

# AUGMENTATION DES VITESSES TGV SUR LIGNES CONVENTIONNELLES

***Essais d'augmentation de dévers***

***selon plusieurs lois de variation***

***sur la section de ligne Frasné - Vallorbe***



## SOMMAIRE

<b>SYNTHÈSE</b>	<b>4</b>
<b>OBJET</b>	<b>5</b>
<b>SITUATION DU PROJET</b>	<b>6</b>
<b>DESCRIPTION DE LA LIGNE</b>	<b>7</b>
CONSISTANCE	7
ESPACEMENT DES CIRCULATIONS	7
ÉNERGIE DE TRACTION	7
L'INFRASTRUCTURE	7
<b>L'INFRASTRUCTURE</b>	<b>8</b>
<b>LES TRAFICS</b>	<b>9</b>
STATISTIQUES	9
LES CIRCULATIONS	9
GRAPHIQUES DES CIRCULATIONS	10
<b>LE PROJET</b>	<b>11</b>
LA PROBLÉMATIQUE	11
LES RACCORDEMENTS DE DÉVERS	12
<b>DÉFINITION DES RACCORDEMENTS</b>	<b>13</b>
EXPRESSION MATHÉMATIQUE DES RACCORDEMENTS	13
APPLICATION AUX RACCORDEMENTS CHOISIS	14
RACCORDEMENT A - KM 443,860 – 443,985	15
RACCORDEMENT B – KM 444,255 – 444,375	16
RACCORDEMENT C – KM 444,780 – 444,910	17

RACCORDEMENT D – KM 452,330 – 452,445 _____	18
<b>CONSISTANCE DU RETOUR D'EXPÉRIENCE</b> _____	<b>20</b>
COMPOSITION _____	20
ZONE DE SUIVI _____	20
MOYENS MIS EN OEUVRE _____	21
<b>SITUATION DE RÉFÉRENCE AVANT TRAVAUX</b> _____	<b>21</b>
COMPOSITION _____	21
<b>RÉFÉRENCE APRÈS TRAVAUX</b> _____	<b>22</b>
<b>SUIVI SUR 2 ANS (2001, 2002)</b> _____	<b>23</b>
COMPOSITION _____	23
<b>PLANNING</b> _____	<b>24</b>
RÉPARTITION DES MISSIONS _____	24
<b>TRAIN D'ESSAI</b> _____	<b>26</b>
COURBES DE FAIBLE RAYON ET VALEURS D'INSUFFISANCE DE DÉVERS ASSOCIÉES _____	27
VITESSE ANGULAIRE DE ROULIS POUR LES RACCORDEMENTS DES COURBES DE FAIBLE RAYON _____	29
<b>HISTORIQUE DE L'ENTRETIEN</b> _____	<b>31</b>
BOURRAGE MÉCANIQUE ET MEULAGE _____	31
TOURNÉES PÉRIODIQUES _____	32
<b>ACCÉLÉROGRAPHE</b> _____	<b>33</b>
<b>ANALYSE « TIMON »</b> _____	<b>34</b>
RELEVÉS DES MESURES _____	34
<b>SUIVI DES RELEVÉS « MAUZIN »</b> _____	<b>40</b>
ANALYSE DES ENREGISTREMENTS « MAUZIN » _____	41
RELEVÉS DES ENREGISTREMENTS GRAPHIQUES _____	45

<b>SUIVI DES FLÈCHES ET DES DÉVERS</b>	<b>59</b>
RELEVÉS DES MESURES	59
SUIVI DES POINTS DE RUPTURE DE VARIATION DE DÉVERS	72
<b>SUIVI DE L'USURE DU RAIL</b>	<b>76</b>
RELEVÉS DES MESURES	77
<b>SUIVI DU SERRAGE DES ATTACHES</b>	<b>83</b>
MÉTHODOLOGIE	83
RELEVÉS DES MESURES	83
<b>VITESSES PRATIQUÉES PAR LES TGV</b>	<b>102</b>
RELEVÉ DES VITESSES SENS FRASNE – VALLORBE	103
RELEVÉ DES VITESSES SENS VALLORBE - FRASNE	105
RÉPARTITION DES VITESSES PAR RACCORDEMENT	107



Le suivi de la qualité géométrique de la voie ainsi que les désordres pouvant éventuellement apparaître sur les différents constituants de celle-ci a été réalisé conformément au programme prévu, de septembre 1999 en décembre 2001. L'analyse montre que l'évolution des raccordements et des zones témoins ne dépasse pas significativement le bruit de fond du vieillissement normal d'une voie.

Bien que constatant quelques désordres, certains, comme le serrage des attaches ou l'usure du rail, pouvant être attribués aux difficultés des prises de mesure, on constate que la qualité géométrique de la voie évolue normalement.

D'autres phénomènes peuvent intervenir comme l'usure ondulatoire, mais ils sont plus le corollaire de l'augmentation de vitesse que de la mise en voie de fort dévers ou des nouvelles lois de gauche en raccordement.

**La mise en voie de nouvelles lois de variation de dévers n'a pas provoqué, à ce jour, d'évolutions néfastes. De ce point de vue, les quatre lois testées se valent.**

Une mention particulière doit néanmoins être faite au sujet de l'entretien de la voie comportant de tels types de raccordements. Celui-ci ne pose aucun problème de réalisation, mis à part la nécessité d'une préparation plus fine (assimilable à la préparation de chantier de bourrage d'appareil) ne pouvant être déléguée à un chef d'équipe. Le fait d'avoir des valeurs de gauche élevées (de 2,5 à 2,7 mm/m pour une valeur limite recommandée de 1,28 mm/m à 140 Km/h) diminue la marge avec les seuils d'entretien et les valeurs d'intervention ce qui peut induire des reprises de nivellement plus fréquentes. Une réflexion est peut-être nécessaire au regard des normes d'entretien, celles-ci n'ayant pas été adaptées à ce cas.



Dans les objectifs de la SNCF pour mieux servir ses clients, figure la réduction des temps de parcours.

Une piste possible consisterait à augmenter la vitesse des rames T.G.V. sur leur parcours terminal en ligne classique, soit en augmentant le dévers des courbes, soit en autorisant des insuffisances de dévers supérieures aux normes actuelles, tout en ne prévoyant aucune modification du matériel roulant.

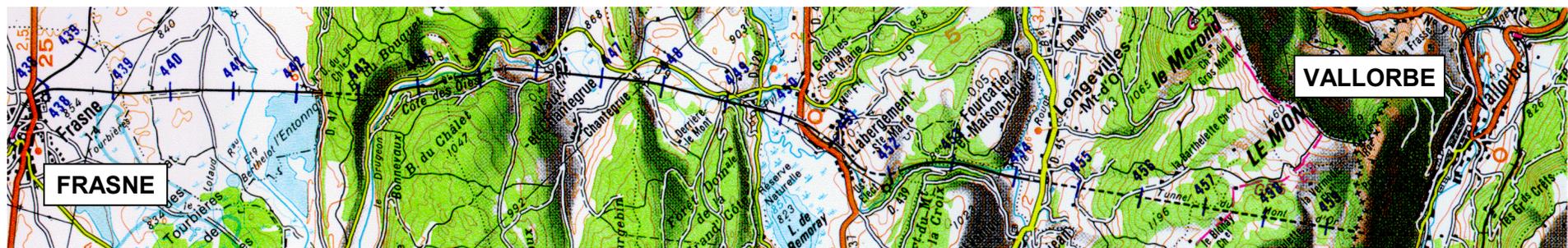
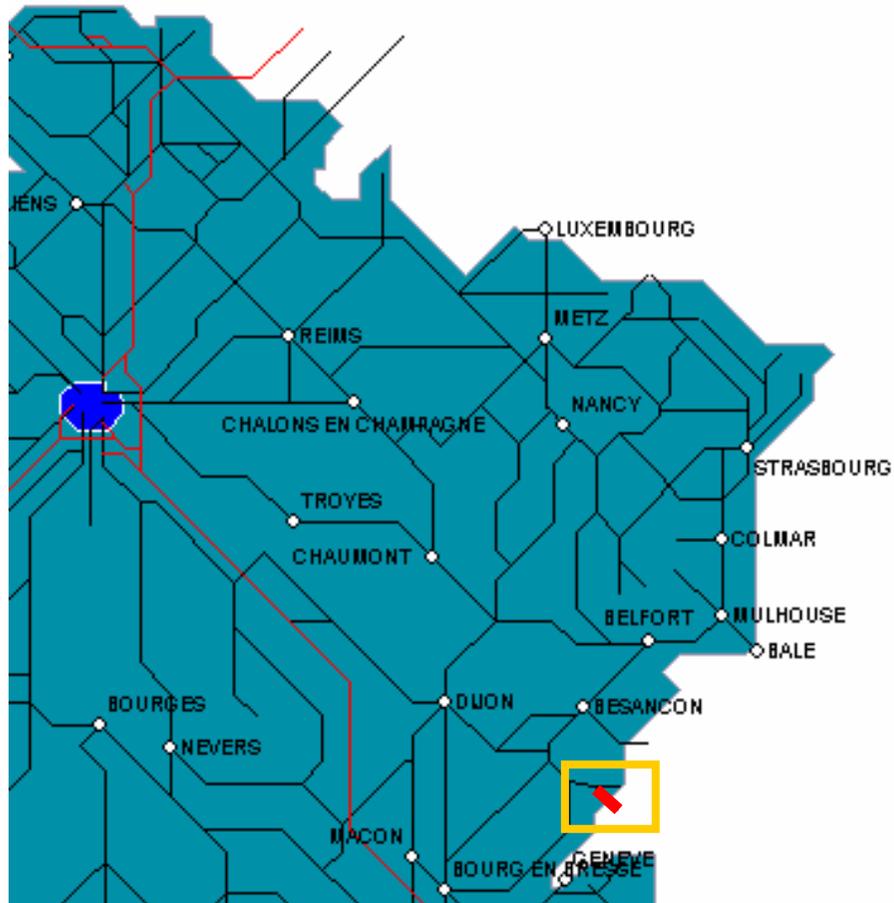
L'augmentation des insuffisances de dévers a fait l'objet d'essais en octobre 98 sur la ligne de SAINT ANDRÉ le GAZ à CHAMBERY, et une tentative de faire rouler des rames T.G.V. à une vitesse supérieure de dix kilomètres heure par rapport à la vitesse de la ligne sera faite sur un service en 99 sur une portion de ligne qui sera choisie dans le courant du premier trimestre 99.

L'étude présentée dans le présent dossier a pour but de proposer d'augmenter le dévers en voie de 160 à 180 mm sur la portion de ligne comprise entre FRASNE et VALLORBE autorisant une vitesse de 140 Km/h au lieu des 130 Km/h actuellement pratiqués. Elle propose également la mise en voie de diverses formes de raccords, rompant ainsi avec la traditionnelle proportionnalité rayon dévers, ainsi qu'un retour d'expérience sur deux ans.

Cette portion de ligne a été choisie pour la valeur de ses rayons de courbe proches de 600 m, parce que l'armement de la voie est moderne et également parce qu'elle est à voie unique, exonérant ainsi des études de gabarit toujours longues et coûteuses.

Il est à noter qu'un groupe de travail de l'Union Internationale des Chemins de Fer (UIC) mène des réflexions sur le même thème.

## SITUATION DU PROJET



## DESCRIPTION DE LA LIGNE

### CONSISTANCE

La section de ligne FRASNE – VALLORBE d'une longueur de 23 kilomètres est à voie unique banalisée avec commande centralisée. Elle comporte deux évitements situés à Vaux et Chantegrue km 446,0 et Les Longevilles-Rochejean km 453,9 permettant le croisement des trains.

Gares de cette section :

- Frasne km 437,150
- Vaux et Chantegrue km 446,089
- Labergement Sainte Marie km 450,768
- Les Longevilles – Rochejean km 454,172
- Vallorbe km 461,630

### ESPACEMENT DES CIRCULATIONS

La ligne est régulée par le poste de régulation de Dijon. L'espacement des circulations est assuré par un block automatique lumineux (BAL).

### ÉNERGIE DE TRACTION

La ligne est électrifiée en courant alternatif 25 000 volts par la sous-station de Mouremboz (km 434,953) d'une puissance de 1 x 7,5 MVA. Un poste de mise en parallèle et de sectionnement est implanté à Frasne. Coté français, la caténaire à suspension « Y » est régularisée 1150/850 sauf sous les tunnels du Bouquet (km 442,300 – 443,600) et du Mont d'Or (km 454,505 – 460,586) où elle est régularisée 1000/1000.

### L'INFRASTRUCTURE

Détaillée page suivante, elle date pour l'essentiel de 1983. Elle est constituée de longs rails soudés, de traverses bétons sauf sur quelques tronçons très réduits et de rails U 50, U 39, U 55 et U 80. Le travelage est supérieur à 1666 traverses par kilomètre.

	RAILS	U39	U50	U55	U80
mètres	21 949	5 138	15 237	463	1111

	TRAVERSES	BOIS	EXO	TBA	MONO
mètres	21 949	5 792	1 176	4 999	9 982

	TRAVELAGE	1666	1700	1722	
mètres	21 949	14 834	1 514	5 601	

EXO : bois exotique TBA : traverses en béton armé

MONO : traverses en béton armé monobloc



### STATISTIQUES

Débit journalier moyen en milliers de tonnes :

Trains voyageurs	7,09
Autre trains	2,78
<b>Total</b>	<b>9,87</b>

Débit journalier moyen en nombre de circulations

Trains voyageurs	13,0
Autre trains	5,6
<b>Total</b>	<b>18,6</b>

### LES CIRCULATIONS

Elles sont représentées, pour les deux sens confondus, dans le tableau suivant (détail en annexe 1).

TYPE	L	M	M	J	V	S	D
<b>TGV</b>	8	8	8	8	9	8	9
<b>V 160</b>	2	2	2	2	2	2	2
<b>V 120</b>	2	2	2	2	2	0	0
<b>MA 100</b>	2	5	5	6	5	5	3
<b>HLP</b>	2	1	1	2	2	0	0

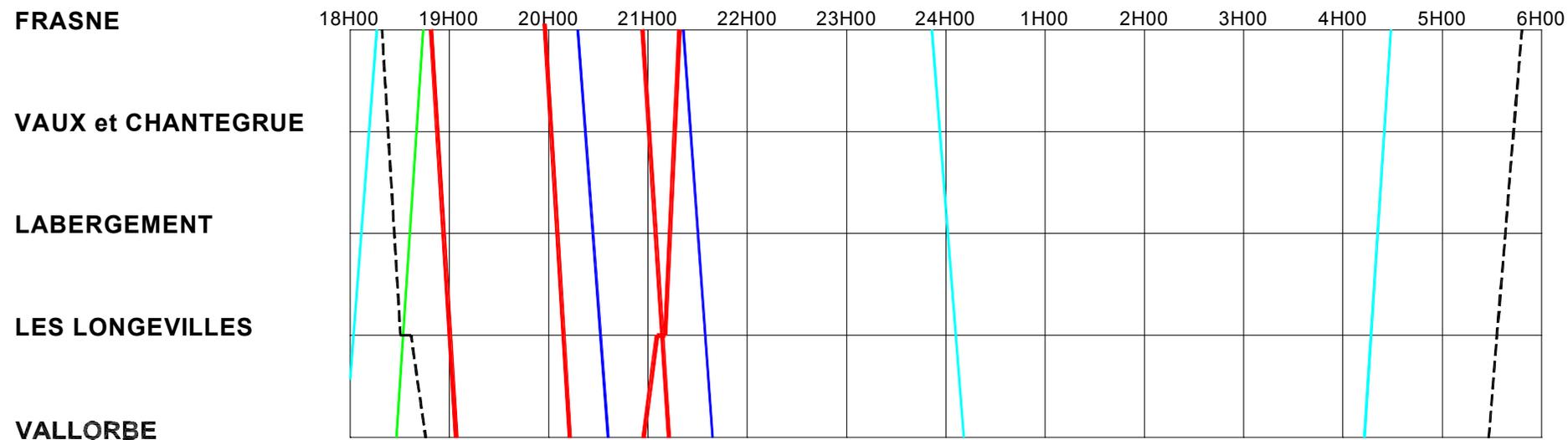
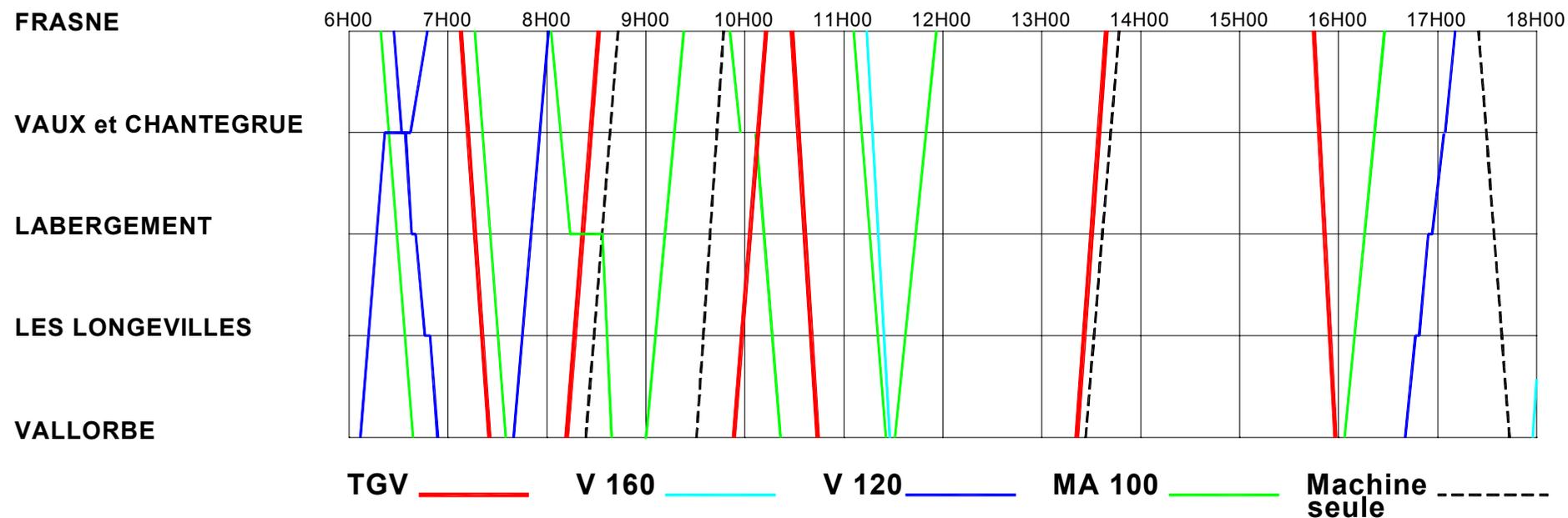
V 160 = Trains voyageurs limités à 160 km/h (800 tonnes)

V 120 = Trains voyageurs limités à 120 km/h (200 tonnes)

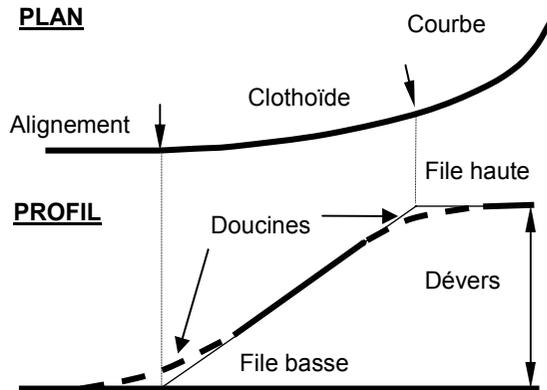
MA 100 = Trains FRET limités à 100 km/h (1600 tonnes)

HLP = Machine seule

## GRAPHIQUES DES CIRCULATIONS



## LA PROBLÉMATIQUE



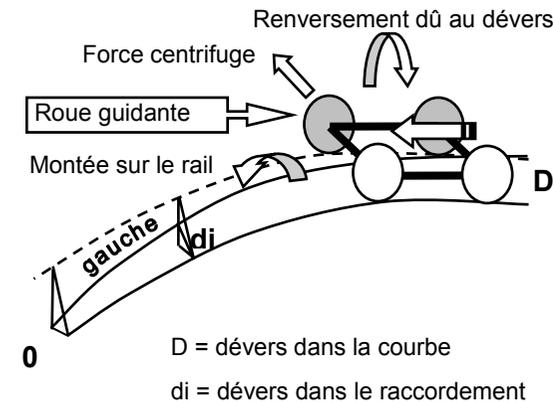
Le raccordement progressif<sup>1</sup> entre deux parties de voie de courbure et de dévers différents est assuré sur le réseau français :

- par l'emploi de la clothoïde pour le raccord en plan
- par la proportionnalité dévers abscisse curviligne pour le raccord en profil

Pour atténuer les effets de la brusque variation de l'accélération verticale aux extrémités des raccordements ainsi définis, il a été nécessaire d'introduire des doucines dans les raccordements de dévers.

<sup>1</sup> Sa définition mathématique a fait l'objet de plusieurs études, M. Hallade Ingénieur Principal à la Compagnie de l'Est (Revue Générale des Chemins de Fer [RGCF] d'avril 1908), M. Caquot de l'Académie des Sciences (RGCF de janvier 1949) et plus récemment M. Perrot Ingénieur Principal Honoraire SNCF

## EFFETS DYNAMIQUES



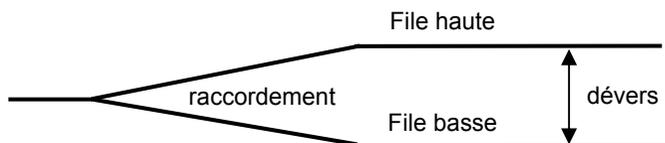
La roue avant extérieure d'un véhicule en mouvement dans une courbe de petit rayon subit les effets de plusieurs actions :

- La force centrifuge non compensée.
- Un délestage dû au fort dévers.
- Une propension à monter sur le rail.

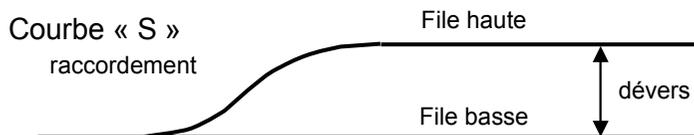
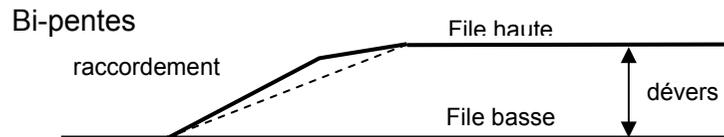
L'effet du gauche sur les wagons vient accentuer ces phénomènes. Ceci peut provoquer leur déraillement, c'est pourquoi une règle empirique a été établie pour limiter le dévers dans les courbes de petits rayons ( $R < 600$  m) en fonction de la variation de dévers dans les raccordements adjacents.

Ceci pénalise la vitesse possible admissible en provoquant une augmentation de la force centrifuge non compensée dans ces courbes. Plusieurs solutions peuvent être envisagées pour palier cet inconvénient.

Répartir le dévers sur les deux files de rail, le gauche est divisé par deux, la roue basse en remontant génère un couple retenant la roue guidante. Cette solution à l'inconvénient sur voie existante de provoquer de l'abaissement sous la file basse ou une profonde modification du profil en long de part et d'autre des raccords ainsi traités.



- Diminuer le gauche dans la zone du raccordement près de la courbe pour l'augmenter dans les zones plus favorables. C'est la solution envisagée dans ce projet.



## LES RACCORDEMENTS DE DÉVERS

Quatre raccords ont été retenus pour tester quatre formes de variation de dévers :

- 3 (A, B, D), dits raccords bi-pentes, composés de 2 lois de variation linéaire du dévers par rapport à l'abscisse curviligne (définition annexe 2 page 12).
- 1 (C) composé d'une loi de variation cubique par rapport à l'abscisse curviligne étudié par monsieur Caquot (définition annexe 2 page 12).

