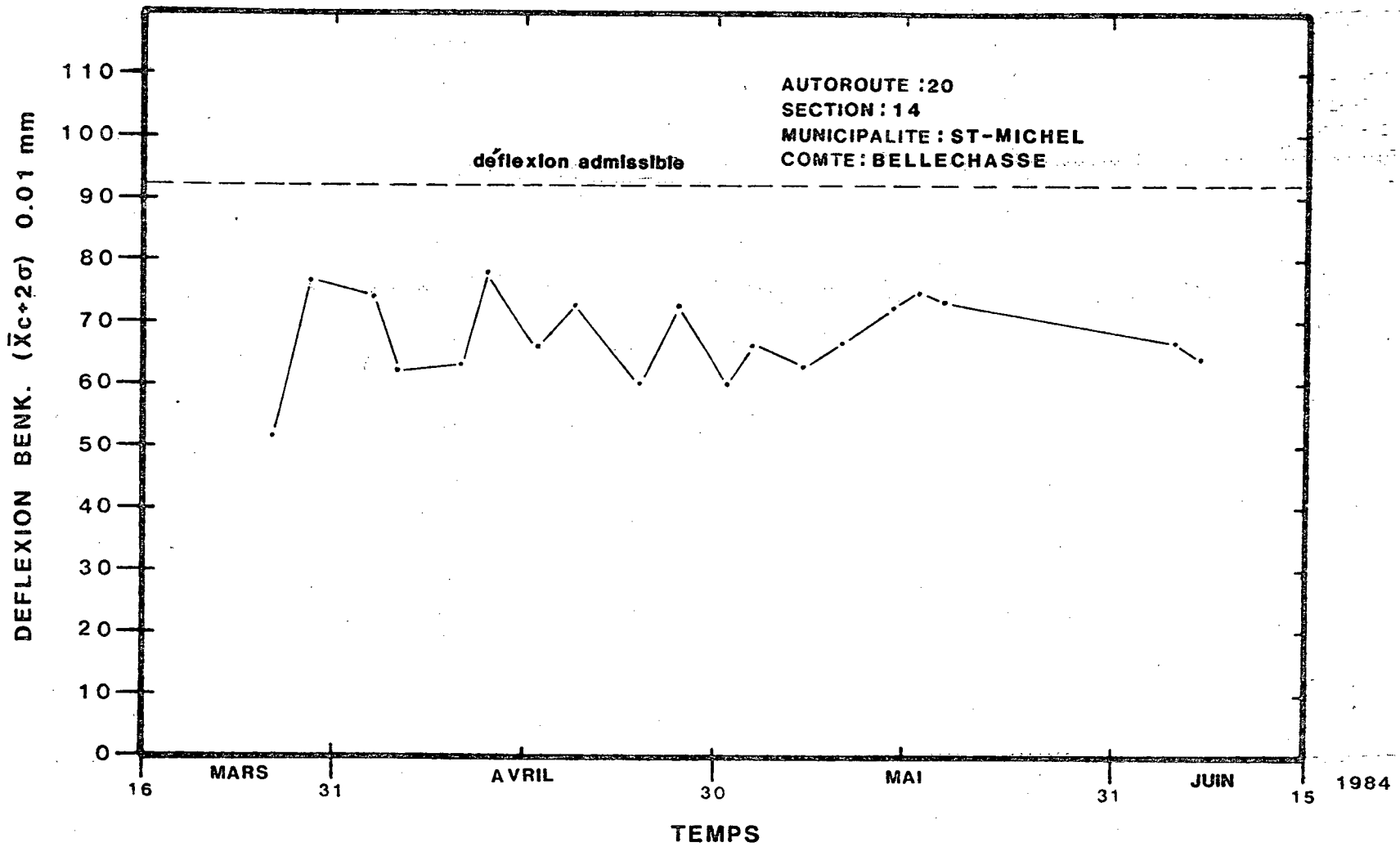












MINISTÈRE DES TRANSPORTS



QTR A 093 601