RACCORDEMENTS	PK DÉBUT	PK FIN	DÉTAILS
<b>A</b>	443,860	443,985	page 15
<b>B</b>	444,255	444,375	page 16
<b>C</b>	444,780	444,910	Page 17
<b>D</b>	452,330	452,445	page 18

# DÉFINITION DES RACCORDEMENTS

## EXPRESSION MATHÉMATIQUE DES RACCORDEMENTS

### Raccordements bi pentes : A, B, D

2 formules sont nécessaires pour calculer les dévers suivant le sens de parcours :

■ Alignement  $\Leftrightarrow$  courbe (raccordement D)

Forme générale  $y = (1 - k) a_1 x + k (a_2 x + b)$

$$\text{Soit : } \boxed{y = (1 - k) a_1 x + k (a_2 x + D - a_2 L)}$$

où :  $a_1$  = rampe coté alignement (mm/m)

$a_2$  = rampe coté courbe (mm/m)

D = dévers dans la courbe (mm)

L = longueur du raccordement (m)

$$k = E \left[ \frac{x(a_1 - a_2)}{(D - a_2 L)} \right]$$

où E[expression] retourne la partie entière de expression

Conditions :  $a_1 \neq a_2$  et  $a_1 + a_2 < \frac{2D}{L}$  pour  $E[\dots] < 2$  sur L

Soit P(x,y) le point de rupture de pente :

$$Xp = \frac{(D - a_2 L)}{a_1 - a_2} \quad Yp = \frac{a_1 (D - a_2 L)}{a_1 - a_2}$$

■ Courbe  $\Leftrightarrow$  alignement (raccordements A et B)

Forme générale  $y = (1 - k)(-a_2 x + b_2) + k(-a_1 x + b_1)$

$$\text{soit : } \boxed{y = (1 - k)(-a_2 x + D) + k a_1 (L - x)}$$

où :  $a_1$  = pente coté alignement (mm/m)

$a_2$  = pente coté courbe (mm/m)

D = dévers dans la courbe (mm)

L = longueur du raccordement (m)

$$k = E \left[ \frac{x(a_1 - a_2)}{(a_1 L - D)} \right]$$

où E[expression] retourne la partie entière de expression

Conditions :  $a_1 \neq a_2$  et  $a_1 + a_2 > \frac{2D}{L}$  pour  $E[\dots] < 2$  sur L

Soit P(x,y) le point de rupture de pente :

$$Xp = \frac{(a_1 L - D)}{a_1 - a_2} \quad Yp = \frac{a_2 (D - a_1 L)}{a_1 - a_2} + D$$



Train FRET sortant du raccordement C en direction de Frasne

- La formule s'applique dans le sens alignement  $\Rightarrow$  courbe  
La courbe est de la forme

$$y = \frac{DS^3(6S^2 - 15SL + 10L^2)}{L^5}$$

- où : S = abscisse curviligne (m)  
D = dévers dans la courbe (mm)  
L = longueur du raccordement

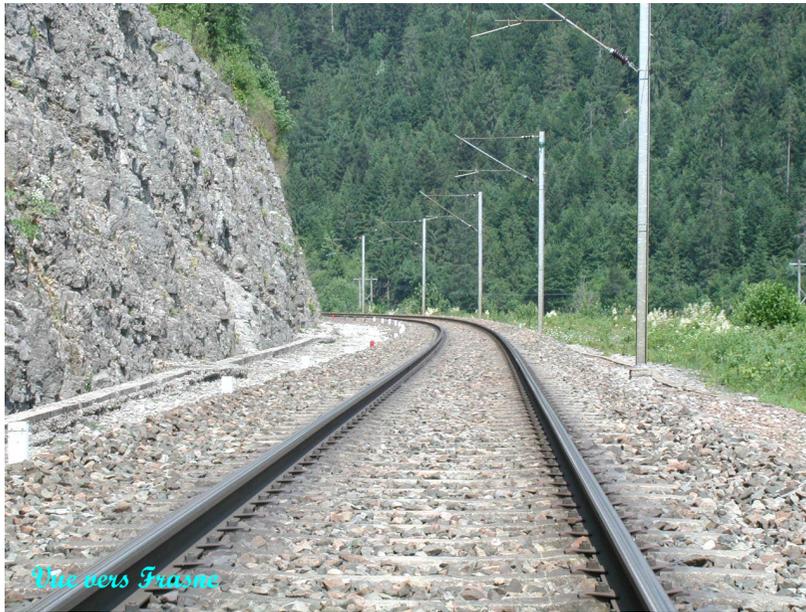
$$\text{Dérivée première : } y' = \frac{30DS^2(L - S)^2}{L^5}$$

$$\text{Dérivée seconde : } y'' = \frac{120DS(S - L)(S - 0,5L)}{L^5}$$

### **APPLICATION AUX RACCORDEMENTS CHOISIS**

Calcul, aux bornes Hallades, de la valeur du dévers en fonction de l'expression mathématique retenue

## RACCORDEMENT A - KM 443,860 – 443,985

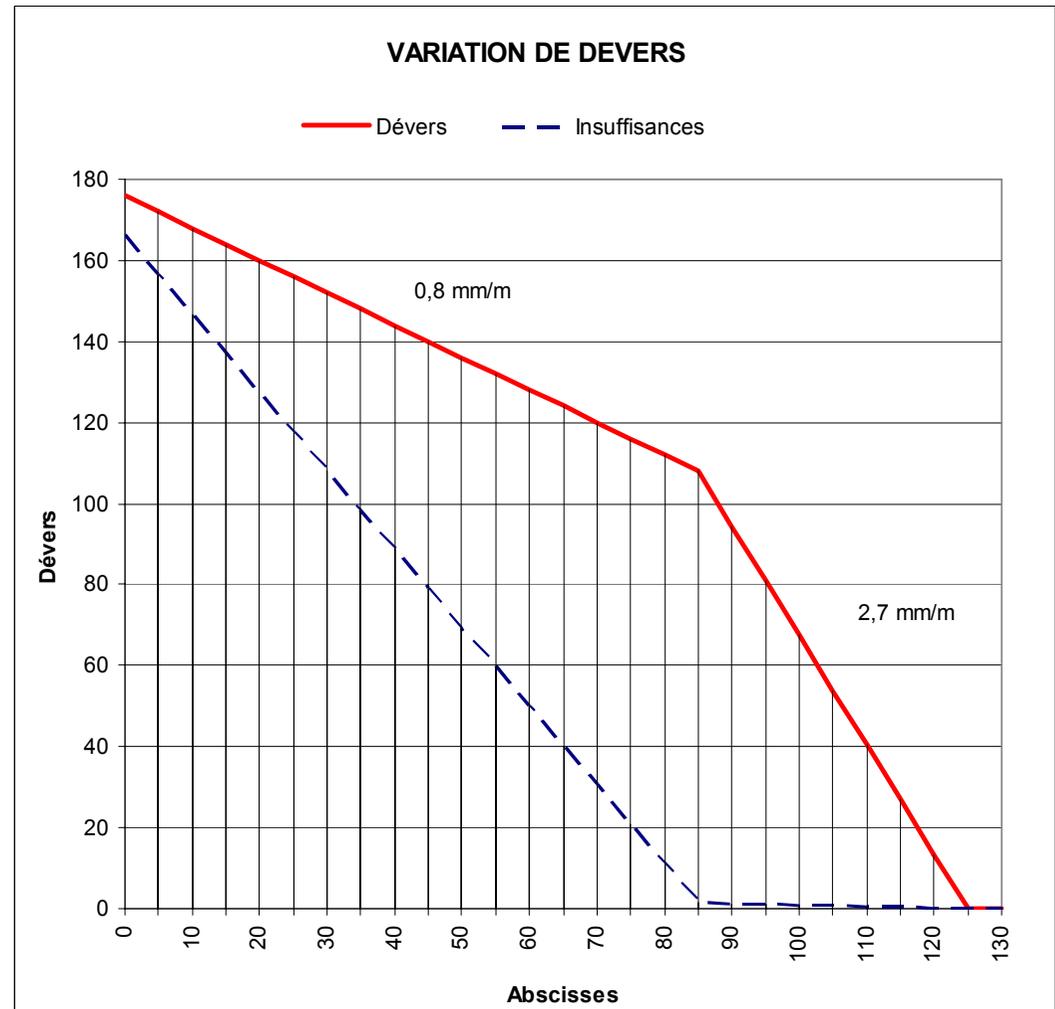


$a_1 = 2.7$                        $D = 176$                        $V = 140$   
 $a_2 = 0.8$                          $L = 125$                          $R = 676$   
 $X_p = 85.00$                        $Y_p = 108.00$

N° borne	Abscisse	Dévers	l	k	E[k]
71	0	173	169	0.000	0
72	10	168	147	0.118	0
73	20	160	127	0.235	0
74	30	152	108	0.353	0
75	40	144	89	0.471	0
76	50	136	69	0.588	0
77	60	128	50	0.706	0
78	70	120	31	0.824	0
79	80	112	11	0.941	0
80	90	94.5	1	1.059	1
81	100	67.5	1	1.176	1
82	110	40.5	1	1.294	1
83	120	13.5	0	1.412	1
84	130	0	0	1.529	1

$$k = E \left[ \frac{1,9x}{161,5} \right]$$

$$y = (1 - k)(-0,8x + 176) + k \times 2,7(125 - x)$$



## RACCORDEMENT B – KM 444,255 – 444,375

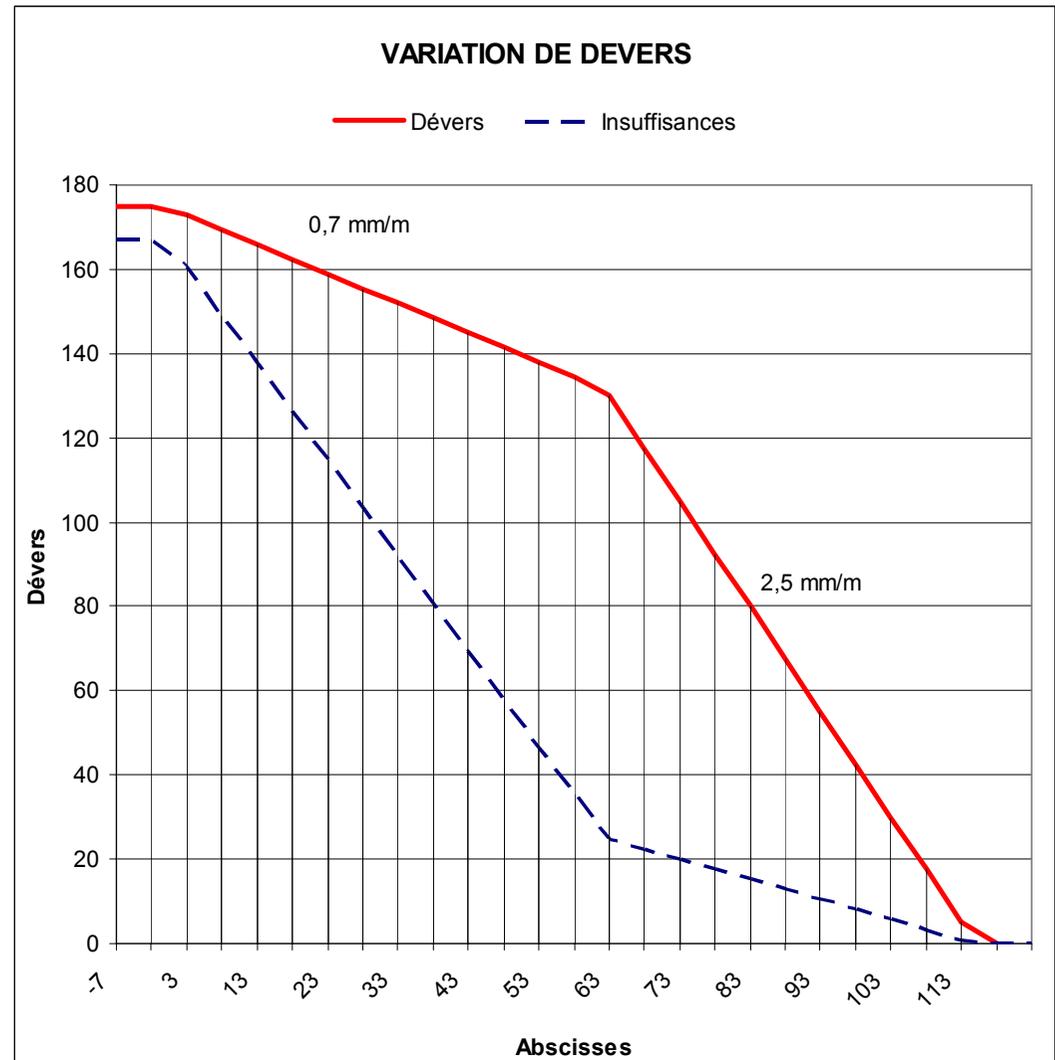


$a1 = 2.5$        $D = 175$        $V = 140$   
 $a2 = 0.7$        $L = 115$        $R = 676$   
 $Xp = 62.50$        $Yp = 131.25$

N° borne	Abscisse	Dévers	I	k	E[k]
110	-7	175	167	0.112	0
111	3	173	160	0.048	0
112	13	166	138	0.208	0
113	23	159	115	0.368	0
114	33	152	92	0.528	0
115	43	145	69	0.688	0
116	53	138	47	0.848	0
117	63	130	25	1.008	1
118	73	105	20	1.168	1
119	83	80	15	1.328	1
120	93	55	10	1.488	1
121	103	30	6	1.648	1
122	113	5	1	1.808	1
123	123	0	0	1.968	1

$$k = E \left[ \frac{1,8x}{112,5} \right]$$

$$y = (1 - k)(-0,7x + 175) + k \times 2,5(115 - x)$$



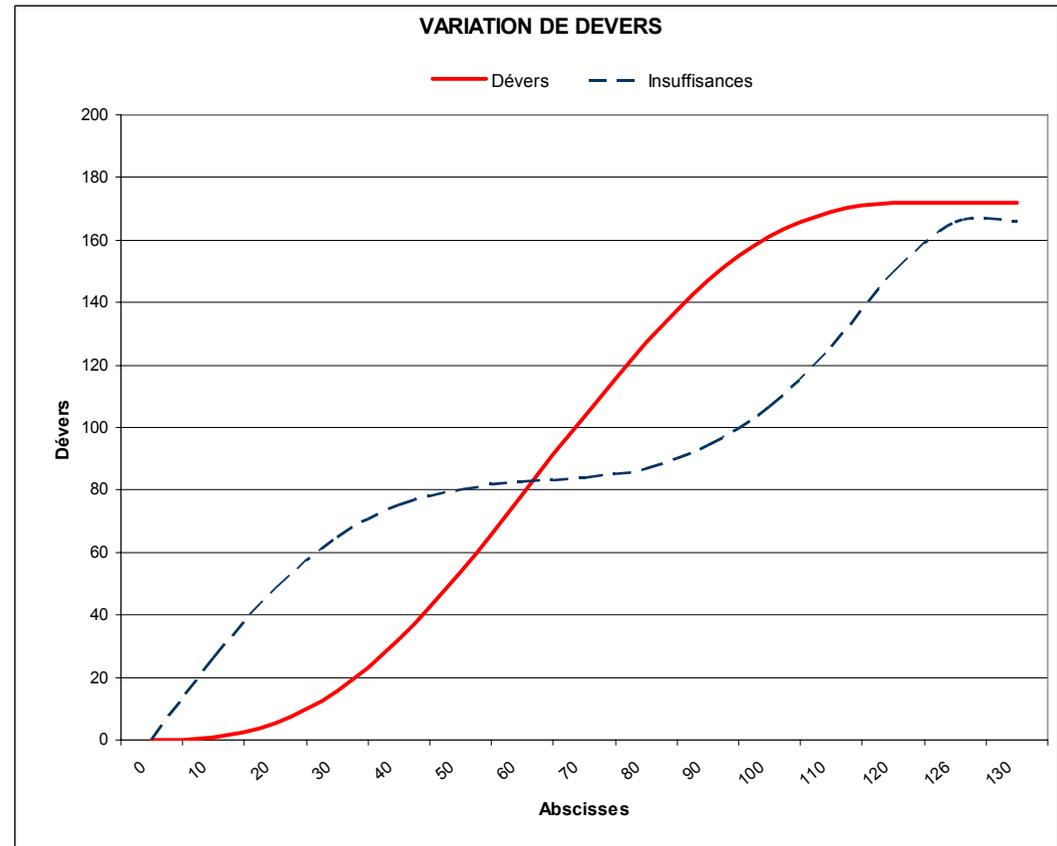
## RACCORDEMENT C – KM 444,780 – 444,910



V Km/h = 140                      L =            126  
 D =            172                      Rayon =    685

N° bornes	ABSCI. (m)	D	D/L	I	dD/dt	dl/dt	dD/dt + dl/dt
163	0	0	0.0	0.0	3.0	101.2	104.2
164	10	1	0.1	26.0	17.8	86.4	104.2
165	20	5	0.5	48.2	40.3	63.9	104.2
166	30	16	1.0	64.7	63.9	40.3	104.2
167	40	32	1.6	75.0	83.6	20.6	104.2
168	50	54	2.2	80.3	96.0	8.3	104.2
169	60	78	2.5	82.4	99.4	4.8	104.2
170	70	104	2.5	83.8	92.1	12.1	104.2
171	80	127	2.4	86.9	76.5	27.7	104.2
172	90	147	2.0	94.1	54.7	49.5	104.2
173	100	161	1.4	106.8	30.9	73.3	104.2
174	110	169	0.8	125.6	10.5	93.7	104.2
175	120	172	0.3	149.7	1.1	103.1	104.2
176	126	172	0.0	165.6	0.0	3.5	3.5
177	130	172	0.0	166.0	0.0	0.0	0.0

$$y = \frac{172S^3(6S^2 - 1890S + 1587600)}{31\,757\,969\,376}$$



## RACCORDEMENT D – KM 452,330 – 452,445

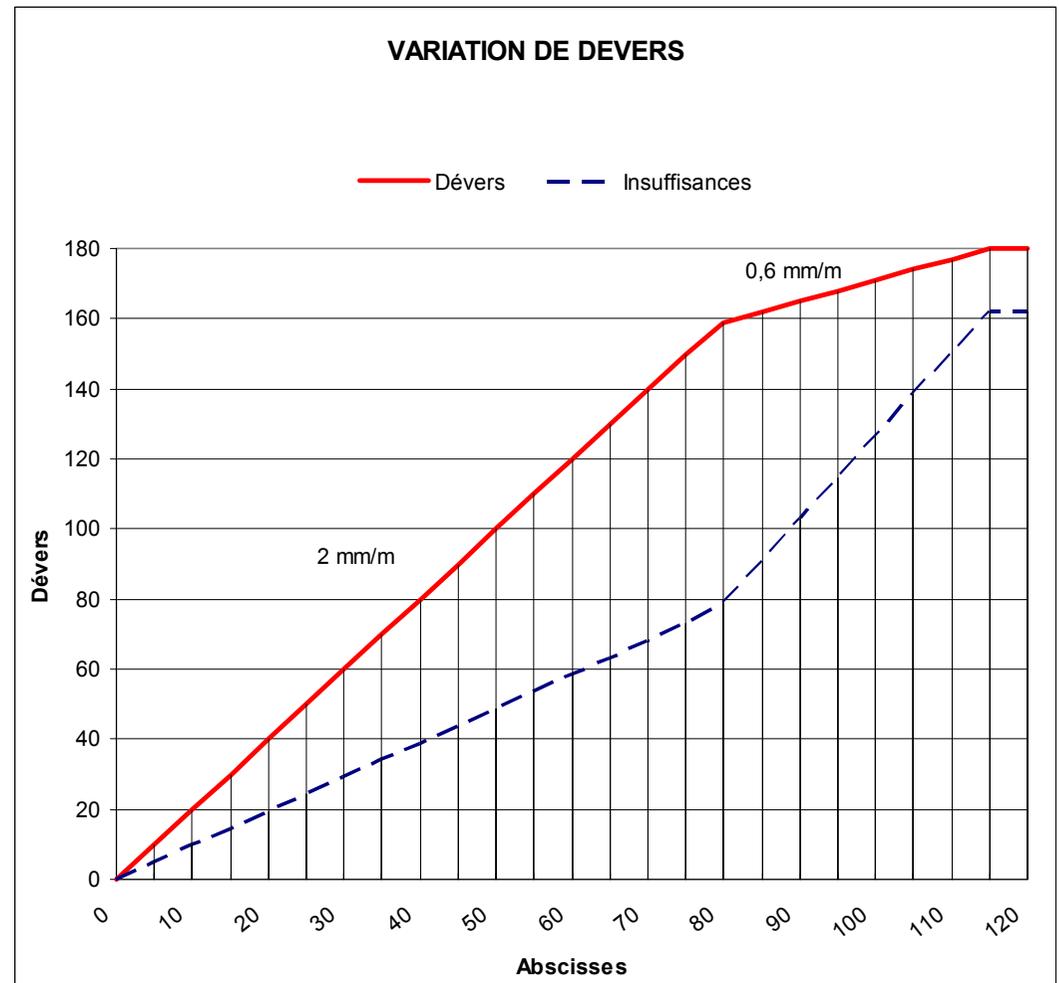


$a_1 = 2$                        $D = 180$                        $V = 140$   
 $a_2 = 0.6$                        $L = 115$                        $R = 676$   
 $X_p = 79.286$                        $Y_p = 158.571$

N° borne	Abscisse	Dévers	l	k	E[k]
136	0	0		0.000	0
137	10	20	10	0.126	0
138	20	40	20	0.252	0
139	30	60	29	0.378	0
140	40	80	39	0.505	0
141	50	100	49	0.631	0
142	60	120	59	0.757	0
143	70	140	68	0.883	0
144	80	159	79	1.009	1
145	90	165	103	1.135	1
146	100	171	127	1.261	1
147	110	177	150	1.387	1
148	120	180	162	1.514	1

$$k = E \frac{[1,4x]}{111}$$

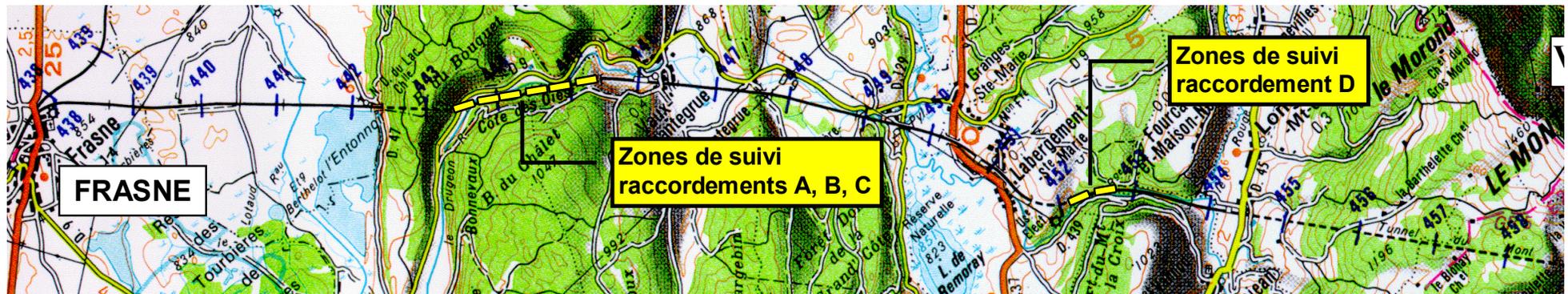
$$y = (1 - k)2x + k(0,6x + 111)$$



# CONSISTANCE DU RETOUR D'EXPÉRIENCE



## CONSISTANCE DU RETOUR D'EXPÉRIENCE



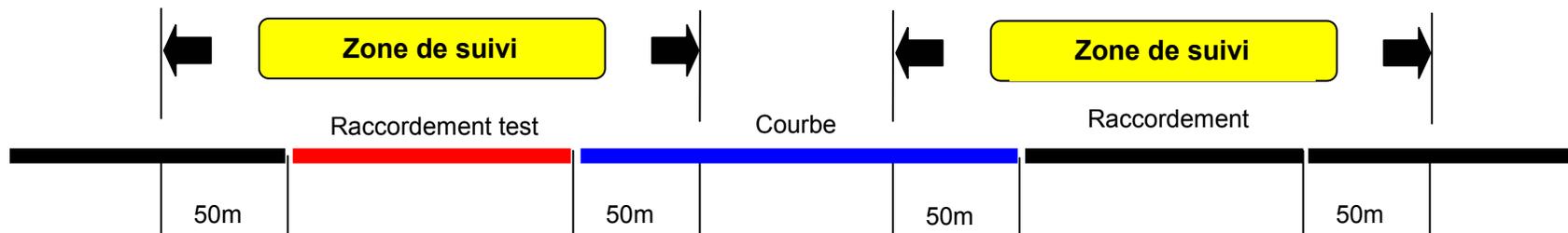
### COMPOSITION

Le retour d'expérience se compose :

- D'un état des lieux avant travaux,
- D'un état des lieux après travaux servant de référence pour le suivi de l'évolution des caractéristiques géométriques des zones test
- D'un suivi de l'évolution des caractéristiques géométriques des zones test sur deux ans (2000, 2001).

### ZONE DE SUIVI

Le suivi se fera dans les raccords tests et sur les 50 mètres de part et d'autre de ceux-ci ainsi que sur l'autre raccordement (normal) de la même courbe.



## MOYENS MIS EN OEUVRE

Les enregistrements Mauzin (valeur exacte des défauts d'une voie en charge), Les tournées avec accélérographe, les tournées en machine, les tournées Hallade (relevé des flèches, des dévers...), les tournées à pied

L'usure latérale du rail sera également mesurée dans les courbes de dévers 180 sur le grand et le petit rayon (recherche d'usure ondulatoire file basse).

## SITUATION DE RÉFÉRENCE AVANT TRAVAUX

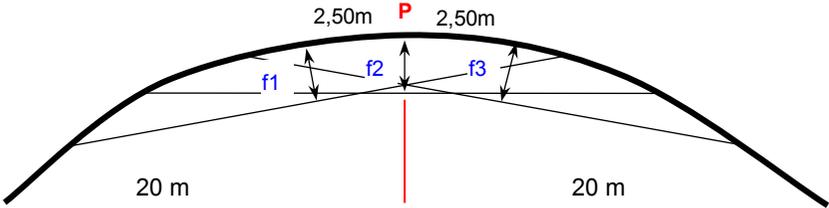
La situation de référence avant travaux permettra de comparer l'évolution naturelle de la ligne au cours des dernières années avec celle constatée après travaux.

## COMPOSITION

Enregistrements Mauzin	<i>tournée de printemps 99</i>
Historique des nivellements continus Historique des meulages Historique des relevages Zones de danses	<i>Document à monter</i>
Vitesses réelles des TGV (sens pair et impair)	<i>Tournées cabine, enregistrements</i>
Tournée accélérographe spécifique	<i>Réalisée le 6 juillet 99</i>
Relevé des flèches, bornage Repérage et matérialisation des points de mesure	<i>Réalisé fin mai 99 pour régularisation du tracé sur toute la zone touchée par le relèvement de vitesse</i>

## RÉFÉRENCE APRÈS TRAVAUX

La situation de référence après travaux sert de base pour suivre l'évolution des caractéristiques géométriques des zones test

Enregistrements Mauzin	tournée le 21 septembre 99
<p>Relevé des flèches, des dévers, de la position de la voie aux goupilles (bornes) et de la température.</p> <p>Relevé de l'usure latérale du rail (octobre 99), idem plus dans les courbes de dévers 180 : Km 452,457 ⇒ 452,557</p> <p>(pieds à coulisse + comparateur à aiguille)</p>	<p>Zones de suivi pour les raccordements :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>A</b> km 443,630 ⇒ 443,760 et km 444,820 ⇒ 444,050</li> <li><b>B</b> km 444,050 ⇒ 444,130 et km 444,210 ⇒ 444,440</li> <li><b>C</b> km 444,760 ⇒ 444,960 et km 445,020 ⇒ 445,150</li> <li><b>D</b> km 452,287 ⇒ 452,507 et km 452,667 ⇒ 452,787</li> </ul>
<p>Relevé des flèches tous les 2,50 mètres sur un cordeau de 20 mètres de part et d'autre du point de rupture de pente de la variation de dévers (point P)</p>	
Contrôle du serrage des attaches	4 attaches sur 15 traverses dans les zones à forte variation de dévers numérotées de 1 à 15 par raccordement (A1, A2, B1, B2...)
Résultats du train d'essai	Semaine 39 (27/9 – 1/10)

## SUIVI SUR 2 ANS (2001, 2002)

Autant que possible, le même matériel (MAUZIN, rame TGV accélérographe) et les mêmes équipes seront utilisés pour toutes les mesures effectuées lors de l'établissement de la référence et du suivi.

### COMPOSITION

Enregistrements Mauzin (les 2 tournées annuelles prévues). Résultats de TIMON (évolution des mauzins par notation simplifiées des paramètres géométriques)	<i>mars 2000*, septembre 2000, mars 2001*, septembre 2001</i>
Relevé des flèches, des dévers, de la position de la voie aux goupilles (bornes) et de la température. (Idem que pour l'établissement de la situation de référence)	<i>À mi mauzin Janvier 2000*, juin 2000, Décembre 2000*, juin 2001, décembre 2001*</i>
Contrôle du serrage des attaches (Idem que pour l'établissement de la situation de référence)	<i>Juin 2000, juin 2001</i>
Relevé de l'usure latérale du rail (Idem que pour l'établissement de la situation de référence)	<i>Juin 2000, juin 2001</i>
Journal de tout l'entretien sur la zone Frasne – Les Longevilles : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toutes les interventions de nivellement</li> <li>• Les épurations de ballast</li> <li>• Les opérations de consolidation d'attache</li> <li>• Apparition ou évolution des zones de danse</li> <li>• Comptes rendus des tournées à pieds en cabine et des tournées spécifiques (rails, chaleur, intempéries...).</li> <li>• Utilisation du carnet de tournée (extrait annexe 1)</li> </ul>	<i>Années 2000 et 2001</i>
Vitesses réelles pratiquées par les TGV (tournées cabines, enregistrements)	<i>Années 2000 et 2001</i>

\* si l'enneigement le permet

## RÉPARTITION DES MISSIONS

MISSIONS	1999				2000								2001																
	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	
Mauzin	M						M*						M						M*							M			
Relevé de flèche, dévers...	F				F*					F						F*							F						F*
Mesure de l'usure latérale du rail		U								U												U							
Contôle du serrage des attaches	S									S												S							
Tournée accélérographe					A						A						A						A						

\* Si l'enneigement le permet

# RÉSULTATS DU RETOUR D'EXPÉRIENCE



Extrait du rapport d'essai AEF-D1 R 99039/99 D1-45



### 6 - CONCLUSION

Au cours des marches d'essai effectuées le 30 septembre 1999 à la vitesse de 145 Km/h, dans les deux sens de circulation, il n'a été relevé, en aucun point de la section de la ligne comprise entre FRASNE et VALLORBE (PK 440,5 à 454,5), des valeurs d'accélération transversales relatives atteignant  $2 \text{ m/s}^2$  au plancher des cabines de conduite ou  $1,5 \text{ m/s}^2$  au plancher d'une remorque intermédiaire.

D'autre part, les mesures des accélérations transversales relatives, inférieures à 10 Hz, effectuées sur les bogies d'extrémités de la rame n'ont révélé que des niveaux modérés, les plus élevés étant de l'ordre de  $4 \text{ M/S}^2$  à l'exception toutefois du point situé au PK 451,740, pour lequel, le niveau a atteint  $6,2 \text{ m/s}^2$  sur le bogie de tête au cours de la circulation à 145 Km/h en sens impair.

Pour l'ensemble des circulations à 145 Km/h, la vitesse angulaire de roulis était en moyenne de 2,3 degrés par seconde au franchissement des raccordements paraboliques non modifiés, elle était comprise entre 3,1 et 4,3 degrés par seconde pour les raccordements modifiés (A, B, C, D).

## COURBES DE FAIBLE RAYON ET VALEURS D'INSUFFISANCE DE DÉVERS ASSOCIÉES

(\*) Courbe à plusieurs rayons

PK		tracé	Longueur (m)	Rayon mini (m)	Insuffisance de dévers (mm)		RP modifiés
début	fin				à 140 Km/h (V future TGV):	à 145 Km (train d'essai)	
443,178	443,295	RP	117				
443,295	443,457	G	162	658	180	195	
443,457	443,570	RP2	113				
443,620	443,750	RP	130				
443,750	443,850	D	100	676	167	192	
443,850	443,988	RP2	138				A
443,988	444,112	RP	124				
444,112	444,257	G	145	676	167	192	
444,257	444,373	RP2	116				B
444,389	444,505	RP	116				
444,505	444,590	D	85	676	179	204	
444,590	444,720	RP2	130				
444,785	444,911	R P	126				C
444,911	445,014	G	103	685	166	190	
445,014	445,130	RP2	116				
445,174	445,284	RP	110				
445,284	445,600	D	316	676	179	204	
445,600	445,667	RP2	67				
447,585	447,689	RP	104				

PK		tracé	Longueur (m)	Rayon mini (m)	Insuffisance de dévers (mm)		RP modifiés
début	fin				à 140 Km/h (V future TGV):	à 145 Km (train d'essai)	
447,689	447,825	D	136	781	46	168	
447,825	447,913	RP2	88				
448,068	448,152	RP	84				
448,152	448,192	G	40	877	163	182	
448,192	448,280	RP2	88				
451,006	451,104	RP	98				
451,104	451,165	D	61	704	178	201	
451,165	451,269	RP2	104				
451,269	451,369	RP	100				
451,369	452,212	G	843	694(*)	180	204	
452,212	45 2,300	RP2	88				
452,332	452,448	RP	116				D
452,448	452,660	D	212	676	162	187	
452,660	452,770	RP2	110				
453,042	453,153	RP	il 1				
453,153	453,180	D	27	690	164	189	
453,180	453,291	RP2	111				

## VITESSE ANGULAIRE DE ROULIS POUR LES RACCORDEMENTS DES COURBES DE FAIBLE RAYON

PK		tracé	Longueur (m)	Rayon mini (m)	V. roulis (deg./s)		RP modifiés
début	fi n				sens impair	Sens pair	
443,178	443,295,	RP	117		2,8	2,2	
443,295	443,457	G	162	658			
443,457	1443,570	RP2	113		2,4	2,5	
443,620	443,750	RP	130		2,1	1,2	
443,750	443,850	D	100	676			
443,850	443,988	RP2	138		<b>4,0</b>	<b>3,2</b>	<b>A</b>
443,988	444,112	RP	124	-	2,2	2,1	
444,112	444,257	G	145	676			
444,257	444,373	RP2	116		<b>3,8</b>	<b>4,3</b>	<b>B</b>
444,389	444,505	RP	116		2,9	2,5	
444,505	1444,590	D	85	676			
444,590	1444,720	RP2	130		2,2	1,9	
444,785	444,911	RP	1261		<b>3,3</b>		<b>C</b>
444,911	445,014	G	103	685			
445,014	445,130	RP2	116		2,4	2,4	
445,174	445,284	RP	110		2,4	2,0	
445,284	445,600	D	316	676			
445,600	445,667	RP2	67		2,0	1,8	
447,585	447,689	RP	104		2,6	2,3	
447,689	447,825	D	136	7-8-1			
447,825	447,913	RP2	88		2,6	2,8	

PK		Tracé	Longueur (m)	Rayon mini (m)	V. roulis (deg./s)		RP modifiés
début	fi n				sens impair	Sens pair	
448,068	448,152	RP	84		2,0	1,4	
448,152	448,192	G	40	877			
448,192	448,280	RP2	88		1,6	1,6	
451,006	451,104	RP	98		2,7	2,6	
451,104	451,165	D	61	704			
451,165	451,269	RP2	104		2,2	2,0	
451,269	451,369	RP	100		?	2,2	
451,369	452,212	G	843	694			
452,212	452,300	RP2	88		2,2	2,2	
452,332	452,448	RP	116		<b>3,3</b>	<b>3,1</b>	<b>D</b>
452,448	452,660	D	212	676			
452,660	452,770	RP2	110		2,6	3,1	
453,042	453,153	R P	111		2,9	2,4	
453,153	453,180	D	27	690			
453,180	453,219	RP2	111		2,8	2,8	



## TOURNÉES PÉRIODIQUES

Il n'est repris ici que les constatations intéressant les zones de raccordements

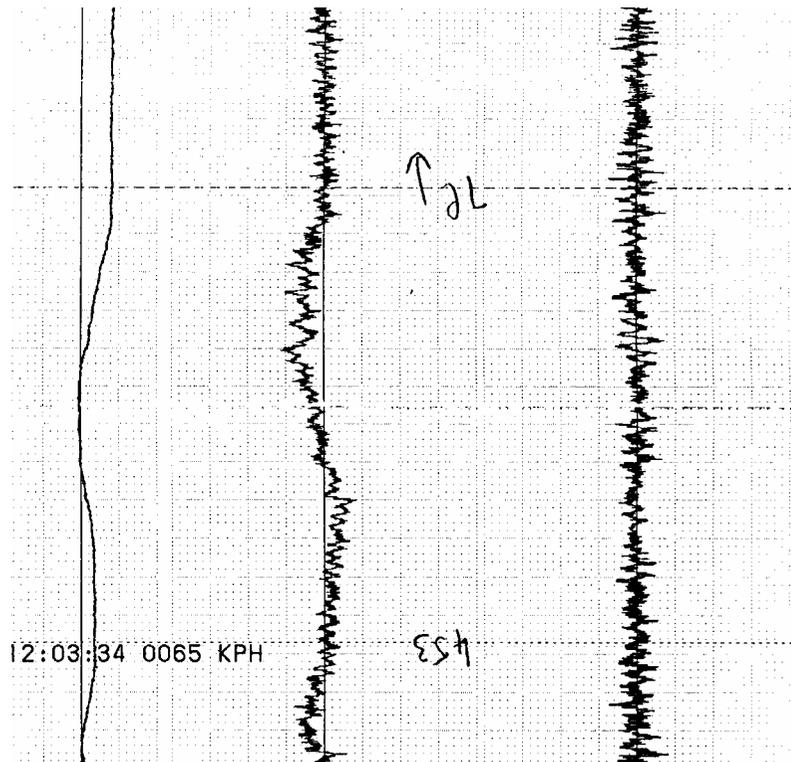
DATES	CONSTATATIONS
10/02/2000	PK 445,000 au Pk 445,050 - légères ondulations file droite
	PK 443,950 au PK 444,050, - manque de ballast
24/03/2000	PK 445,010 au PK 445,050 – flache file droite PK 445,180 JIC - manque du ballast intérieur voie sur 20 m PK 443,610 au 630 - régalage zone balise KVB
21/07/2000	PK 443,725 - attache cassée file gauche extérieur PK 443,940 - attache manquante file gauche extérieur PK 444,800 - écrou manquant file droite intérieur PK 445,030 - attache manquante file droite
28/08/2000	PK 445,000 - flache file droite
3/10/2000	PK 444,940 – semelles à changer file gauche
10/04/2001	PK 444,950 – 2 attaches manquantes file extérieur
28/03/2001	PK 445 – usure ondulatoire, fortes vibrations
25/07/2001	PK 443,700 – nivellement
31/07/2001	PK 445,000 – file droite basse
5/10/2001	PK 445 – flache en nivellement et en dressage

## ACCÉLÉROGRAPHE

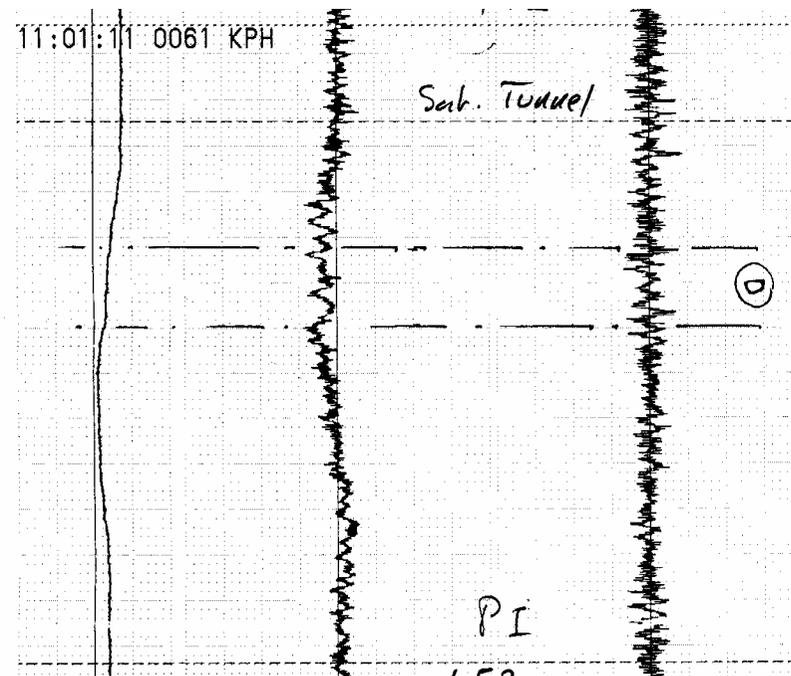
Les relevés ont été effectués à l'aide d'un accélérographe portable.

Il n'est pas possible de tirer d'enseignements de ces enregistrements, ils ne sont pas assez précis pour les défauts mineurs rencontrés et trop tributaires du matériel sur lequel ils sont réalisés. Leur suivi a donc été abandonné

Enregistrement du 29 septembre 1999



Enregistrement du 10 juillet 2000



## ANALYSE « TIMON »

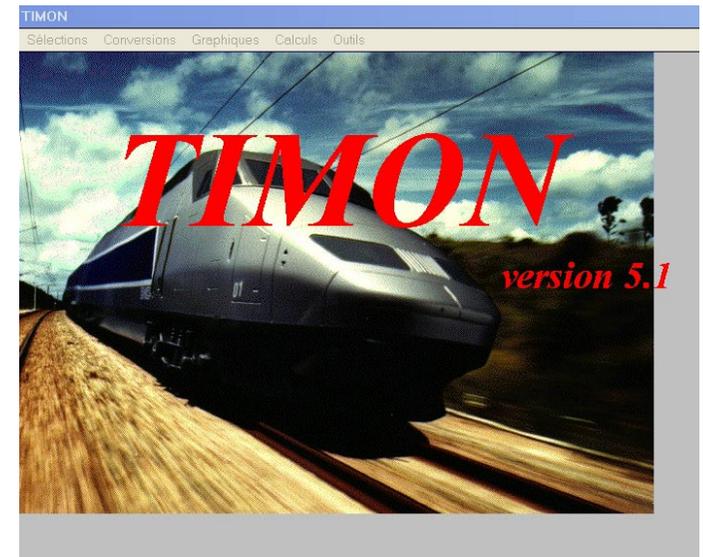
« TIMON » est un outil informatique d'analyse des relevés de l'enregistrement de l'état de la géométrie de la voie (« MAUZIN » ou « MATISA ») permettant de caractériser l'état de la qualité géométrique d'une voie. Il opère par analyse statistique sur le nombre de défauts rencontrés sur une zone glissante de 200 mètres. L'indicateur Mauzin synthétique calculé permet de matérialiser l'évolution de la qualité géométrique de la voie et d'anticiper les futures interventions.

L'analyse « TIMON » a été limitée aux zones de raccordement et aux zones témoins (plage de 200 m). L'évolution des 3 paramètres que sont le nivellement longitudinal, le nivellement transversal et le gauche, montre bien l'amélioration apportée par les travaux réalisés en septembre 1999 pour ces essais et la dérives normales de la qualité géométrique de la voie jusqu'à ce jour. Une mention particulière et toutefois nécessaire pour le raccordement C où la dérive constatée provient surtout d'un défaut rédhibitoire antérieur aux essais et réapparaissant très rapidement au km 445,000 (début de la courbe du raccordement C)

### RELEVÉS DES MESURES

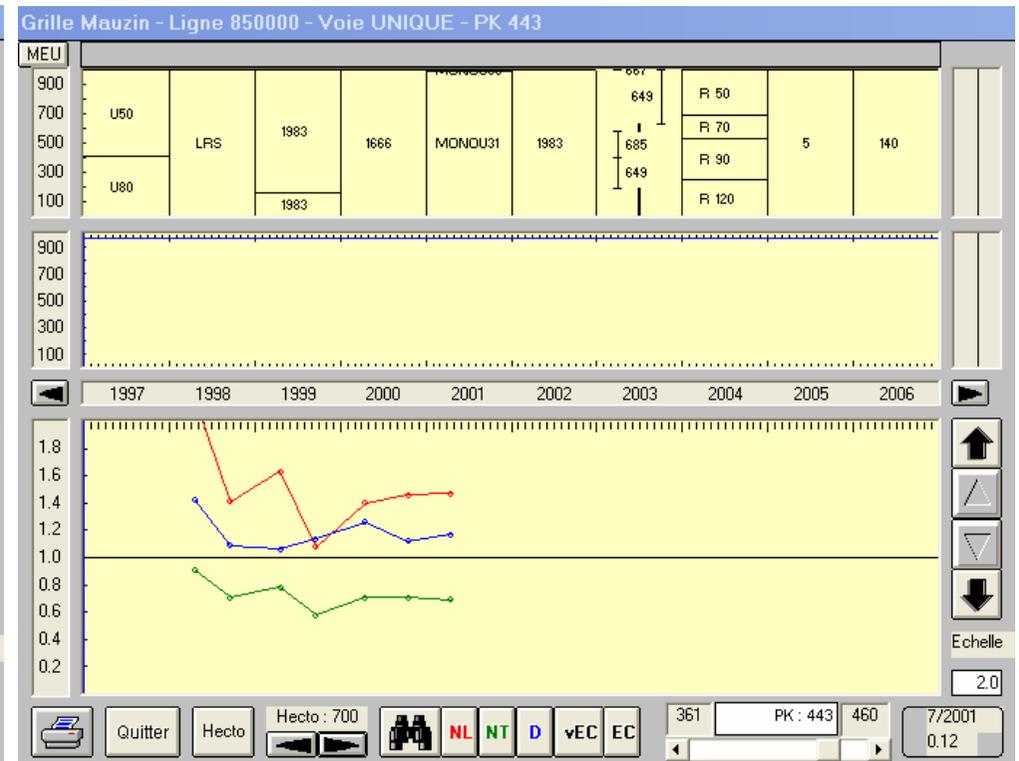
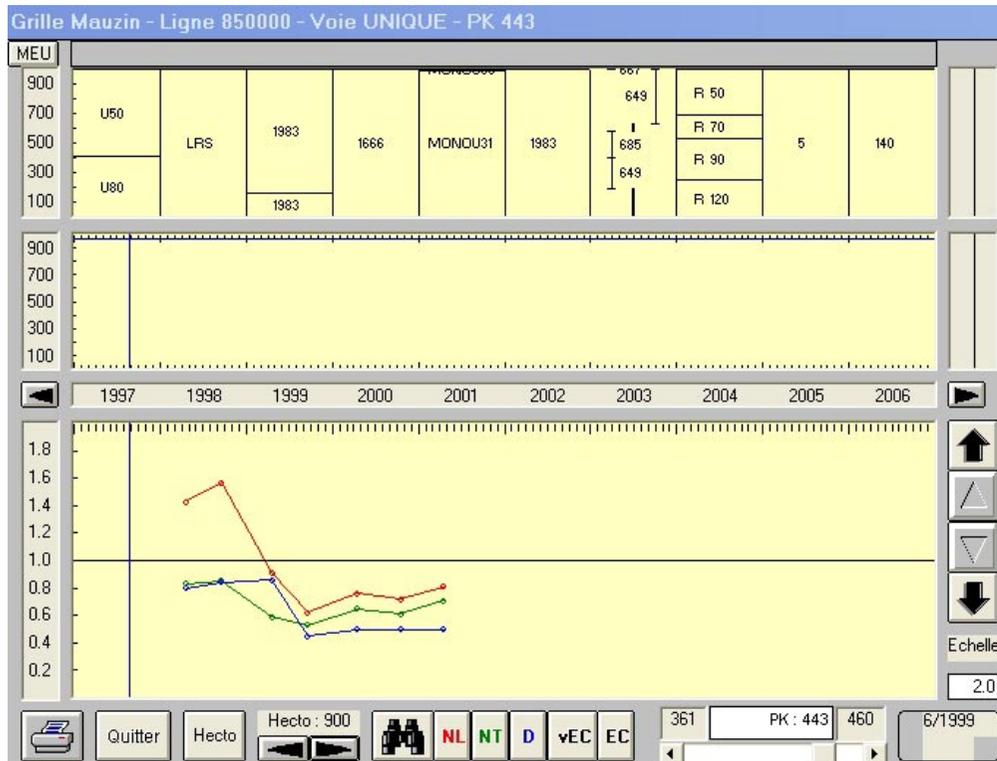
Ceux-ci sont repris pages suivantes.

La zone prise en compte pour l'analyse se répartit sur 100 mètres de part et d'autre de l'hectomètre affiché en bas de la fenêtre. Les hectomètres pivots sont fixés par le logiciel à 100, 300, 500, 700, 900 ce qui ne recouvre pas toujours en totalité les zones suivies.



## Raccordement A – Km 443,820 – 444,050

## Zone témoin – Km 443,630 – 443,760

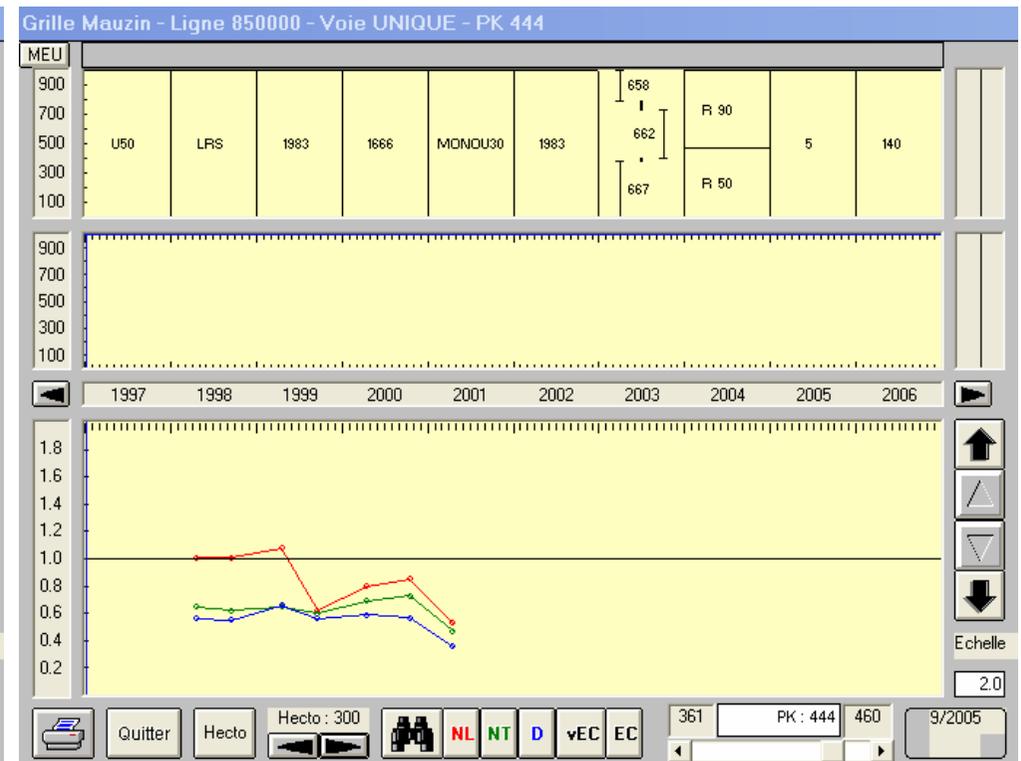
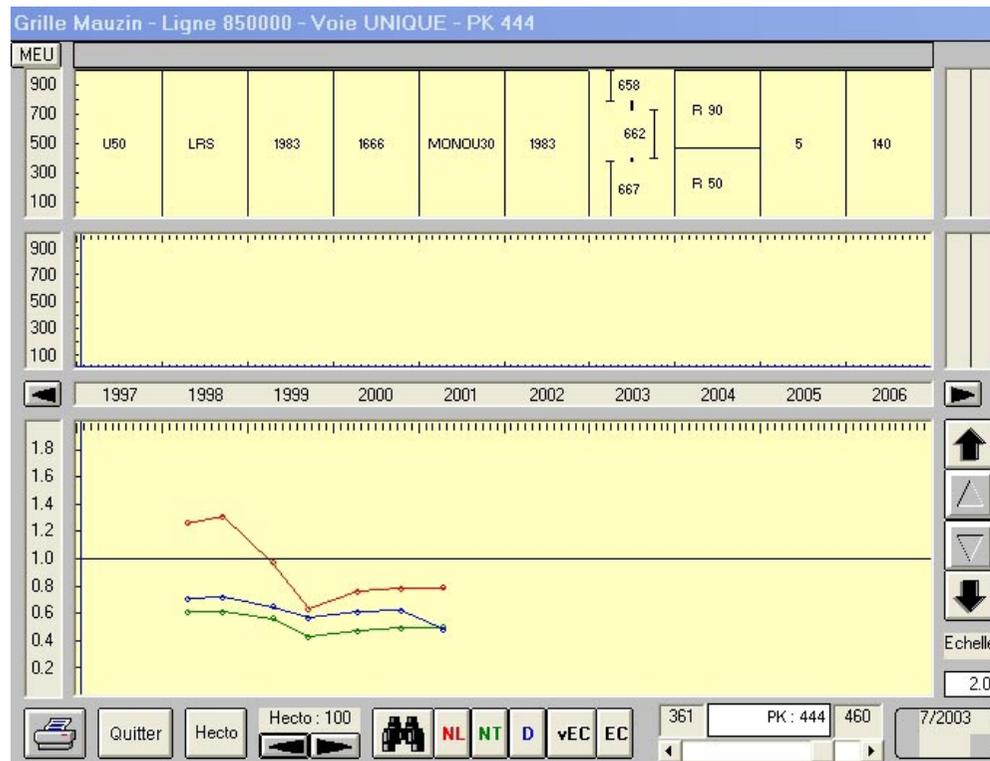


On note une très légère amélioration due au bourrage du 4 mai 2000, l'évolution reprend suivant la même progression qu'avant pour le nivellement longitudinal (NL) et transversal (NT).

**NL** = Nivellement longitudinal    **NT** = Nivellement transversal (gauche)    **D** = dressage (flèches)

## Raccordement B – Km 444,210 – 444,440

## Zone témoin – Km 444,050 – 444,130



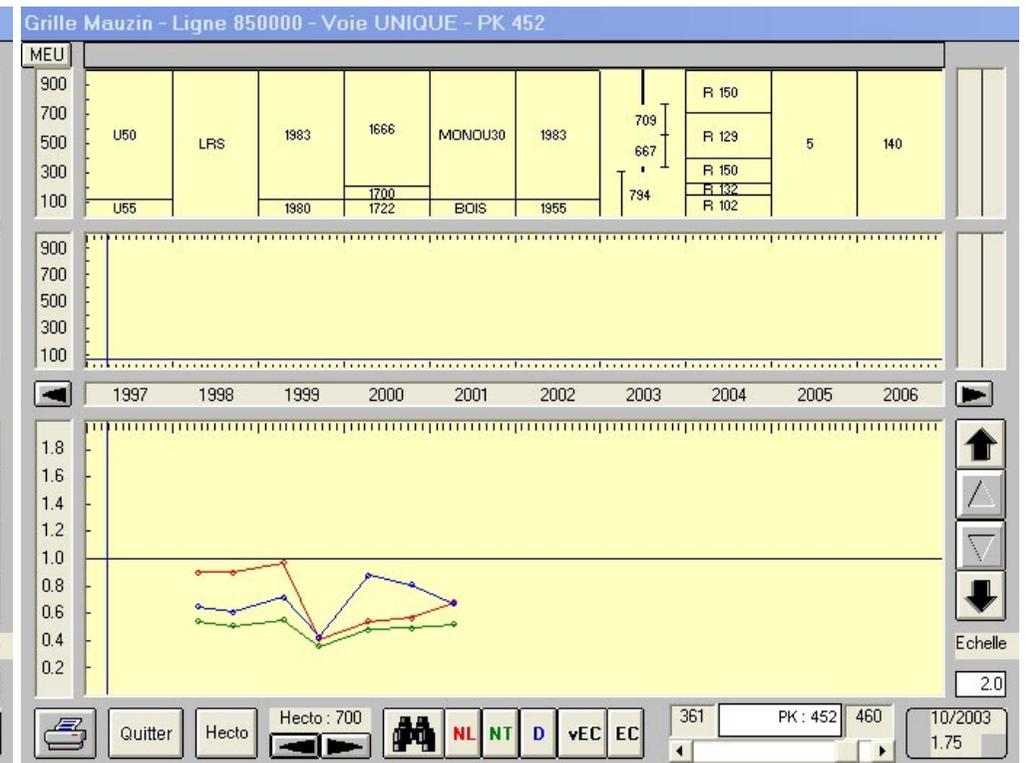
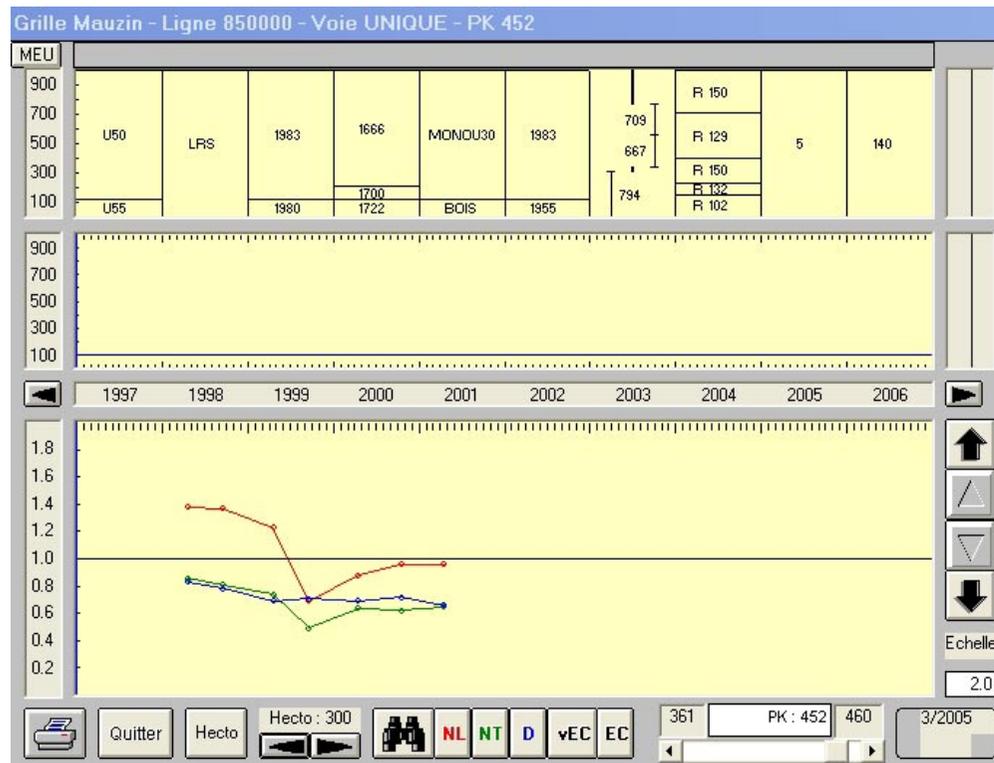
L'amélioration provient du bourrage d'octobre 2000.

**NL** = Nivellement longitudinal    **NT** = Nivellement transversal (gauche)    **D** = dressage (flèches)



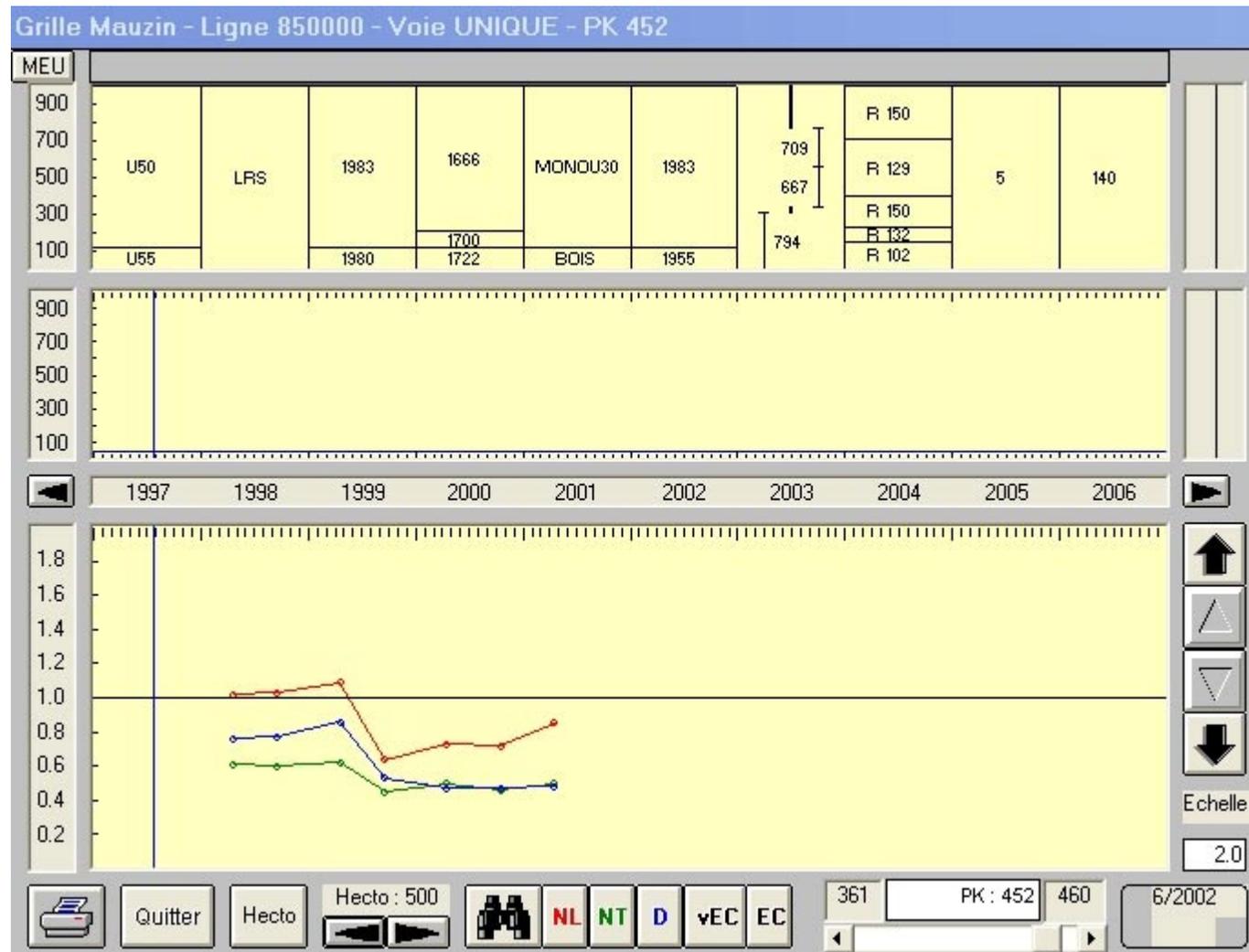
## Raccordement D – Km 452,287 – 452,507

## Zone témoin – Km 452,667 – 452,787



**NL** = Nivellement longitudinal    **NT** = Nivellement transversal (gauche)    **D** = dressage (flèches)

## Courbe de dévers 180 mm – Km 452,445 – 452,680



**NL** = Nivellement longitudinal    **NT** = Nivellement transversal (gauche)    **D** = dressage (flèches)

Évolution normale, indépendante de la conception des raccordements.

L'évolution de l'écart de dévers entre file et du gauche est logique en fonction de l'évolution du nivellement longitudinal.

L'évolution des flèches et de l'écartement n'est pas significative à ce jour hormis pour ce qui concerne la zone du raccordement C où l'on constate une diminution (-1 mm) de l'écartement en entrée de raccordement et une augmentation (+1mm) en sortie vraisemblablement due au jeux de butées.

Le défaut en sortie du raccordement C Km 445 atteignant une valeur d'alerte en novembre 2001, réapparaît en s'amplifiant régulièrement depuis 1999. Ce défaut, existant déjà en 1997 et 1998 (relevé p 47), avait été gommé lors des travaux de réalisation du projet.

Le relevé effectué à l'aide de la voiture d'enregistrement « MATISA » le 8 novembre 2001 confirme les relevés effectués avec la voiture « MAUZIN » 216. Toutefois, certaines « améliorations » peuvent provenir d'une différence de sensibilité entre ces engins.

Pour comparer les paramètres enregistrés par les voitures « MAUZIN » et « MATIZA » et suivre leur évolution, ceux-ci ont été quantifiés par l'épaisseur en millimètre du fuseau englobant la courbe les

matérialisant ou par le nombre de défauts significatifs (pic) apparaissant sur la zone considérée.

Les fortes valeurs de gauches installées en voie génèrent des difficultés au niveau des seuils d'entretien. En effet, compte tenu de la valeur importante de celles-ci, un défaut moindre qu'en situation normale de tracé nécessitera une intervention conformément aux préconisations des normes d'entretien.

Pour mémoire, les normes actuelles préconisent pour 140 Km/h :

$$\text{Valeur limite recommandée} = \frac{180}{140} = 1,28 \text{ mm/m}$$

$$\text{Valeur limite maximum} = \frac{216}{140} = 1,54 \text{ mm/m}$$

Les valeurs de gauche testées en raccordement atteignant 2,5 à 2,7 mm/m

## ANALYSE DES ENREGISTREMENTS « MAUZIN »

A	21/09/1999		12/04/2000		3/10/2000		19/04/2001		8/11/2001		
	Témoin	Raccordement	Témoin	Raccordement	Témoin	Raccordement	Témoin	Raccordement	Témoin	Raccordement	
Nivellement longitudinal	File 1	2mm 3 pics	1mm 1 pic	2mm 3 pics	3mm 3 pics	3mm 3 pics	3mm 3 pics	3mm 3 pics	2,5mm 1 pic	3,5mm 3 pics	3,5mm 3 pics
	File 2	2mm 3 pics	1mm 0 pic	2mm 3 pics	3mm 3 pics	3mm 3 pics	2mm 0 pic	3mm 3 pics	2mm 3 pics	3mm 4 pics	2,5mm 1 pic
Écart de dévers		1,5mm	1mm	1mm	2mm	2mm	2mm	2mm	2mm	3mm	3mm
Gauche		1,5mm	1mm	2mm	2mm	2mm	1mm <sup>1</sup>	2mm	3mm	2mm	3mm
Flèches	File 1	1mm	1mm	1mm	1mm	1mm	1mm	2mm	2mm	1mm	1,5mm
	File 2	2,5mm	1mm	2,5mm	2,5mm	2,5mm	2mm	3mm	2mm	2mm	2mm
Écartement		9mm	8mm	9mm	9mm	9mm	8mm	8mm	7mm	8mm	8mm

<sup>1</sup> Bourrage effectué le 4/05/2000

<b>B</b>	21/09/1999		12/04/2000		3/10/2000		19/04/2001 <sup>1</sup>		8/11/2001		
	Témoin	Raccordement	Témoin	Raccordement	Témoin	Raccordement	Témoin	Raccordement	Témoin	Raccordement	
Nivellement longitudinal	File 1	1mm 1 pic	1mm 1 pic	1,5mm 2 pics	2mm 3 pics	2mm 5 pics	2mm 4 pics	2,5mm 2 pics	2mm 2 pics	3mm 2 pics	1mm 0 pic
	File 2	1mm 1 pic	1mm 1 pic	1,5mm 3 pics	1,5mm 4 pic	2mm 3 pic	1,5mm 4 pics	1,5mm 1 pic	1,5mm 0 pic	2,5mm 3 pics	2mm 2 pics
Écart de dévers		1mm	1mm	1mm	1,5mm	2mm	3mm	1mm	2mm	2mm	3mm
Gauche		1,5mm	1,5mm	1,5mm	2mm	1,5mm	2mm	2mm	1mm	2mm	1mm
Flèches	File 1	2mm	1,5mm	2mm	1,5mm	1,5mm	1,5mm	2mm	1,5mm	2mm	1mm
	File 2	2mm	1,5mm	2mm	1,5mm	2mm	1,5mm	2,5mm	1mm	2mm	1mm
Écartement		6mm	9,5mm	6mm	9,5mm	6mm	9,5mm	7mm	8mm	6mm	10mm

<sup>1</sup> Bourrage effectué les 10/11 avril 2000

C	21/09/1999		12/04/2000		3/10/2000		19/04/2001 <sup>1</sup>		8/11/2001		
	Raccordement	Témoïn	Raccordement	Témoïn	Raccordement	Témoïn	Raccordement	Témoïn	Raccordement	Témoïn	
Nivellement longitudinal	File 1	3mm 4 pic	1mm 2 pic	3mm 6 pics	1mm 2 pics	3mm 6 pics	1mm 3 pics	2mm 2 pics	1mm 0 pic	2,5mm 1 pic	1mm 3 pics
	File 2	2mm 5 pic	1mm 2 pic	3,5mm 10 pics	1,5mm 2 pics	3,5mm 10 pics	2mm 3 pic	1,5mm 1 pic	1mm 1 pic	1,5mm 2 pics	1mm 4 pics
Écart de dévers		1mm	1mm	1mm	1mm	1mm	1mm	1mm	1mm	2mm	2mm
Gauche		1mm	1,5mm	1mm	1,5mm	1,5mm	1,5mm	1mm	1mm	1,5mm	2mm
Flèches	File 1	1,5mm	2mm	1,5mm	2mm	1,5mm	3mm	1mm	2mm	1,5mm	1,5mm
	File 2	1,5mm	2mm	1,5mm	2mm	1,5mm	2mm	1mm	1mm	1,5mm	0,5mm
Écartement		9mm	10mm	9mm	10mm	12mm <sup>2</sup>	10mm	6mm	7mm	10mm	8mm

<sup>1</sup> Bourrage effectué les 10/11 avril 2000

<sup>2</sup> Km 444,792 -1, 444,822 +1 jeux aux butées ?

<b>D</b>	21/09/1999		12/04/2000		3/10/2000		19/04/2001		8/11/2001		
	Raccordement	Témoïn	Raccordement	Témoïn	Raccordement	Témoïn	Raccordement	Témoïn	Raccordement	Témoïn	
Nivellement longitudinal	File 1	1,5mm 3 pic	1mm 3 pic	2mm 3 pics	1,5mm 3 pics	2mm 3 pics	1,5mm 1 pic <sup>1</sup>	2mm 4 pics	2mm 2 pics	3mm 3 pics	2,5mm 3 pics
	File 2	1mm 1 pic	1mm 2 pic	2mm 2 pics	1mm 2 pic	2mm 2 pic	1,5mm 2 pics	2mm 2 pics	1,5mm 2 pics	3mm 6 pics	2,5mm 3 pics
Écart de dévers		1mm	1mm	1mm	1mm	1,5mm	1mm	1,5mm	0,5mm	2,5mm	2mm
Gauche		1mm	1mm	2mm	2mm	2mm	2mm	2mm	2mm	2mm	2mm
Flèches	File 1	1,5mm	1,5mm	1,5mm	1,5mm	2mm	1,5mm	2mm	2mm	2mm	2mm
	File 2	1mm	1,5mm	1mm	1,5mm	1,5mm	2mm	2mm	2mm	2mm	2mm
Écartement		8mm	5mm	8mm	2mm	8mm	4mm	7mm	5mm	8mm	6mm

<sup>1</sup> Reprise de gauche sur un défaut

<b>d 180</b>		21/09/1999	12/04/2000	3/10/2000	19/04/2001	8/11/2001
Nivellement longitudinal	File 1	1mm 0 pic	1,5mm 1 pic	1,5mm 1 pic	2mm 3 pics	2,5mm 5 pics
	File 2	1mm 0 pic	1mm 1 pic	1,5mm 1 pic	1,5mm 2 pics	2mm 4 pics
Écart de dévers		1mm	1mm	1mm	1mm	2mm
Gauche		1mm	1mm	1mm	1mm	1,5mm
Flèches	File 1	1mm	1mm	2mm	1mm	1,5mm
	File 2	2mm	2mm	2mm	2mm	1mm
Écartement		2,5mm	2mm	2mm	3,5mm	5mm

### **RELEVÉS DES ENREGISTREMENTS GRAPHIQUES**

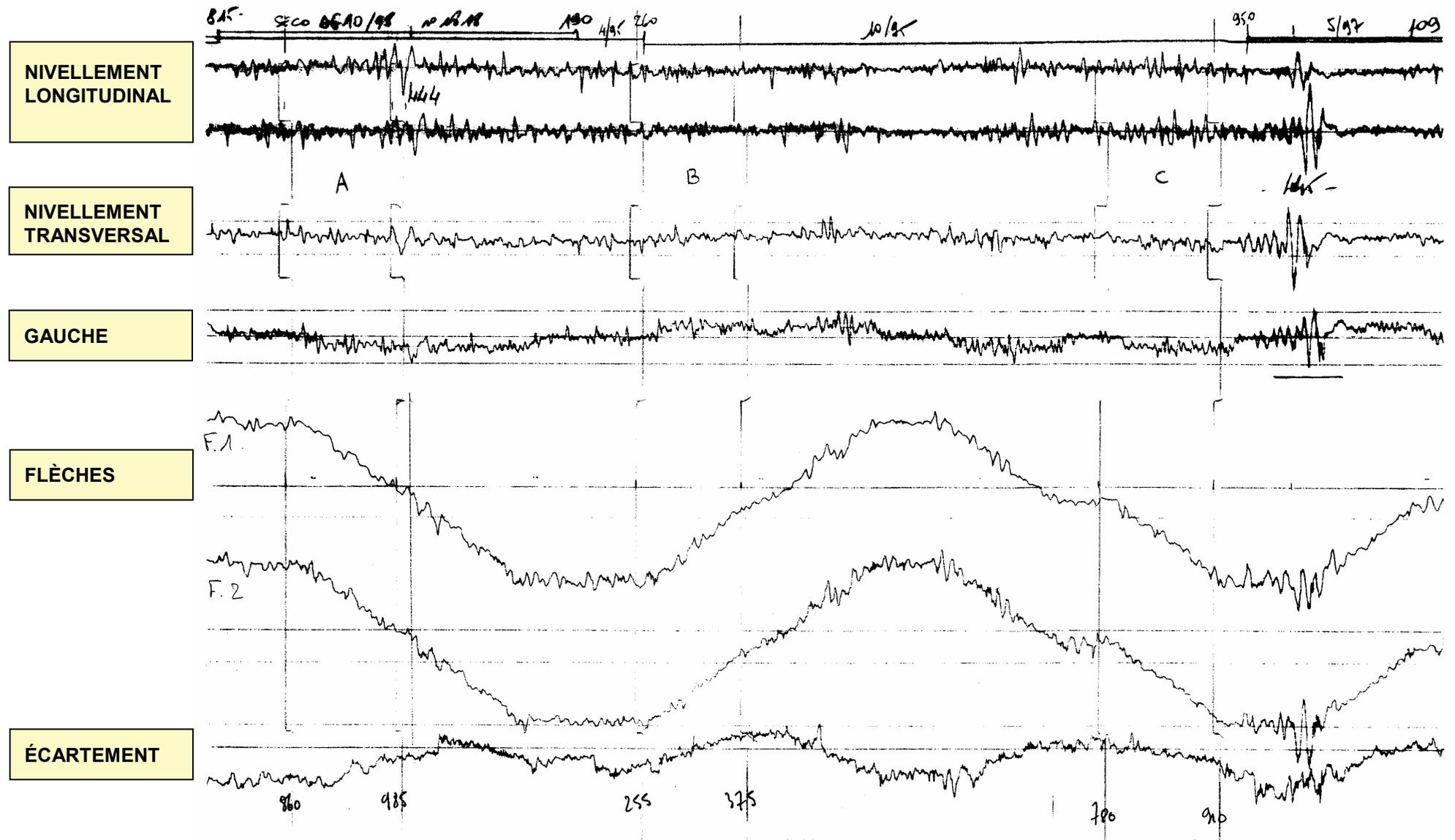
Les extraits correspondants aux zones suivies sont repris pages suivantes.

## Légende des relevés « MAUZIN »

	NATURE DES ENREGISTREMENTS	SENS	ÉCHELLE
<b>AVANT</b>  	1. NIVELLEMENT DE LA FILE EXTÉRIEURE (NL)	↑ Points hauts ↓ points bas	Vraie grandeur
	2. NIVELLEMENT DE LA FILE INTERIEURE (NL)	↑ Points hauts ↓ Points bas	Vraie grandeur
	3. ECARTS DE DEVERS (NT)	↓ Affaissement de la file extérieure	Vraie grandeur par rapport au Nivellement transversal mesuré sur la Base de 10 m
	4. GAUCHE	↑ La file extérieure monte par rapport à la file intérieure	2 fois la grandeur par mètre (base 2,750 m)
	5. FLECHE DE LA FILE EXTERIEURE	↑ La file s'écarte de l'axe de la voie	Vraie grandeur sur corde de 10 m
	6. FLÈCHE DE LA FILE INITERIEURE	↑ La file se rapproche de l'axe de la voie	Vraie grandeur sur corde de 10 m
	7. VARIATION DE L'ÉCARTEMENT DES RAILS BASE 1,435	↑ - ↓ +	Vraie grandeur

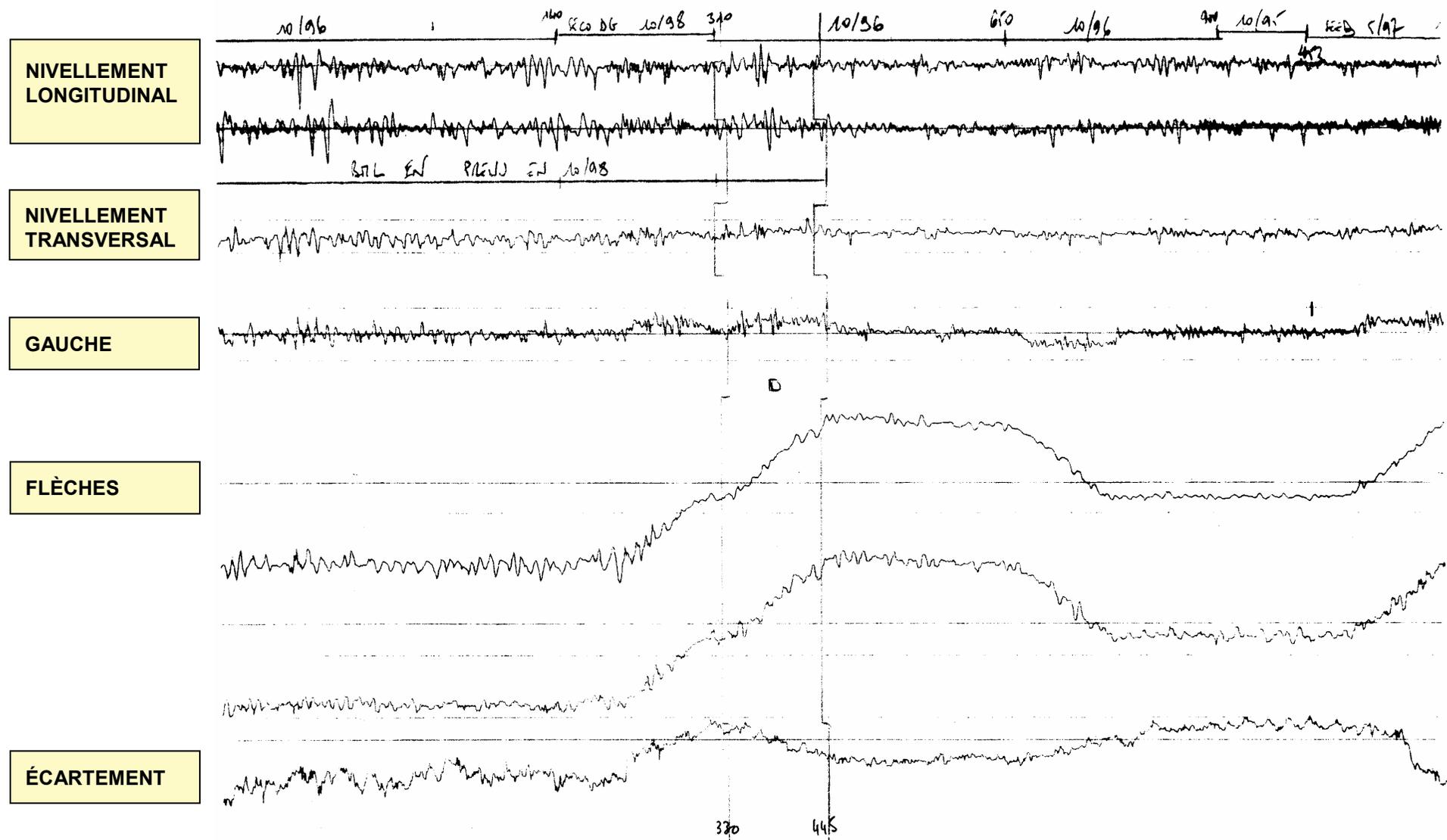
Raccordement A, B et C – tournée du 23/09/1998

MAUZIN 216 du 23/09/1998

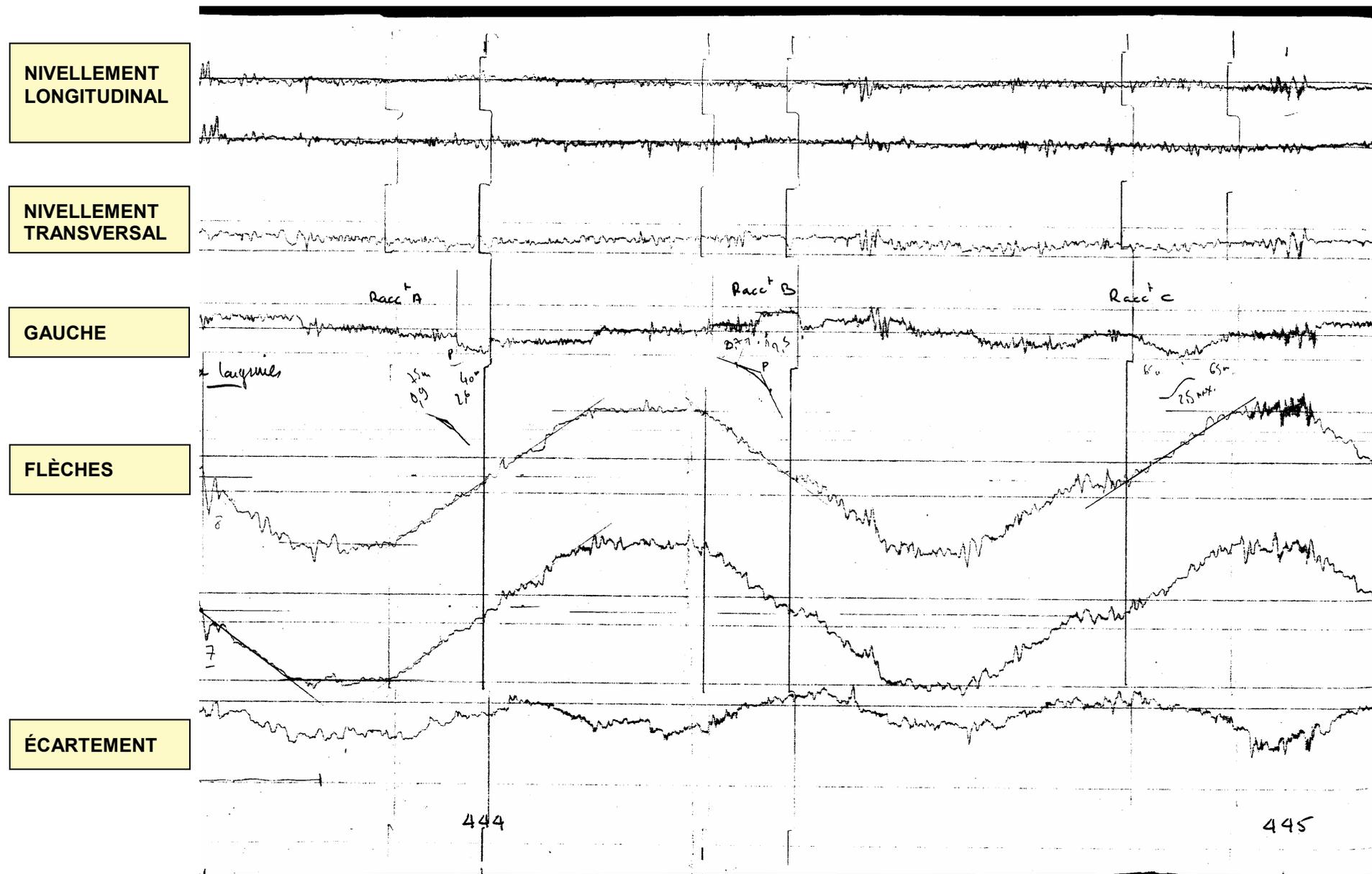


# Raccordement D et courbe dévers 180 – tournée du 23/09/1998

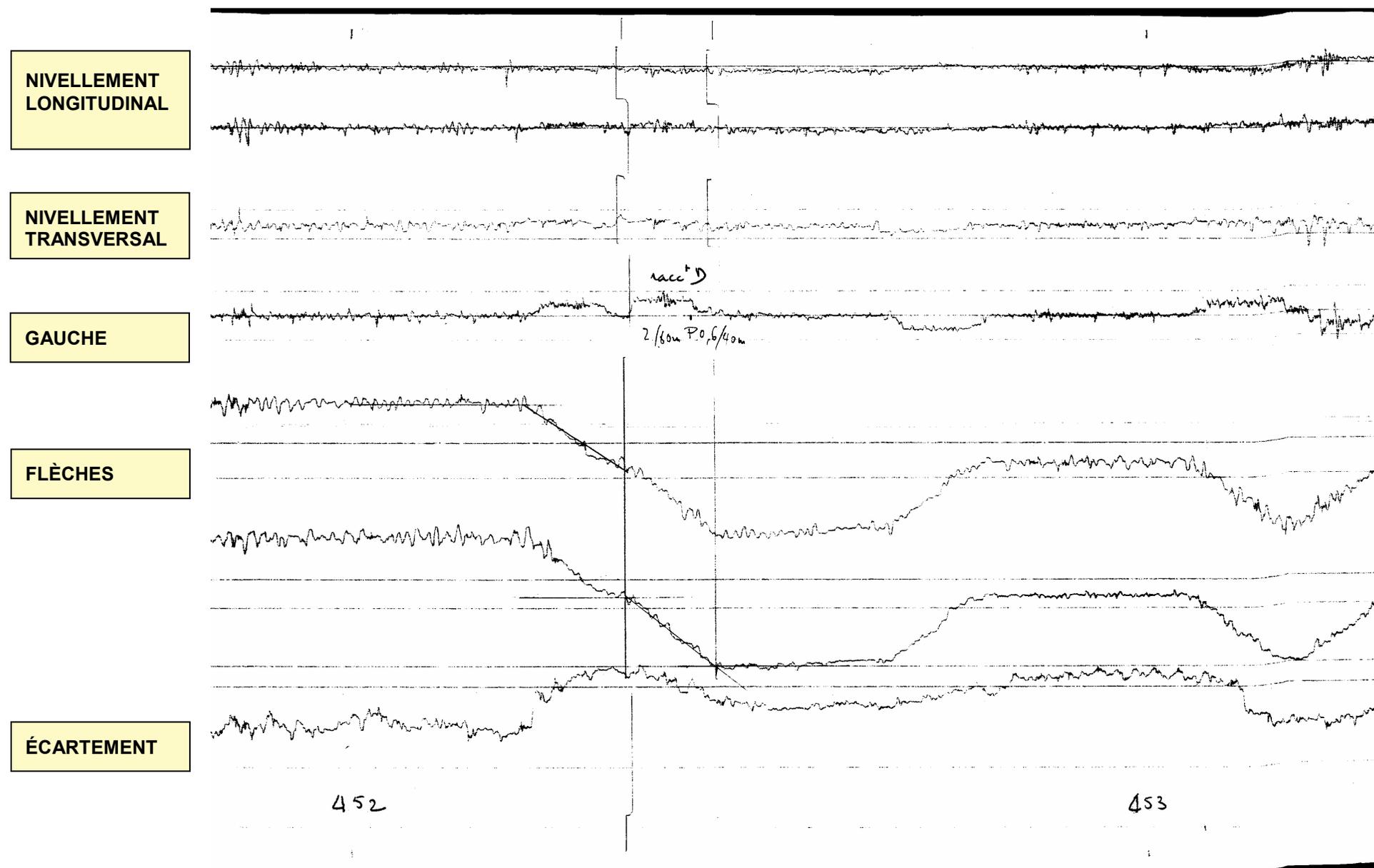
MAUZIN 216 du 23/09/98



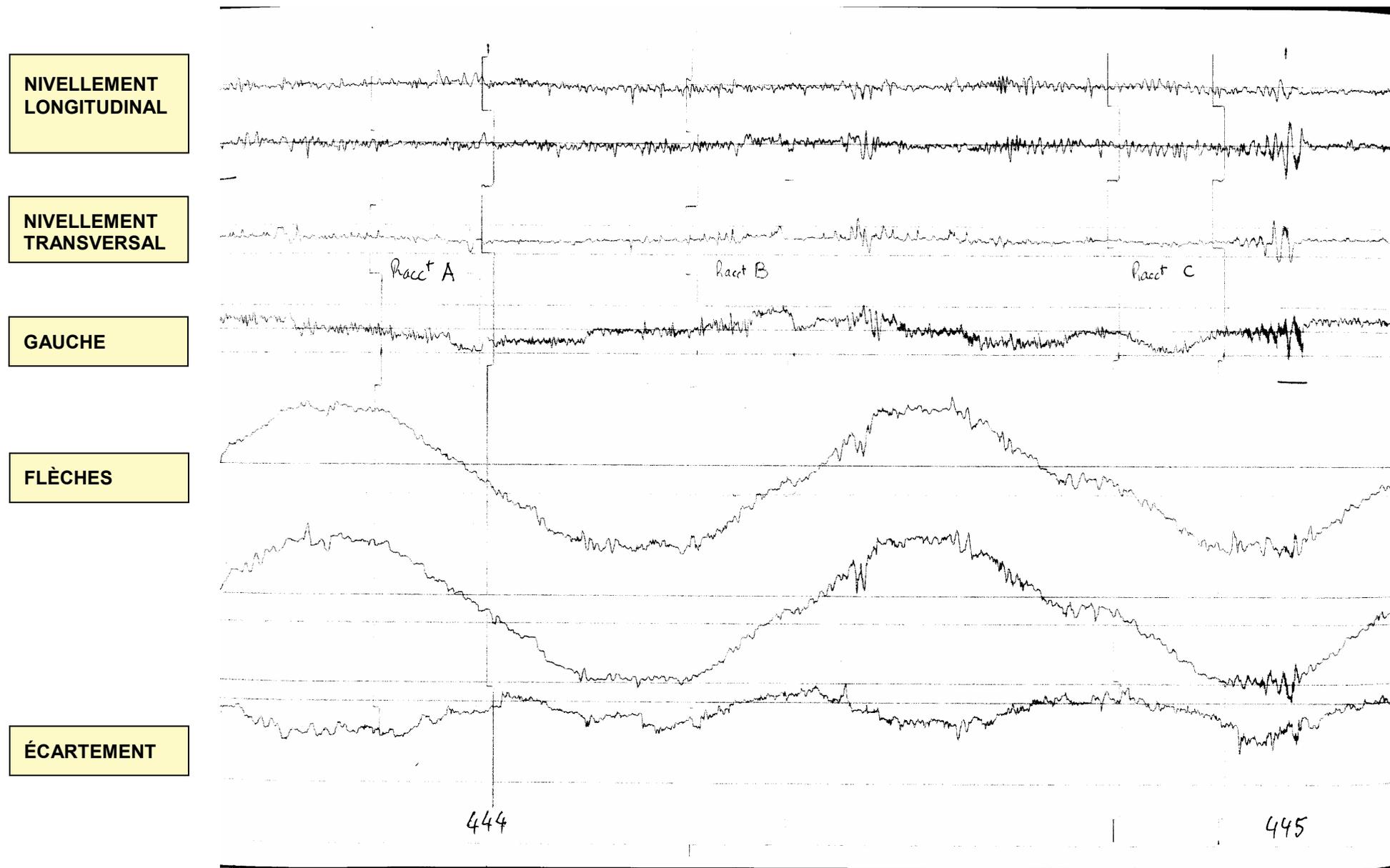
Raccordement A, B et C – tournée du 21/09/1999



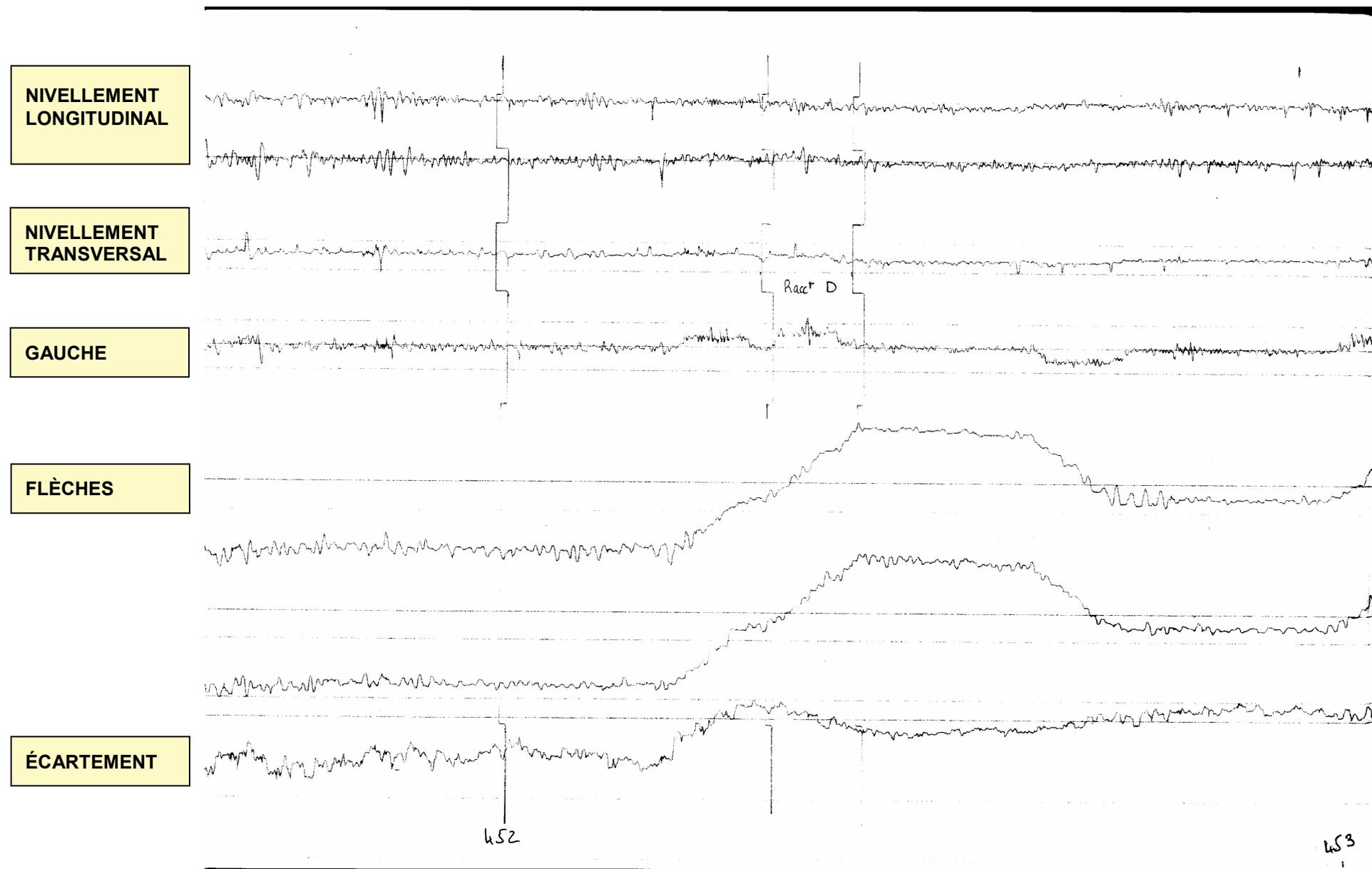
# Raccordement D et courbe dévers 180 – tournée du 21/09/1999



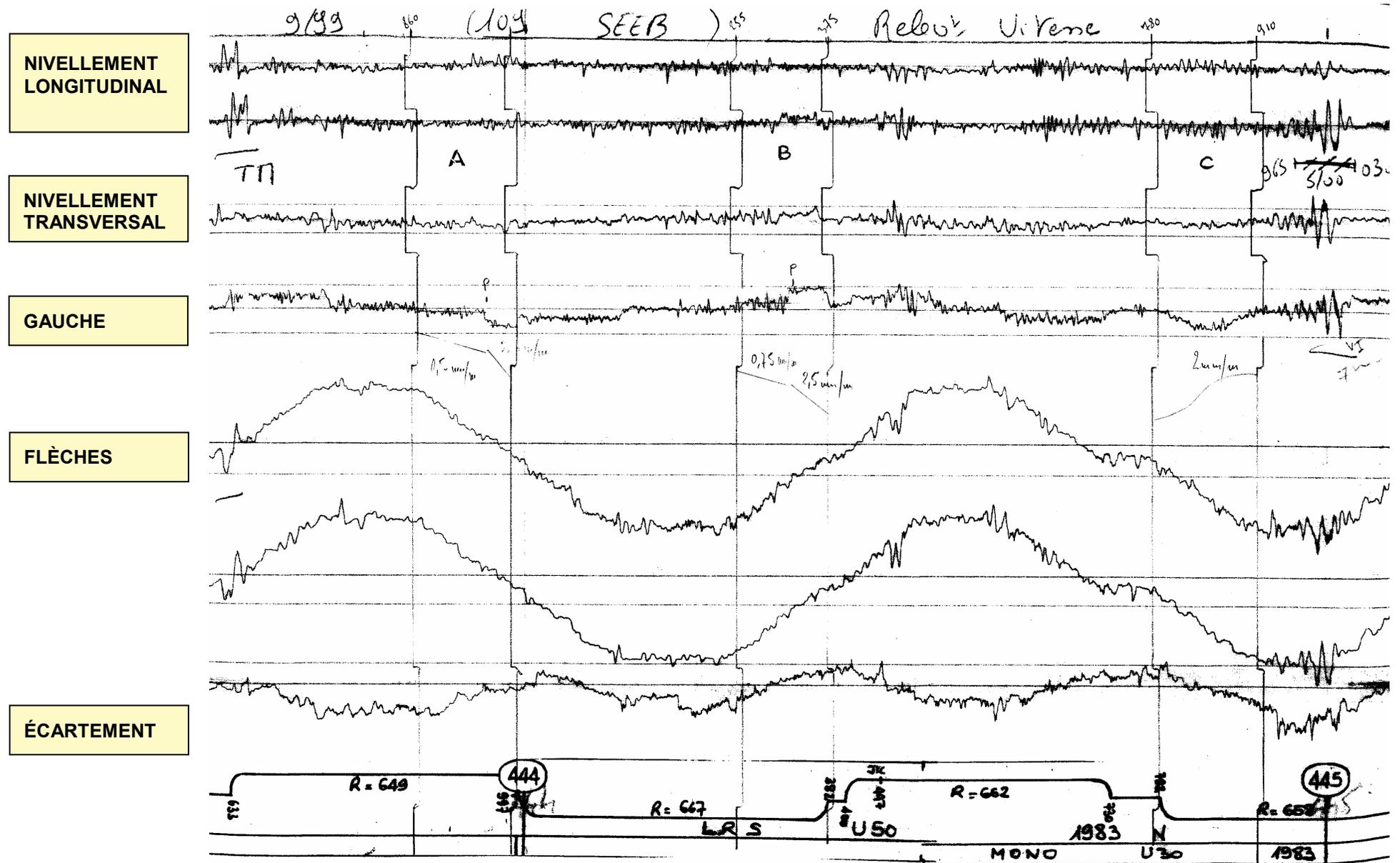
Raccordement A, B et C – tournée du 12/04/2000



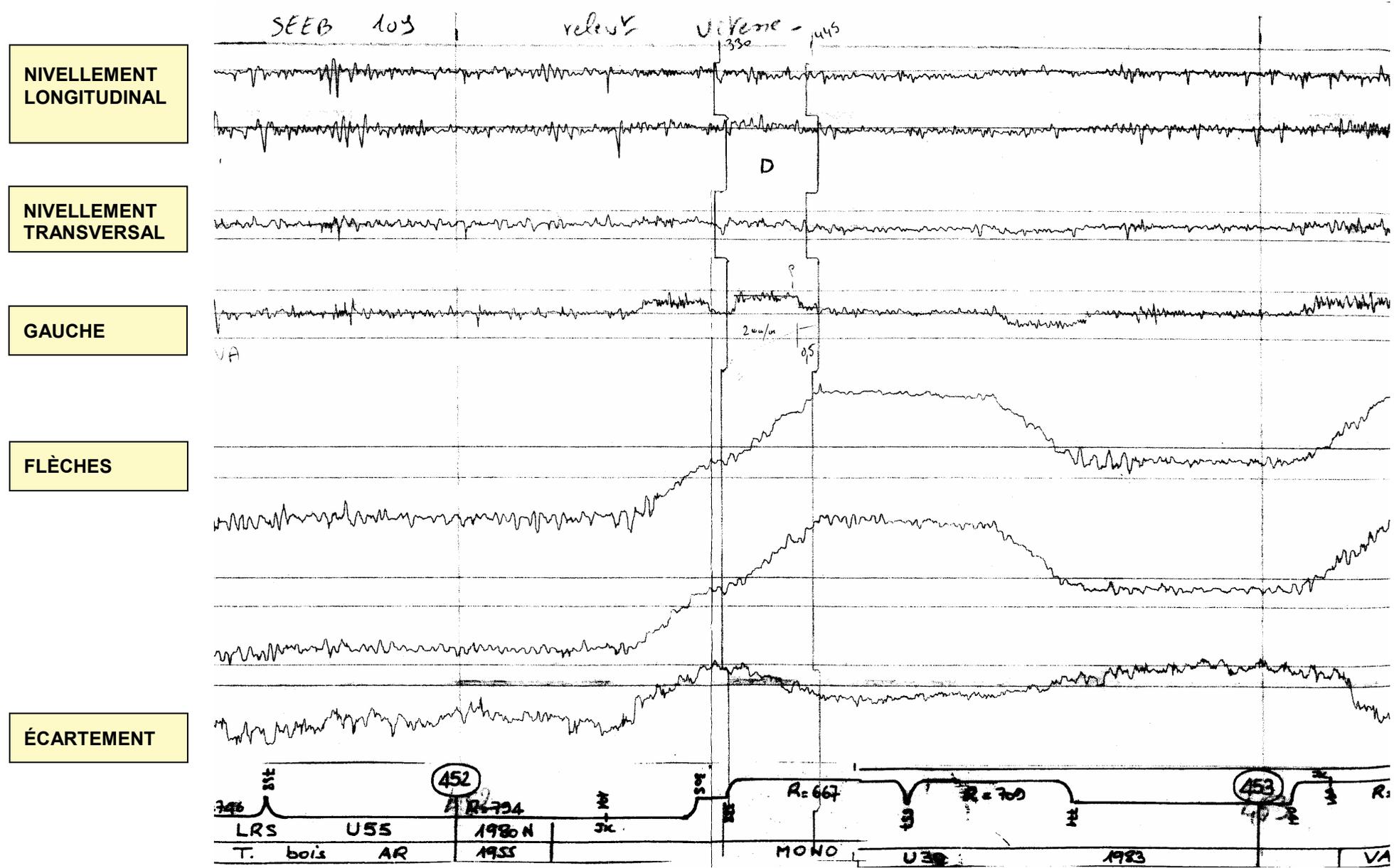
# Raccordement D et courbe dévers 180 – tournée du 12/04/2000



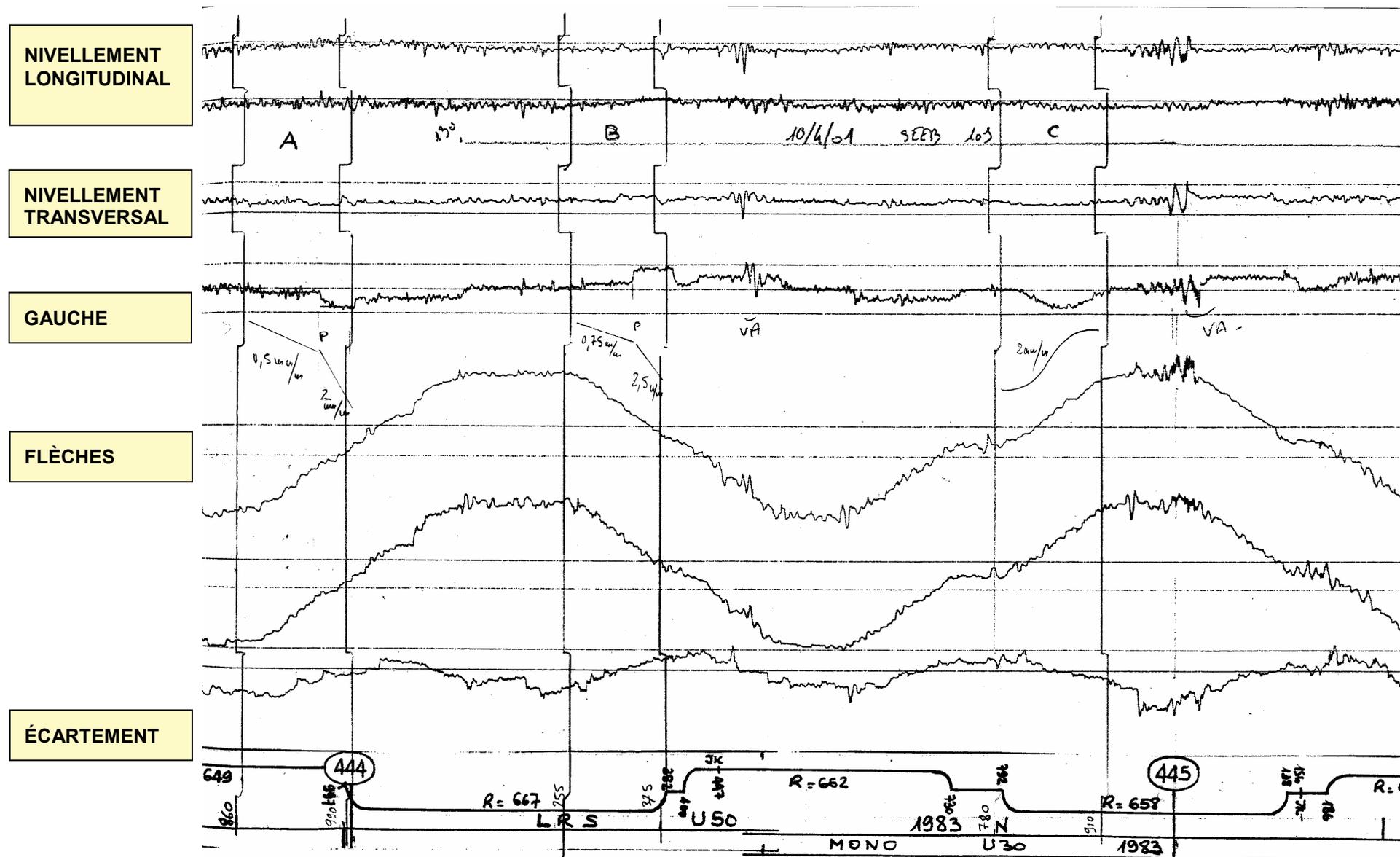
Raccordement A, B et C – tournée du 3/10/2000



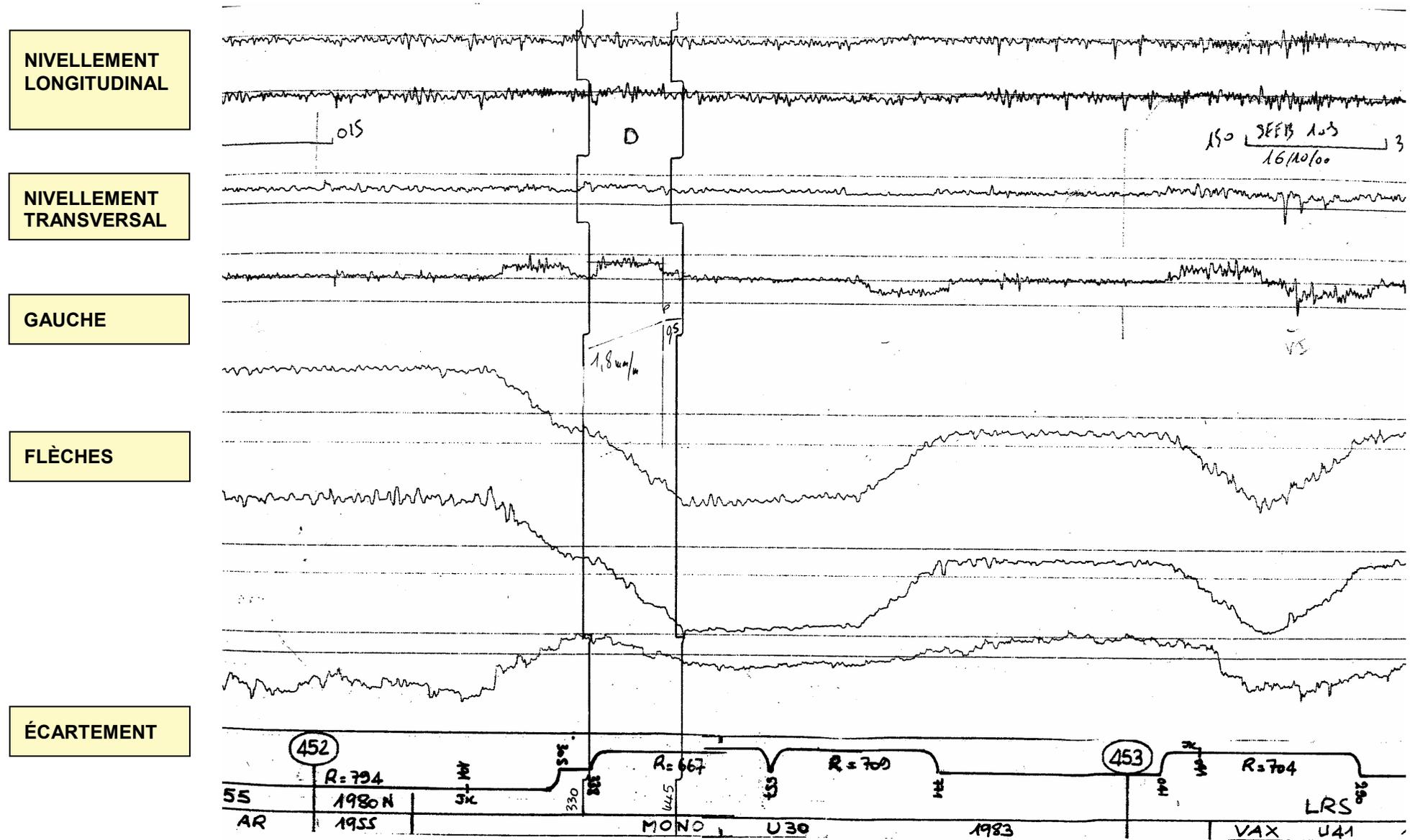
# Raccordement D et courbe dévers 180 – tournée du 3/10/2000



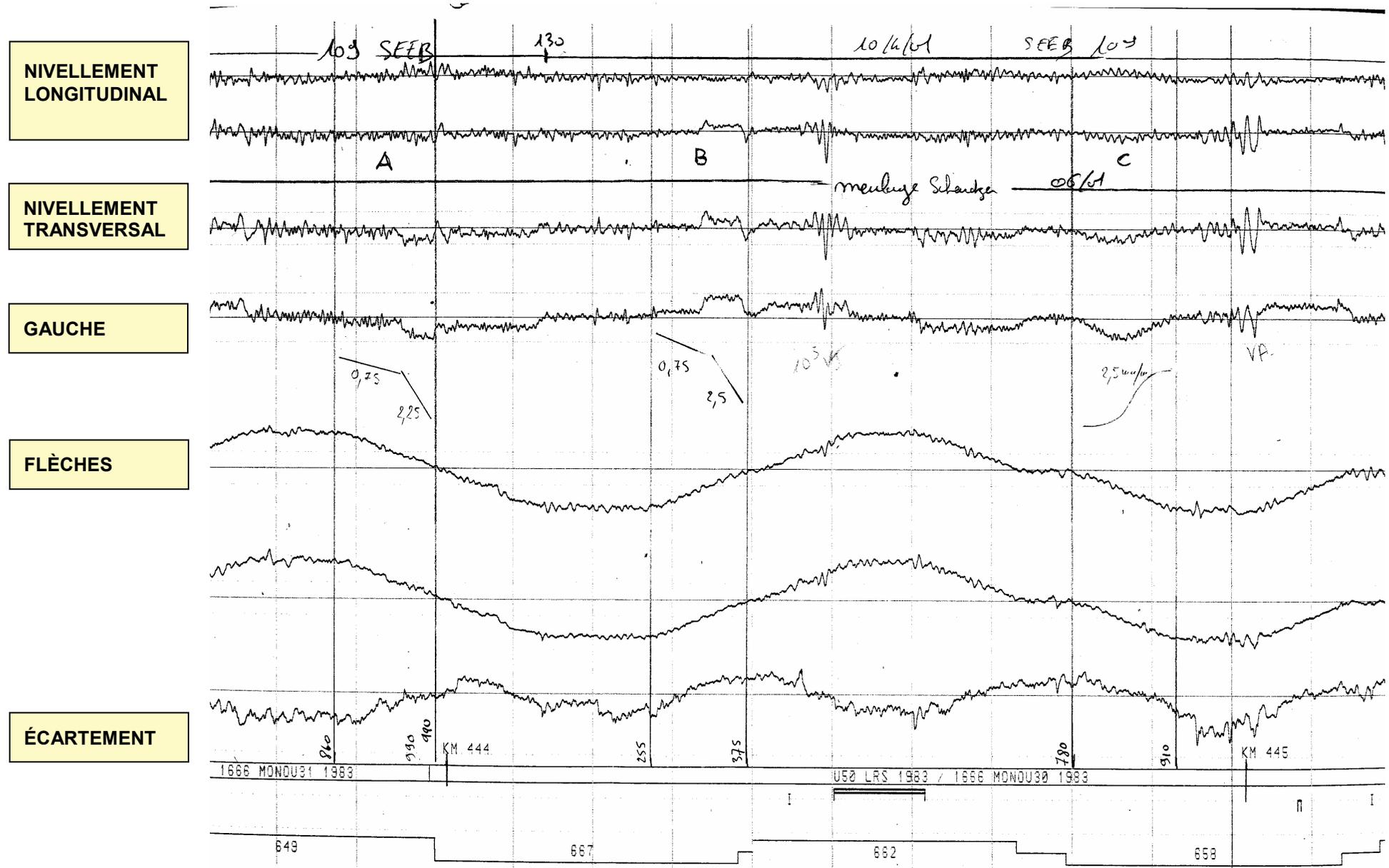
# Raccordement A, B et C – tournée du 19/04/2001



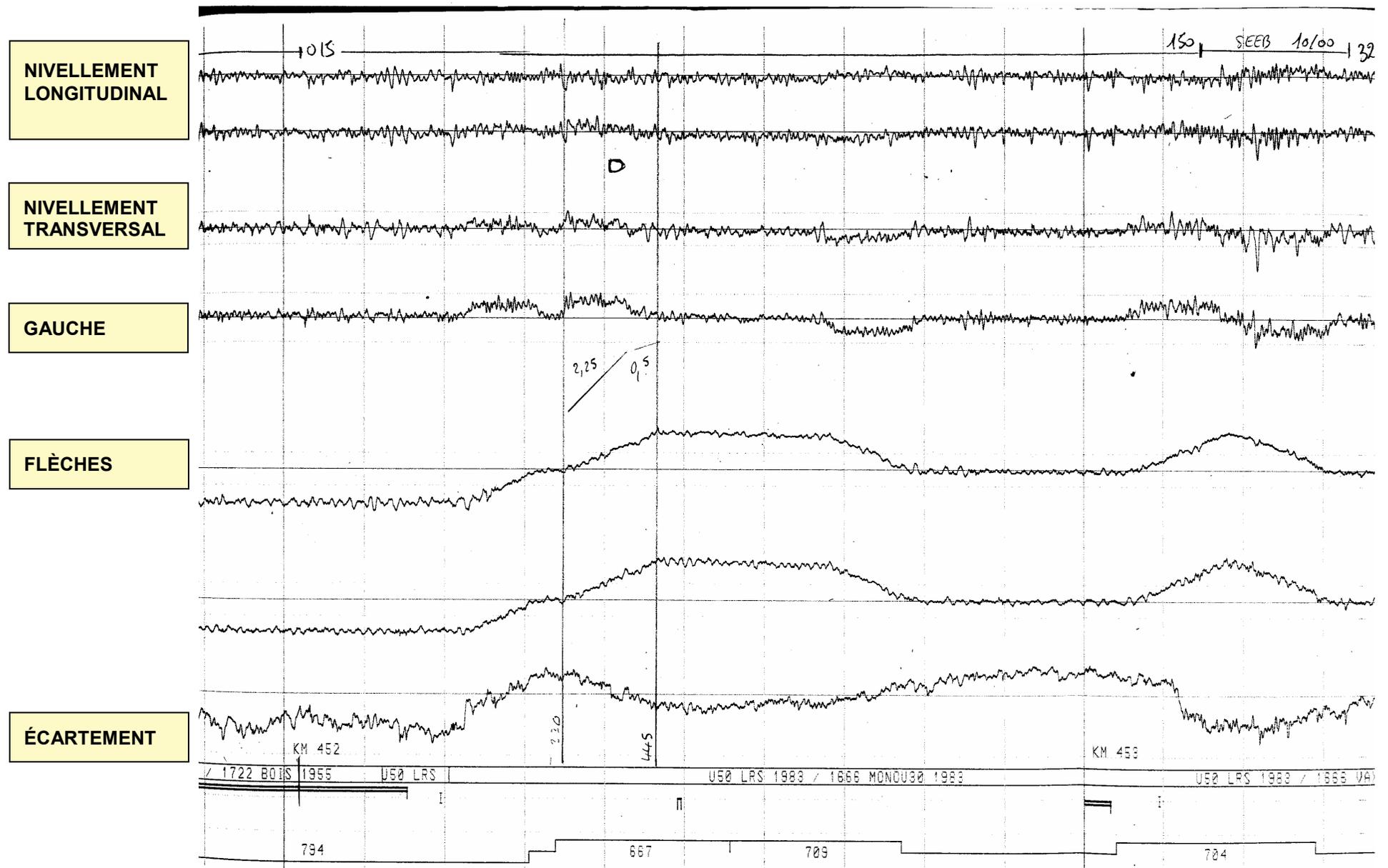
# Raccordement D et courbe dévers 180 – tournée du 19/04/2001



Raccordement A, B et C – tournée du 8/11/2001



# Raccordement D et courbe dévers 180 – tournée du 8/11/2001



On ne remarque pas d'évolution significative des flèches et des dévers. Par contre, la voie semble se déplacer dans certaines zones (ripages de l'ordre de 10 à 12 mm) notamment les raccordements A (repères 56, 60 et 77), B (repères 123), C (repères 186 à 189) sans que l'on puisse, toutefois, mettre en cause le tracé de ces nouveaux raccordements, la voie se déplaçant également dans les raccordements témoins n'ayant pas subis de modification.

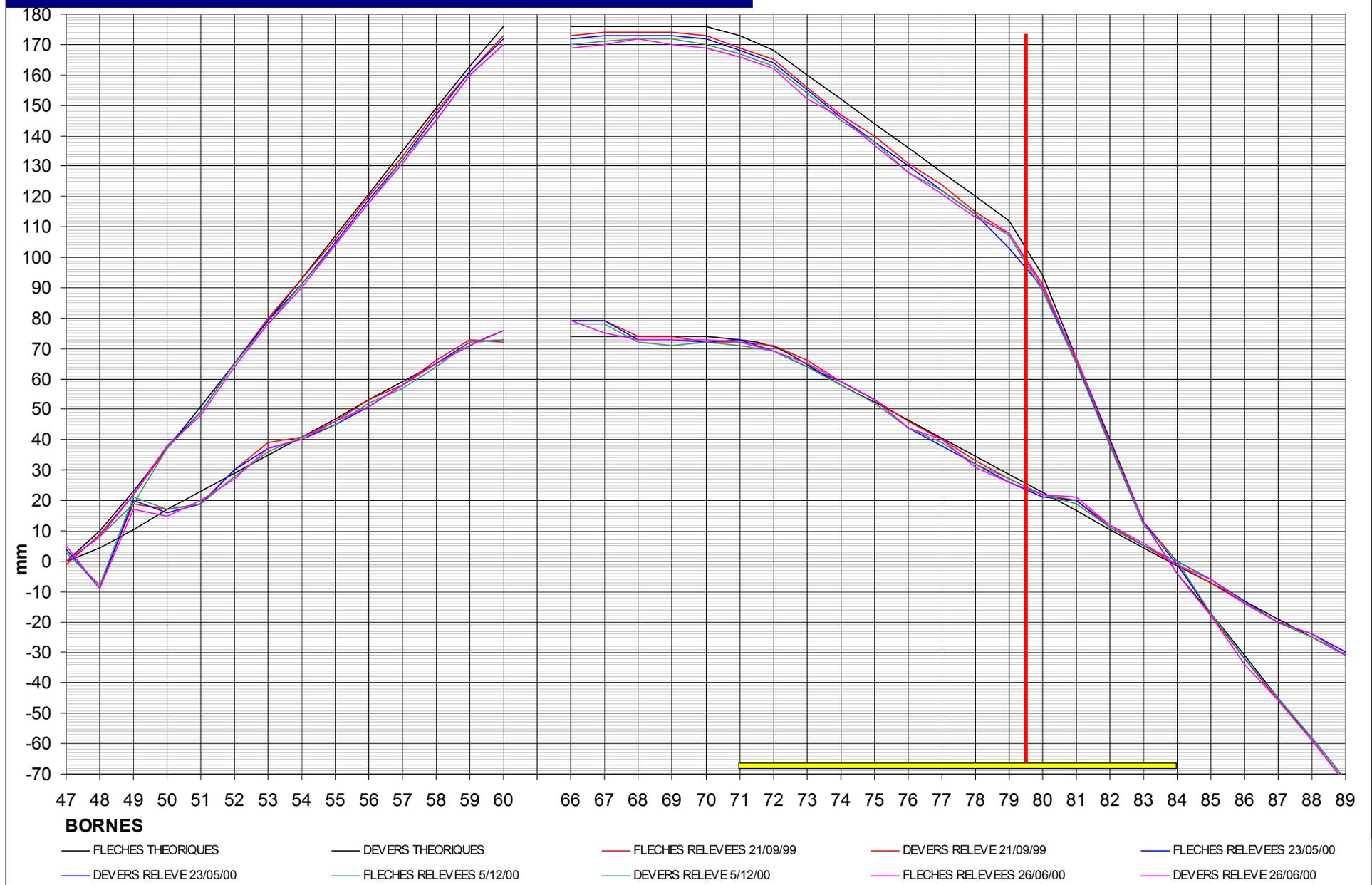
### ***RELEVÉS DES MESURES***

Ceux-ci sont repris dans les tableaux pages suivantes.

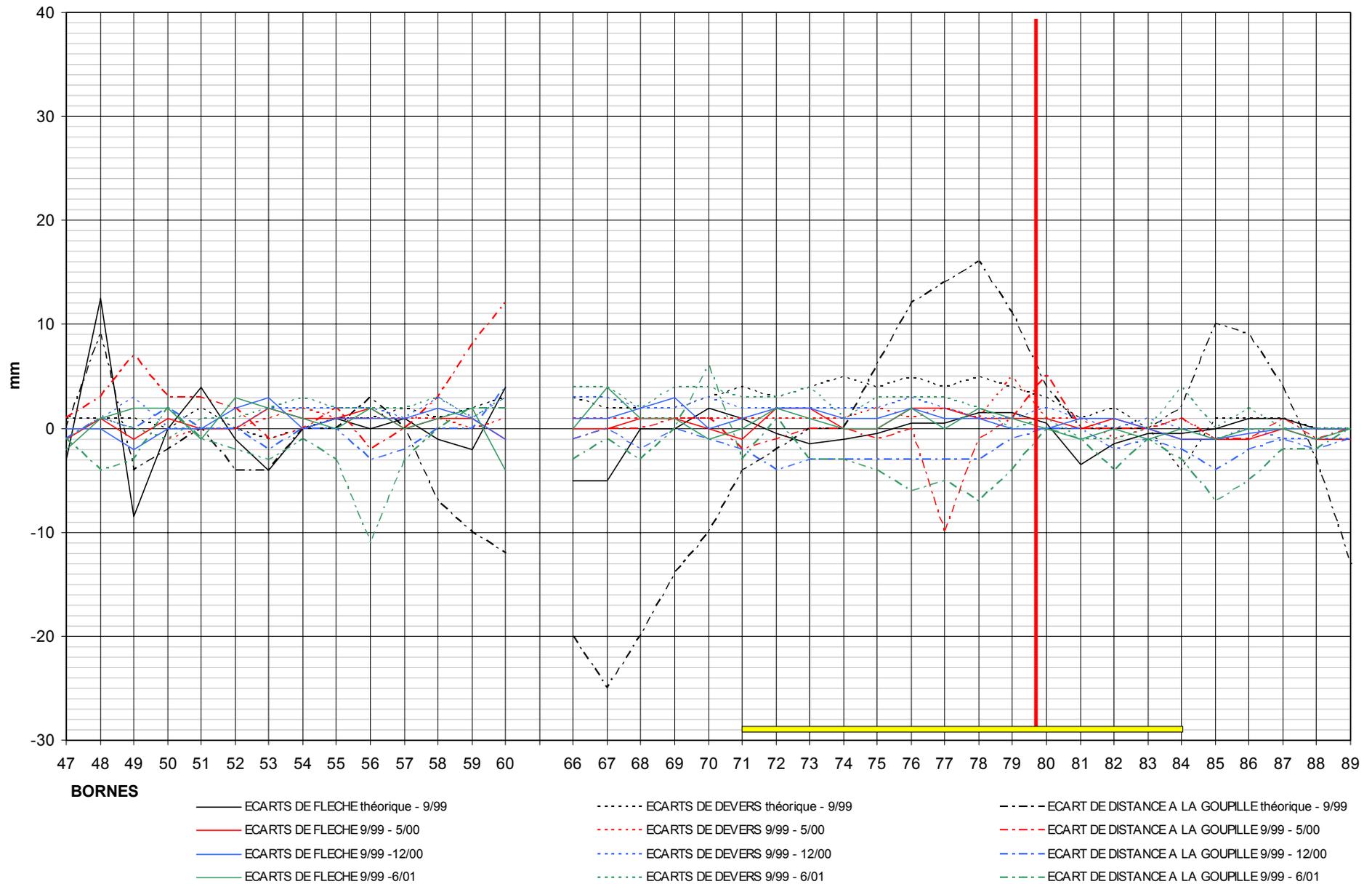
Les mesures ont été effectuées par relevé au cordeau sur fer. Leur précision et leur fiabilité dépendent des conditions de travail (vent notamment) ainsi que du soin apporté par les équipes. Ceci peut expliquer certains écarts ponctuels entre les différents relevés.

Dates des relevés		21 septembre 1999					23 mai 2000					5 décembre 2000					26 juin 2001											
Température de début		17° C					20° C					3° C					21° C											
Température de fin		17° C					23° C					5° C					42° C											
BORNES	KM	FLECHES THEORIQUES	DEVERS THEORIQUES	DISTANCE A LA GOUPILLE THEORIQUE	FLECHES RELEVÉES 21/09/99	Δ FLECHES 21/09/99 (théorique - relevé)	DEVERS RELEVÉ 21/09/99	Δ DEVERS 21/09/99 (théorique - relevé)	DISTANCE A LA GOUPILLE RELEVÉE 21/09/99	Δ DISTANCE 21/09/99 (théorique - relevé)	FLECHES RELEVÉES 23/05/00	Δ FLECHES (9/99 - 5/00)	DEVERS RELEVÉ 23/05/00	Δ DEVERS (9/99 - 5/00)	DISTANCE A LA GOUPILLE RELEVÉE 23/05/00	Δ DISTANCE 23/05/00 (9/99 - 5/00)	FLECHES RELEVÉES 5/12/00	Δ FLECHES (9/99 - 12/00)	DEVERS RELEVÉ 5/12/00	Δ DEVERS (9/99 - 12/00)	DISTANCE A LA GOUPILLE RELEVÉE	Δ DISTANCE (9/99 - 12/00)	FLECHES RELEVÉES 26/06/00	Δ FLECHES (9/99 - 6/01)	DEVERS RELEVÉ 26/06/00	Δ DEVERS (9/99 - 6/01)	DISTANCE A LA GOUPILLE RELEVÉE	Δ DISTANCE (9/99 - 6/01)
N°	km	mm	mm	m	mm	mm	mm	m	mm	mm	mm	mm	mm	m	mm	mm	mm	mm	mm	m	mm	mm	mm	mm	mm	m	mm	
47	443.630	0	0	3.002	3	-3	-1	1	3.002	0	4	-1	0	-1	3.001	1	3	0	0	-1	3.003	-1	5	-2	0	-1	3.003	-1
48	443.640	4.5	10	3.002	-8	12.5	9	1	2.993	9	-9	1	8	1	2.990	3	-8	0	8	1	2.992	1	-9	1	8	1	2.997	-4
49	443.650	10.5	23	3.002	19	-8.5	22	1	3.006	-4	20	-1	22	0	2.999	7	21	-2	19	3	3.006	0	17	2	22	0	3.009	-3
50	443.660	17	37	3.002	17	0	37	0	3.004	-2	16	1	38	-1	3.001	3	17	0	37	0	3.002	2	15	2	38	-1	3.002	2
51	443.670	23	51	3.002	19	4	49	2	3.002	0	19	0	49	0	2.999	8	19	0	49	0	3.002	0	20	-1	48	1	3.003	-1
52	443.680	29	65	3.002	30	-1	65	0	3.006	-4	30	0	65	0	3.004	2	28	2	65	0	3.006	0	27	3	64	1	3.008	-2
53	443.690	35	79	3.002	39	-4	80	-1	3.006	-4	37	2	79	1	3.007	-1	36	3	78	2	3.008	-2	37	2	78	2	3.009	-3
54	443.700	41	93	3.002	41	0	93	0	3.002	0	40	1	91	2	3.002	0	41	0	91	2	3.002	0	40	1	90	3	3.003	-1
55	443.710	47	107	3.002	46	1	106	1	3.002	0	45	1	105	1	3.000	2	45	1	104	2	3.002	0	46	0	104	2	3.005	-3
56	443.720	53	121	3.002	53	0	120	1	2.999	3	51	2	119	1	3.001	-2	52	1	118	2	3.002	-3	51	2	118	2	3.010	-11
57	443.730	59	135	3.002	58	1	133	2	3.002	0	58	0	132	1	3.002	0	57	1	132	1	3.004	-2	58	0	131	2	3.005	-3
58	443.740	65	149	3.002	66	-1	148	1	3.009	-7	65	1	147	1	3.006	3	64	2	145	3	3.009	0	65	1	145	3	3.009	0
59	443.750	71	163	3.002	73	-2	161	2	3.012	-10	72	1	161	0	3.004	8	72	1	160	1	3.012	0	71	2	160	1	3.010	2
60	443.760	76	176	3.002	72	4	173	3	3.014	-12	73	-1	172	1	3.002	12	73	-1	170	3	3.010	4	76	-4	170	3	3.012	2
66	443.820	74	176	3.002	79	-5	173	3	3.022	-20	79	0	172	1	3.023	-1	78	1	170	3	3.023	-1	79	0	169	4	3.025	-3
67	443.830	74	176	3.002	79	-5	174	2	3.027	-25	79	0	173	1	3.027	0	78	1	171	3	3.027	0	75	4	170	4	3.028	-1
68	443.840	74	176	3.002	74	0	174	2	3.022	-20	73	1	173	1	3.022	0	72	2	172	2	3.024	-2	73	1	172	2	3.025	-3
69	443.850	74	176	3.002	74	0	174	2	3.016	-14	73	1	173	1	3.015	1	71	3	172	2	3.016	0	73	1	170	4	3.016	0
70	443.860	74	176	3.002	72	2	173	3	3.012	-10	72	0	172	1	3.011	1	72	0	170	3	3.013	-1	73	-1	169	4	3.006	6
71	443.870	73	173	3.002	72	1	169	4	3.006	-4	73	-1	168	1	3.008	-2	71	1	167	2	3.008	-2	72	0	166	3	3.009	-3
72	443.880	70.5	168	3.002	71	-0.5	165	3	3.004	-2	69	2	164	1	3.005	-1	69	2	163	2	3.008	-4	69	2	162	3	3.003	1
73	443.890	64.5	160	3.002	66	-1.5	156	4	3.002	0	64	2	155	1	3.002	0	64	2	154	2	3.005	-3	65	1	152	4	3.005	-3
74	443.900	58	152	3.002	59	-1	147	5	3.002	0	59	0	146	1	3.002	0	58	1	145	2	3.005	-3	59	0	146	1	3.005	-3
75	443.910	52.5	144	3.002	53	-0.5	140	4	2.996	6	53	0	138	2	2.997	-1	52	1	138	2	2.999	-3	53	0	137	3	3.000	-4
76	443.920	46.5	136	3.002	46	0.5	131	5	2.990	12	44	2	130	1	2.990	0	44	2	128	3	2.993	-3	44	2	128	3	2.996	-6
77	443.930	40.5	128	3.002	40	0.5	124	4	2.988	14	38	2	122	2	2.998	-10	39	1	122	2	2.991	-3	40	0	121	3	2.993	-5
78	443.940	34.5	120	3.002	33	1.5	115	5	2.986	16	32	1	114	1	2.987	-1	32	1	114	1	2.989	-3	31	2	113	2	2.993	-7
79	443.950	28.5	112	3.002	27	1.5	108	4	2.991	11	26	1	103	5	2.990	1	27	0	107	1	2.992	-1	26	1	108	0	2.995	-4
80	443.960	22.5	94	3.002	22	0.5	91	3	2.998	4	21	1	90	1	2.993	5	22	0	89	2	2.998	0	22	0	90	1	2.998	0
81	443.970	16.5	67	3.002	20	-3.5	66	1	3.002	0	20	0	65	1	3.002	0	19	1	65	1	3.002	0	21	-1	67	-1	3.003	-1
82	443.980	10.5	40	3.002	12	-1.5	38	2	3.002	0	11	1	39	-1	3.002	0	11	1	38	0	3.004	-2	12	0	39	-1	3.006	-4
83	443.990	4.5	13	3.002	5	-0.5	13	0	3.002	0	5	0	13	0	3.002	0	5	0	12	1	3.003	-1	6	-1	13	0	3.003	-1
84	444.000	-1.5	-4	1.565	-1	-0.5	0	-4	1.563	2	0	-1	-1	1	1.562	1	0	-1	0	0	1.565	-2	-1	0	-4	4	1.566	-3
85	444.010	-7	-17	1.565	-7	0	-18	1	1.555	10	-6	-1	-17	-1	1.556	-1	-6	-1	-17	-1	1.559	-4	-6	-1	-18	0	1.562	-7
86	444.020	-13	-31	1.565	-14	1	-32	1	1.556	9	-13	-1	-32	0	1.557	-1	-14	-0.5	-32	0	1.558	-2	-14	0	-34	2	1.561	-5
87	444.030	-19	-45	1.565	-20	1	-46	1	1.561	4	-20	0	-45	-1	1.560	1	-20	0	-45	-1	1.562	-1	-20	0	-46	0	1.563	-2
88	444.040	-25	-59	1.565	-25	0	-59	0	1.568	-3	-24	-1	-58	-1	1.569	-1	-25	0	-58	-1	1.57	-2	-24	-1	-59	0	1.570	-2
89	444.050	-31	-73	1.565	-31	0	-73	0	1.578	-13	-30	-1	-72	-1	1.578	0	-31	0	-72	-1	1.579	-1	-31	0	-73	0	1.578	0

# RACCORDEMENT A : DIAGRAMMES DE SUIVI FLECHES - DEVERS

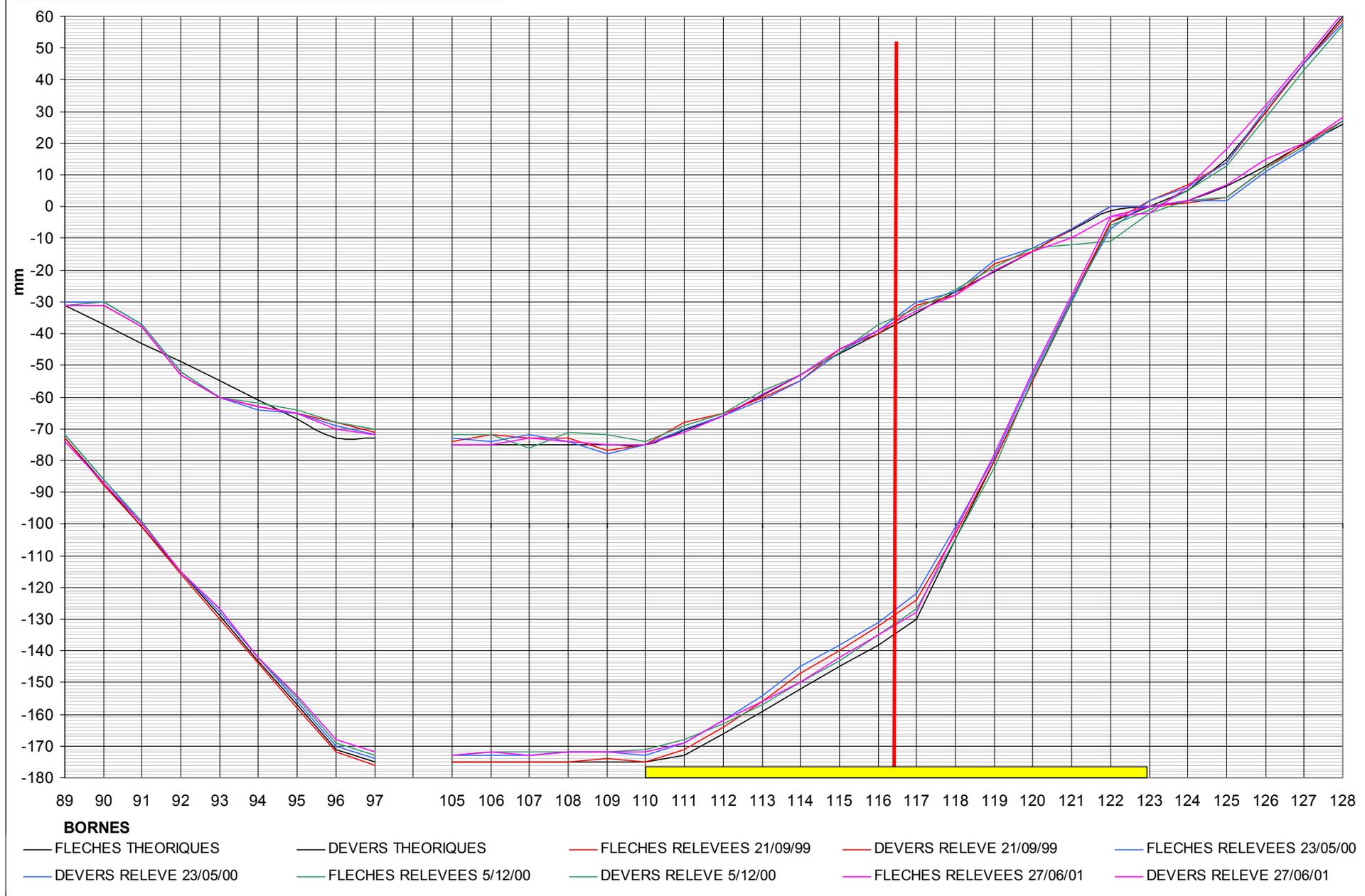


# RACCORDEMENT A : EVOLUTION DES ECARTS

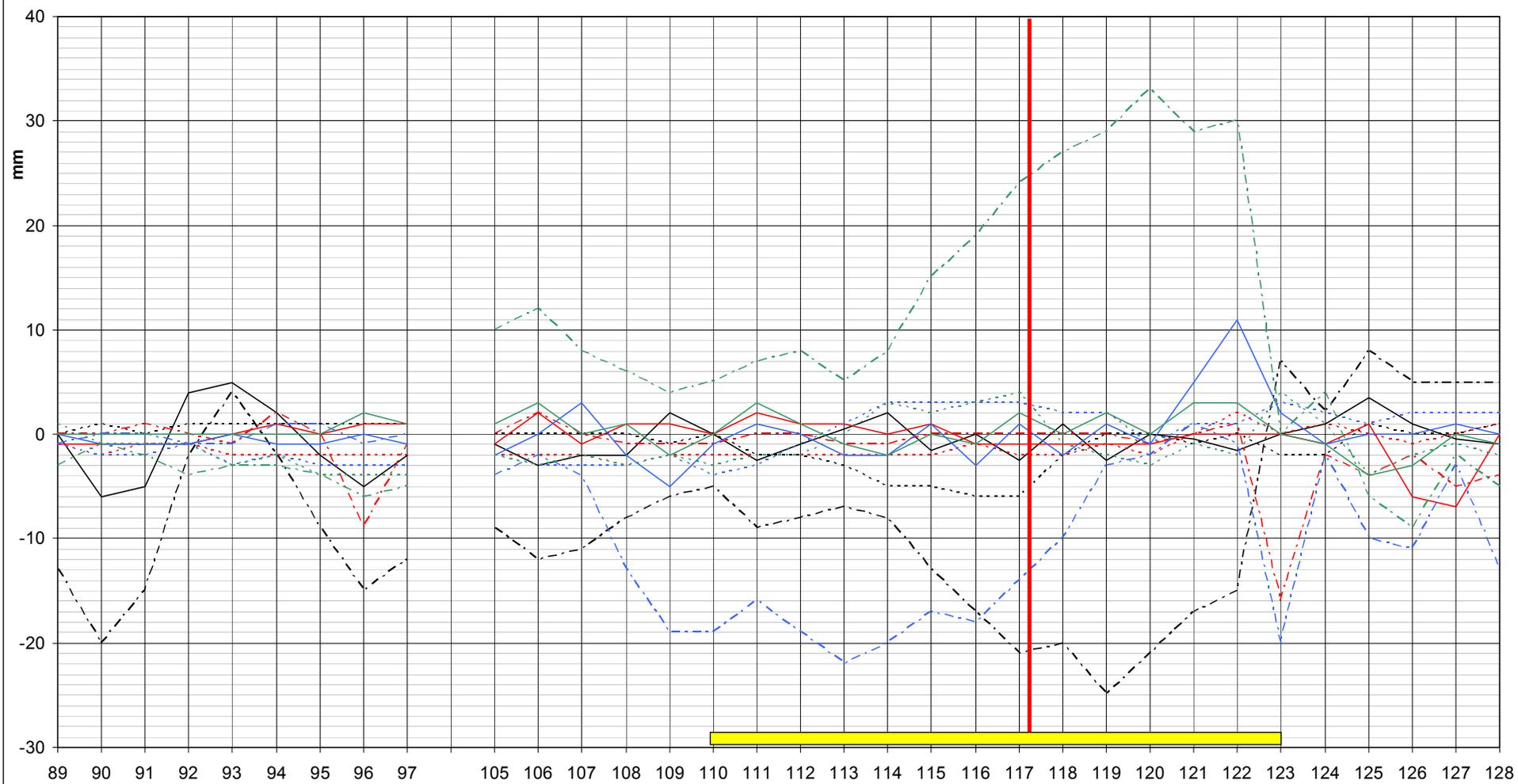


Dates des relevés		21 septembre 1999										23 mai 2000					5 décembre 2000					27 juin 2001						
Température de début		17 °C										24 °C					8 °C					23 °C						
Température de fin		17 °C										26 °C					10 °C					37 °C						
BORNES	KM	FLECHES THEORIQUES	DEVERS THEORIQUES	DISTANCE A LA GOUPILLE THEORIQUE	FLECHES RELEVÉES 21/09/99	Δ FLECHES (théorique - relevé)	DEVERS RELEVÉ 21/09/99	Δ DEVERS (théorique - relevé)	DISTANCE A LA GOUPILLE RELEVÉE 21/09/99	Δ DISTANCE (théorique - relevé)	FLECHES RELEVÉES 23/05/00	Δ FLECHES (9/99 - 5/00)	DEVERS RELEVÉ 23/05/00	Δ DEVERS (9/99 - 5/00)	DISTANCE A LA GOUPILLE RELEVÉE 23/05/00	Δ DISTANCE (9/99 - 5/00)	FLECHES RELEVÉES 5/12/00	Δ FLECHES (9/99 - 12/00)	DEVERS RELEVÉ 5/12/00	Δ DEVERS (9/99 - 12/00)	DISTANCE A LA GOUPILLE RELEVÉE	Δ DISTANCE (9/99 - 12/00)	FLECHES RELEVÉES 27/06/01	Δ FLECHES (9/99 - 6/01)	DEVERS RELEVÉ 27/06/01	Δ DEVERS (9/99 - 6/01)	DISTANCE A LA GOUPILLE RELEVÉE	Δ DISTANCE (9/99 - 6/01)
N°	km	mm	mm	m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m	mm	mm	mm	mm	mm	m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
89	444.050	-31	-73	1.565	-31	0	-73	0	1.578	-13	-30	-1	-72	-1	1.578	0	-31	0	-72	-1	1.579	-1	-31	0	-74	1	1.581	-3
90	444.060	-37	-87	1.565	-31	-6	-88	1	1.585	-20	-30	-1	-86	-2	1.585	0	-30	-1	-86	-2	1.585	0	-31	0	-87	-1	1.586	-1
91	444.070	-43	-101	1.565	-38	-5	-101	0	1.580	-15	-37	-1	-100	-1	1.579	1	-37	-1	-99	-2	1.58	0	-38	0	-100	-1	1.582	-2
92	444.080	-49	-115	1.565	-53	4	-116	1	1.567	-2	-52	-1	-115	-1	1.567	0	-52	-1	-115	-1	1.568	-1	-53	0	-115	-1	1.571	-4
93	444.090	-55	-129	1.565	-60	5	-130	1	1.561	4	-60	0	-128	-2	1.562	-1	-60	0	-127	-3	1.562	-1	-60	0	-127	-3	1.564	-3
94	444.100	-61	-143	1.565	-63	2	-144	1	1.567	-2	-64	1	-142	-2	1.565	2	-62	-1	-142	-2	1.566	1	-63	0	-142	-2	1.57	-3
95	444.110	-67	-157	1.565	-65	-2	-158	1	1.574	-9	-65	0	-156	-2	1.574	0	-64	-1	-155	-3	1.573	1	-65	0	-154	-4	1.578	-4
96	444.120	-73	-171	1.565	-68	-5	-172	1	1.580	-15	-69	1	-170	-2	1.589	-9	-68	0	-169	-3	1.581	-1	-70	2	-168	-4	1.586	-6
97	444.130	-73	-175	1.565	-71	-2	-176	1	1.577	-12	-72	1	-174	-2	1.578	-1	-70	-1	-173	-3	1.577	0	-72	1	-172	-4	1.582	-5
105	444.201	-75	-175	1.565	-74	-1	-175	0	1.574	-9	-73	-1	-173	-2	1.574	0	-72	-2	-173	-2	1.578	-4	-75	1	-173	-2	1.564	10
106	444.220	-75	-175	1.565	-72	-3	-175	0	1.577	-12	-74	2	-173	-2	1.575	2	-72	0	-172	-3	1.579	-2	-75	3	-172	-3	1.565	12
107	444.239	-75	-175	1.565	-73	-2	-175	0	1.576	-11	-72	-1	-173	-2	1.576	0	-76	3	-172	-3	1.580	-4	-73	0	-173	-2	1.568	8
108	444.258	-75	-175	1.565	-73	-2	-175	0	1.573	-8	-74	1	-172	-3	1.574	-1	-71	-2	-172	-3	1.586	-13	-74	1	-172	-3	1.567	6
109	444.277	-75	-175	1.565	-77	2	-174	-1	1.571	-6	-78	1	-172	-2	1.572	-1	-72	-5	-172	-2	1.590	-19	-75	-2	-172	-2	1.567	4
110	444.296	-75	-175	1.565	-75	0	-175	0	1.570	-5	-75	0	-173	-2	1.571	-1	-74	-1	-171	-4	1.589	-19	-75	0	-172	-3	1.565	5
111	444.315	-71	-173	1.565	-68	-2.5	-171	-2	1.574	-9	-70	2	-169	-2	1.574	0	-69	1	-168	-3	1.590	-16	-71	3	-169	-2	1.567	7
112	444.334	-66	-166	1.565	-65	-1	-164	-2	1.573	-8	-66	1	-162	-2	1.573	0	-65	0	-163	-1	1.592	-19	-66	1	-162	-2	1.565	8
113	444.353	-60	-159	1.565	-60	0.5	-156	-3	1.572	-7	-61	1	-154	-2	1.573	-1	-58	-2	-157	1	1.594	-22	-59	-1	-156	0	1.567	5
114	444.372	-53	-152	1.565	-55	2	-147	-5	1.573	-8	-55	0	-145	-2	1.574	-1	-53	-2	-150	3	1.593	-20	-53	-2	-150	3	1.565	8
115	444.391	-47	-145	1.565	-45	-1.5	-140	-5	1.578	-13	-46	1	-138	-2	1.578	0	-46	1	-143	3	1.595	-17	-45	0	-142	2	1.563	15
116	444.410	-40	-138	1.565	-40	0	-132	-6	1.582	-17	-39	-1	-131	-1	1.582	0	-37	-3	-135	3	1.600	-18	-39	-1	-135	3	1.563	19
117	444.429	-34	-130	1.565	-31	-2.5	-124	-6	1.586	-21	-30	-1	-122	-2	1.586	0	-32	1	-127	3	1.600	-14	-33	2	-128	4	1.562	24
118	444.448	-27	-105	1.565	-28	1	-103	-2	1.585	-20	-27	-1	-101	-2	1.585	0	-26	-2	-105	2	1.595	-10	-28	0	-102	-1	1.558	27
119	444.467	-21	-80	1.565	-18	-2.5	-80	0	1.590	-25	-17	-1	-79	-1	1.590	0	-19	1	-82	2	1.593	-3	-20	2	-78	-2	1.561	29
120	444.486	-14	-55	1.565	-14	0	-55	0	1.586	-21	-13	-1	-53	-2	1.587	-1	-13	-1	-54	-1	1.588	-2	-14	0	-52	-3	1.553	33
121	444.505	-7.5	-30	1.565	-7	-0.5	-29	-1	1.582	-17	-7	0	-29	0	1.582	0	-12	5	-30	1	1.581	1	-10	3	-28	-1	1.553	29
122	444.524	-1.5	-5	1.565	0	-1.5	-5	0	1.580	-15	0	0	-7	2	1.579	1	-11	11	-6	1	1.581	-1	-3	3	-3	-2	1.550	30
123	444.543	0	0	1.565	0	0	2	-2	1.558	7	0	0	2	0	1.574	-16	-2	2	-1	3	1.578	-20	0	0	-2	4	1.558	0
124	444.562	2	5	3.002	1	1	7	-2	3.000	2	2	-1	6	1	3.002	-2	2	-1	5	2	3.002	-2	2	-1	6	1	2.996	4
125	444.581	6.5	15	3.002	3	3.5	14	1	2.994	8	2	1	14	0	2.998	-4	3	0	13	1	3.004	-10	7	-4	18	-4	3.000	-6
126	444.600	13	30	3.002	12	1	30	0	2.997	5	11	-6	31	-1	2.999	-2	12	0	28	2	3.008	-11	15	-3	32	-2	3.006	-9
127	444.619	19.5	45	3.002	20	-0.5	45	0	2.997	5	18	-7	45	0	3.002	-5	19	1	43	2	3.000	-3	20	0	46	-1	2.999	-2
128	444.638	26	60	3.002	27	-1	59	1	2.997	5	27	0	58	1	3.001	-4	27	0	57	2	3.010	-13	28	-1	61	-2	3.002	-5

**RACCORDEMENT B : DIAGRAMMES DE SUIVI FLECHES - DEVERS**



# RACCORDEMENT B : EVOLUTION DES ECARTS

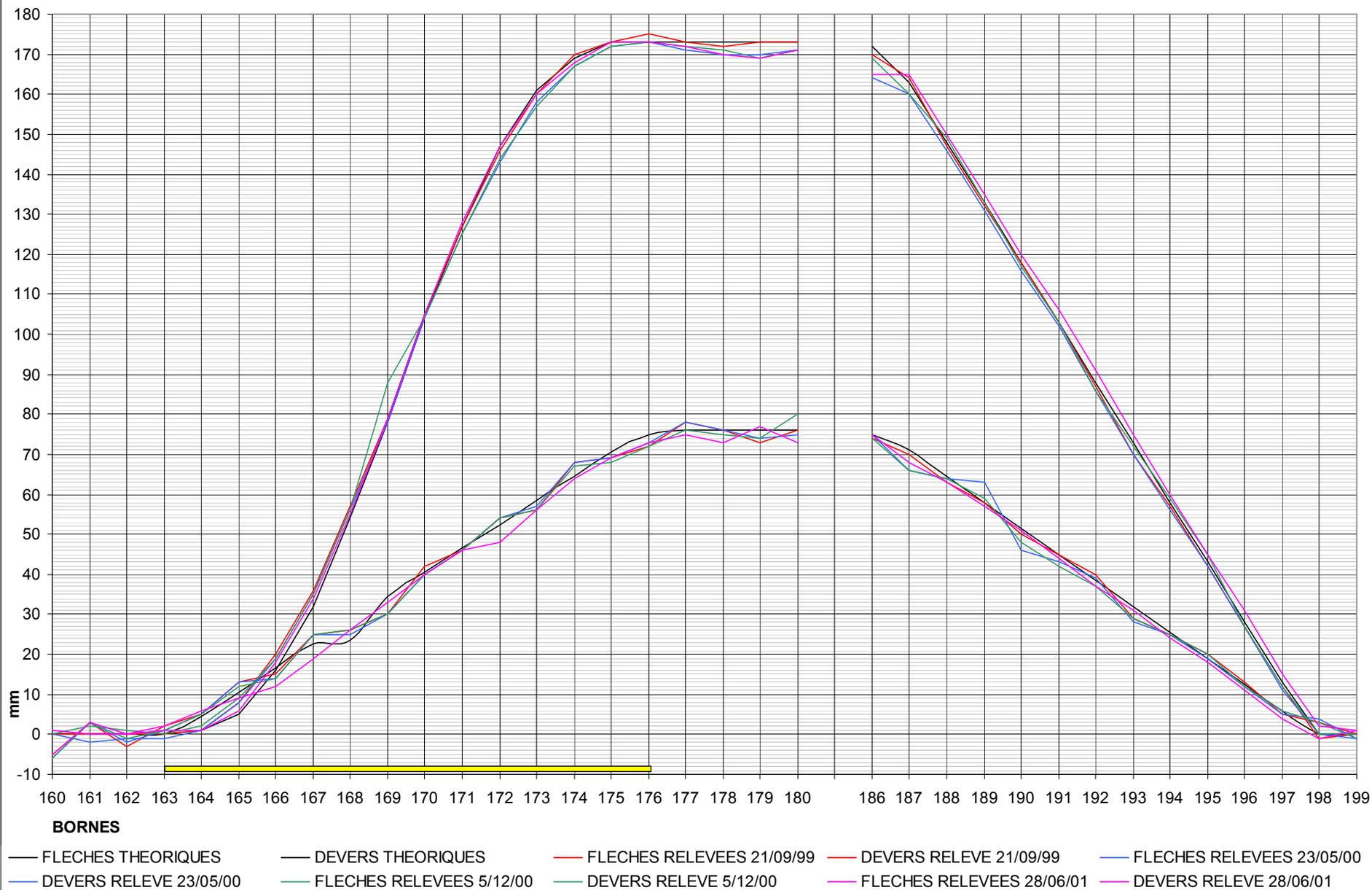


## BORNES

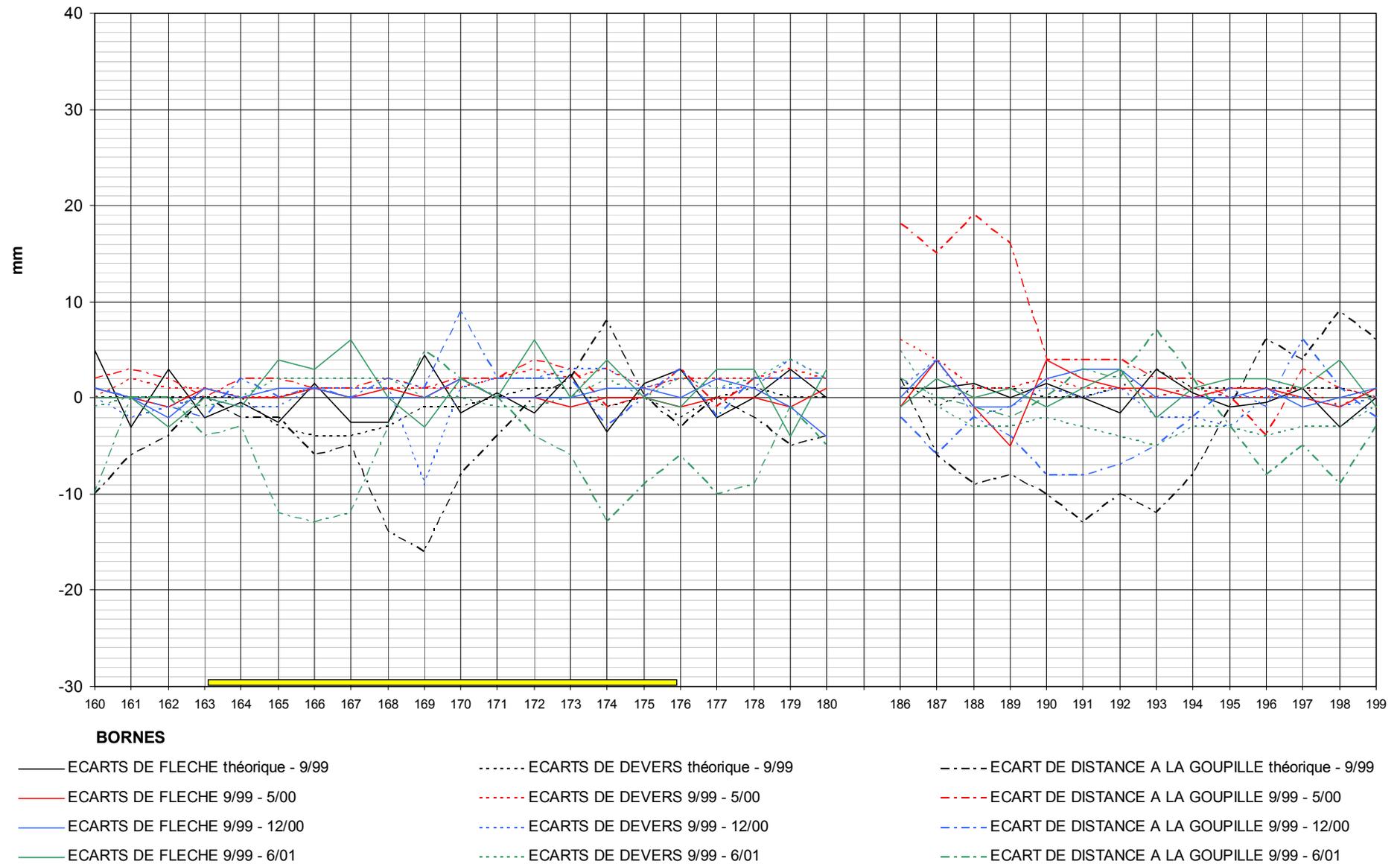
- ECARTS DE FLECHEE théorique - 9/99
- ECARTS DE FLECHEE 9/99 - 5/00
- ECARTS DE FLECHEE 9/99 - 12/00
- ECARTS DE FLECHEE 9/99 - 6/01
- ECARTS DE DEVERS théorique - 9/99
- ECARTS DE DEVERS 9/99 - 5/00
- ECARTS DE DEVERS 9/99 - 12/00
- ECARTS DE DEVERS 9/99 - 6/01
- - - - ECART DE DISTANCE A LA GOUPILLEE théorique - 9/99
- - - - ECART DE DISTANCE A LA GOUPILLEE 9/99 - 5/00
- - - - ECART DE DISTANCE A LA GOUPILLEE 9/99 - 12/00
- - - - ECART DE DISTANCE A LA GOUPILLEE 9/99 - 6/01

Dates des relevés		21 septembre 1999										24 mai 2000										5 décembre 2000										28 juin 2001																				
Température de début		17° C										34° C										14° C										19° C																				
Température de fin		17° C										36° C										14° C										15° C																				
BORNES	KM	FLECHES THEORIQUES		DISTANCE A LA GOUPILLE THEORIQUE	FLECHES RELEVES 21/09/99		Δ FLECHES 21/09/99 (théorique - relevé)		DEVERS RELEVÉ 21/09/99		Δ DEVERS 21/09/99 (théorique - relevé)		DISTANCE A LA GOUPILLE RELEVÉE 21/09/99		Δ DISTANCE 21/09/99 (théorique - relevé)		FLECHES RELEVES 23/05/00		Δ FLECHES (9/99 - 5/00)		DEVERS RELEVÉ 23/05/00		Δ DEVERS (9/99 - 5/00)		DISTANCE A LA GOUPILLE RELEVÉE 23/05/00		Δ DISTANCE 23/05/00 (9/99 - 5/00)		FLECHES RELEVES 5/12/00		Δ FLECHES (9/99 - 12/00)		DEVERS RELEVÉ 5/12/00		Δ DEVERS (9/99 - 12/00)		DISTANCE A LA GOUPILLE RELEVÉE		Δ DISTANCE (9/99 - 12/00)		FLECHES RELEVES 28/06/01		Δ FLECHES (9/99 - 6/01)		DEVERS RELEVÉ 28/06/01		Δ DEVERS (9/99 - 6/01)		DISTANCE A LA GOUPILLE RELEVÉE		Δ DISTANCE (9/99 - 6/01)	
		N°	mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm			
160	444.760	0	0	1.565	-5	5	0	0	1.575	-10	-6	1	0	1.573	2	-6	1	0	1.574	1	0	0	1.574	1	-5	0	1	-1	1.585	-10																						
161	444.770	0	0	1.565	3	-3	0	0	1.571	-6	3	0	-2	2	1.568	3	3	0	2	-2	1.571	0	3	0	0	0	0	0	1.571	0																						
162	444.780	0	0	1.565	-3	3	0	0	1.569	-4	-2	-1	-1	1	1.567	2	-1	-2	1	-1	1.570	-1	0	-3	0	0	0	1.569	0																							
163	444.790	0	0	1.565	2	-2	0	0	1.565	0	1	1	-1	1	1.565	0	1	1	0	0	1.567	-2	2	0	1	-1	1.569	-4																								
164	444.800	4.5	1	1.565	5	-0.5	1	0	1.567	-2	5	0	1	0	1.565	2	5	0	2	-1	1.565	2	6	-1	1	0	1.570	-3																								
165	444.810	10.5	5	1.565	13	-2.5	8	-3	1.567	-2	13	0	8	0	1.565	2	12	1	9	-1	1.567	0	9	4	6	2	1.579	-12																								
166	444.820	16.5	16	1.565	15	1.5	20	-4	1.571	-6	14	1	19	1	1.570	1	14	1	19	1	1.570	1	12	3	18	2	1.584	-13																								
167	444.830	22.5	32	1.565	25	-2.5	36	-4	1.570	-5	25	0	35	1	1.569	1	25	0	35	1	1.570	0	19	6	34	2	1.582	-12																								
168	444.840	23.5	54	1.565	26	-2.5	57	-3	1.579	-14	25	1	56	1	1.577	2	26	0	56	1	1.577	2	26	0	55	2	1.582	-3																								
169	444.850	34.5	78	1.565	30	4.5	79	-1	1.581	-16	30	0	78	1	1.580	1	30	0	88	-9	1.580	1	33	-3	79	0	1.576	5																								
170	444.860	40.5	104	1.565	42	-1.5	105	-1	1.573	-8	40	2	104	1	1.571	2	40	2	104	1	1.564	9	40	2	105	0	1.571	2																								
171	444.870	46.5	127	1.565	46	0.5	127	0	1.569	-4	46	0	125	2	1.567	2	46	0	125	2	1.567	2	46	0	128	-1	1.569	0																								
172	444.880	52.5	147	1.565	54	-1.5	146	1	1.565	0	54	0	143	3	1.561	4	54	0	144	2	1.563	2	48	6	147	-1	1.569	-4																								
173	444.890	58.5	161	1.565	56	2.5	160	1	1.563	2	57	-1	158	2	1.560	3	56	0	157	3	1.561	2	56	0	160	0	1.569	-6																								
174	444.900	64.5	169	1.565	68	-3.5	170	-1	1.557	8	68	0	167	3	1.558	-1	67	1	167	3	1.560	-3	64	4	168	2	1.570	-13																								
175	444.910	70.5	173	1.565	69	1.5	173	0	1.565	0	69	0	172	1	1.565	0	68	1	172	1	1.565	0	69	0	173	0	1.574	-9																								
176	444.920	75	173	1.565	72	3	175	-2	1.568	-3	73	-1	173	2	1.565	3	72	0	173	2	1.565	3	73	-1	173	2	1.574	-6																								
177	444.930	76	173	1.565	78	-2	173	0	1.565	0	78	0	171	2	1.566	-1	76	2	172	1	1.567	-2	75	3	172	1	1.575	-10																								
178	444.940	76	173	1.565	76	0	172	1	1.567	-2	76	0	170	2	1.565	2	75	1	171	1	1.565	2	73	3	170	2	1.576	-9																								
179	444.950	76	173	1.565	73	3	173	0	1.570	-5	74	-1	170	3	1.568	2	74	-1	169	4	1.568	2	77	-4	169	4	1.571	-1																								
180	444.960	76	173	1.565	76	0	173	0	1.569	-4	75	1	171	2	1.567	2	80	-4	171	2	1.567	2	73	3	171	2	1.574	-5																								
186	445.020	75	172	1.565	74	1	170	2	1.563	2	75	-1	164	6	1.545	18	74	0	169	1	1.565	-2	75	-1	165	5	1.561	2																								
187	445.030	71	163	1.565	70	1	164	-1	1.571	-6	66	4	160	4	1.556	15	66	4	160	4	1.577	-6	68	2	165	-1	1.571	0																								
188	445.040	64.5	148	1.565	63	1.5	147	1	1.574	-9	64	-1	146	1	1.555	19	64	-1	149	-2	1.576	-2	63	0	150	-3	1.575	-1																								
189	445.050	58	133	1.565	58	0	132	1	1.573	-8	63	-5	131	1	1.557	16	59	-1	133	-1	1.577	-4	57	1	135	-3	1.575	-2																								
190	445.060	51.5	118	1.565	50	1.5	118	0	1.575	-10	46	4	116	2	1.571	4	48	2	117	1	1.583	-8	51	-1	120	-2	1.575	0																								
191	445.070	45	103	1.565	45	0	103	0	1.578	-13	43	2	102	1	1.574	4	42	3	103	0	1.586	-8	44	1	106	-3	1.575	3																								
192	445.080	38.5	88	1.565	40	-1.5	87	1	1.575	-10	39	1	86	1	1.571	4	37	3	86	1	1.582	-7	37	3	91	-4	1.573	2																								
193	445.090	32	73	1.565	29	3	70	3	1.577	-12	28	1	70	0	1.575	2	29	0	72	-2	1.582	-5	31	-2	75	-5	1.570	7																								
194	445.100	25.5	58	1.565	25	0.5	57	1	1.573	-8	25	0	56	1	1.571	2	25	0	59	-2	1.575	-2	24	1	60	-3	1.571	2																								
195	445.110	19	43	1.565	20	-1	42	1	1.566	-1	19	1	42	0	1.566	0	20	0	45	-3	1.565	1	18	2	45	-3	1.569	-3																								
196	445.120	12.5	28	1.565	13	-0.5	27	1	1.559	6	12	1	27	0	1.563	-4	12	1	27	0	1.560	-1	11	2	31	-4	1.567	-8																								
197	445.130	6	13	1.565	5	1	12	1	1.561	4	5	0	11	1	1.558	3	6	-1	12	0	1.555	6	4	1	15	-3	1.566	-5																								
198	445.140	0	0	1.565	3	-3	-1	1	1.556	9	4	-1	0	-1	1.555	1	3	0	0	-1	1.555	1	-1	4	2	-3	1.565	-9																								
199	445.150	0	0	1.565	0	0	0	0	1.559	6	-1	1	-1	1	1.559	0	-1	1	0	0	1.561	-2	1	-1	1	-1	1.562	-3																								

## RACCORDEMENT C : DIAGRAMMES DE SUIVI FLECHES - DEVERS

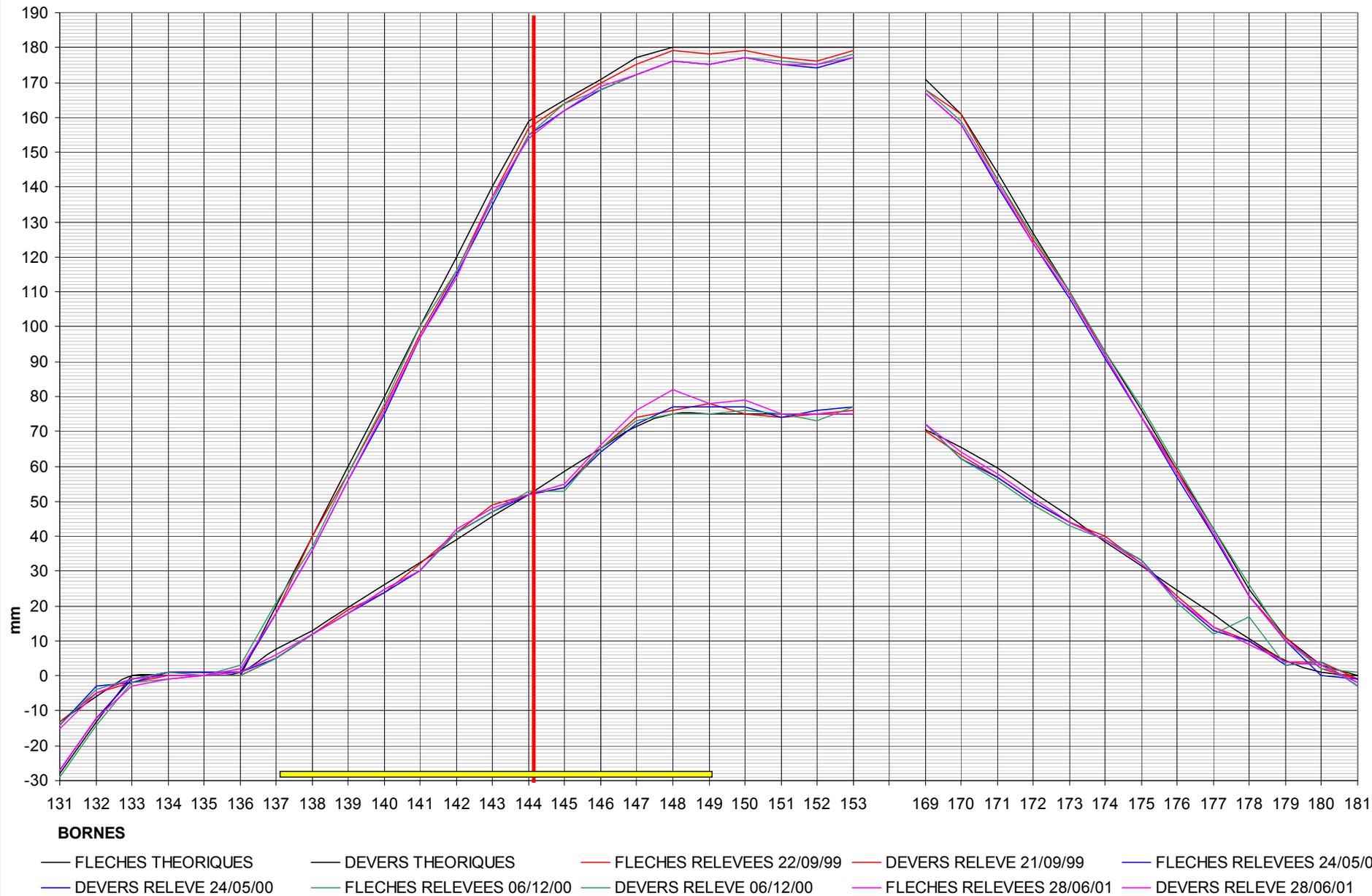


## RACCORDEMENT C : EVOLUTION DES ECARTS

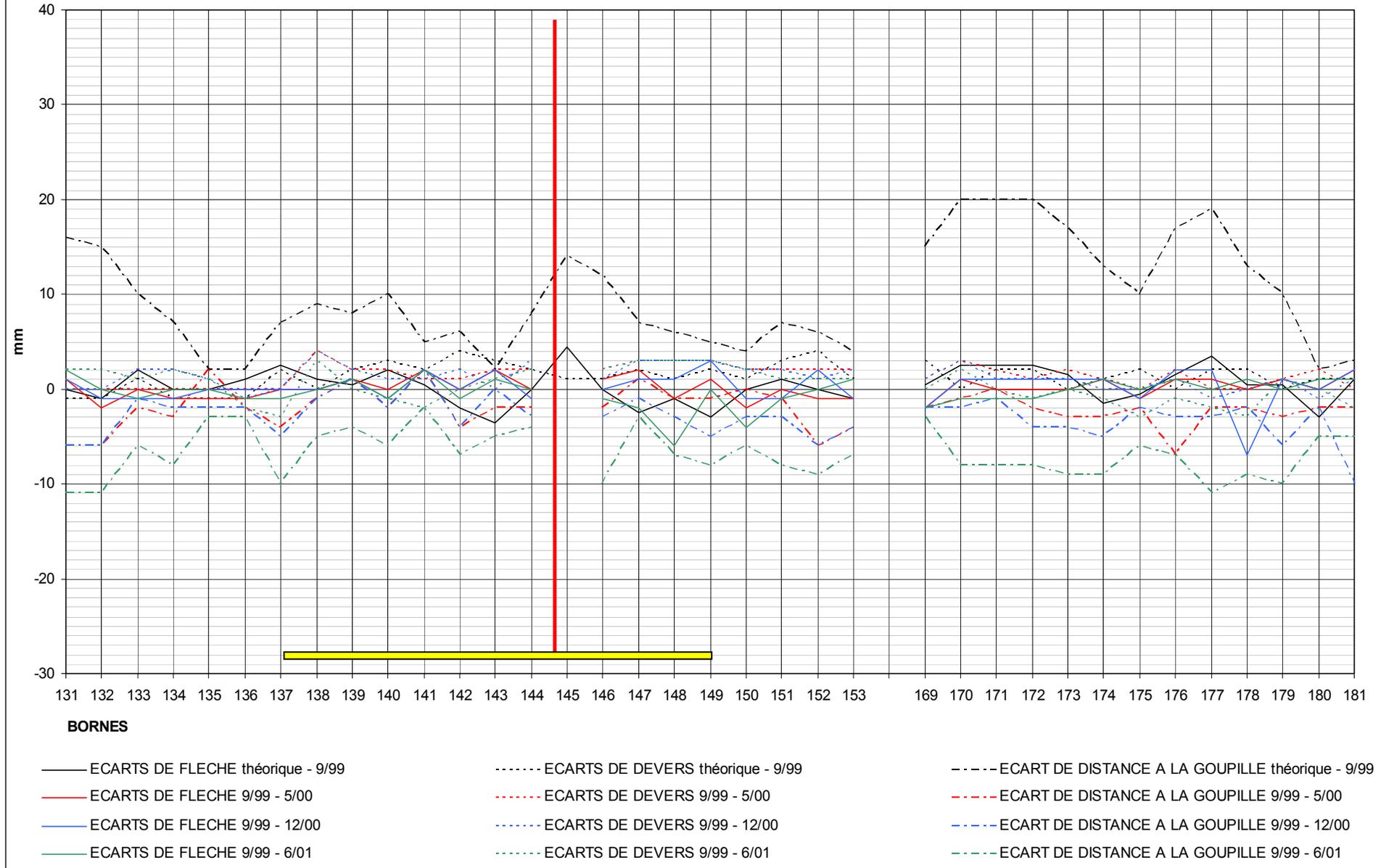


Dates des relevés		22-sept-99										24 mai 2000										6 décembre 2000										28 juin 2001									
Température de début		19° C										? ° C										8° C										19° C									
Température de fin		19° C										? ° C										9° C										?									
BORNES	KM	FLECHES THEORIQUES	DEVERS THEORIQUES	DISTANCE A LA GOUPILLE THEORIQUE	FLECHES RELEVÉES 22/09/99	Δ FLECHES (théorique - relevé)	DEVERS RELEVÉ 22/09/99	Δ DEVERS (théorique - relevé)	DISTANCE A LA GOUPILLE RELEVÉE 22/09/99	Δ DISTANCE (théorique - relevé)	FLECHES RELEVÉES 24/05/00	Δ FLECHES (9/99 - 5/00)	DEVERS RELEVÉ 24/05/00	Δ DEVERS (9/99 - 5/00)	DISTANCE A LA GOUPILLE RELEVÉE 24/05/00	Δ DISTANCE 23/05/00 (9/99 - 5/00)	FLECHES RELEVÉES 06/12/00	Δ FLECHES (9/99 - 12/00)	DEVERS RELEVÉ 06/12/00	Δ DEVERS (9/99 - 12/00)	DISTANCE A LA GOUPILLE RELEVÉE 06/12/01	Δ DISTANCE (9/99 - 12/00)	FLECHES RELEVÉES 28/06/01	Δ FLECHES (9/99 - 06/01)	DEVERS RELEVÉ 28/06/01	Δ DEVERS (9/99 - 06/01)	DISTANCE A LA GOUPILLE RELEVÉE 28/06/01	Δ DISTANCE (9/99 - 06/01)													
131	452.287	-13	-28	3.002	-13	0	-27	-1	2.986	16	-14	1	-27	0	2.992	-6	-14	1	-27	0	2.992	-6	-15	2	-29	2	2.997	-11													
132	452.297	-6	-13	3.002	-5	-1	-12	-1	2.987	15	-3	-2	-12	0	2.993	-6	-4	-1	-12	0	2.993	-6	-5	0	-14	2	2.998	-11													
133	452.307	0	0	3.002	-2	2	-1	1	2.992	10	-2	0	-1	0	2.994	-2	-1	-1	-3	2	2.993	-1	-1	-1	-2	1	2.998	-6													
134	452.317	0	0	3.002	0	0	1	-1	2.995	7	1	-1	1	0	2.998	-3	1	-1	-1	2	2.997	-2	0	0	-1	2	3.003	-8													
135	452.327	0	0	3.002	0	0	1	-1	3.000	2	1	-1	1	0	2.998	2	0	0	0	1	3.002	-2	0	0	0	1	3.003	-3													
136	452.337	1	0	3.002	0	1	1	-1	3.000	2	1	-1	1	0	3.002	-2	0	0	2	-1	3.002	-2	1	-1	3	-2	3.003	-3													
137	452.347	7.5	20	3.002	5	3	18	2	2.995	7	5	0	18	0	2.999	-4	5	0	18	0	3.000	-5	6	-1	21	-3	3.005	-10													
138	452.357	13	40	3.002	12	1	40	0	2.993	9	12	0	36	4	2.994	-1	12	0	36	4	2.994	-1	12	0	37	3	2.998	-5													
139	452.367	20	60	3.002	19	1	58	2	2.994	8	18	1	56	2	2.993	1	18	1	56	2	2.993	1	18	1	58	0	2.998	-4													
140	452.377	26	80	3.002	24	2	77	3	2.992	10	24	0	75	2	2.994	-2	25	-1	76	1	2.994	-2	25	-1	78	-1	2.998	-6													
141	452.387	33	100	3.002	32	1	98	2	2.997	5	30	2	97	1	2.995	2	30	2	97	1	2.995	2	30	2	100	-2	2.999	-2													
142	452.397	39	120	3.002	41	-2	116	4	2.996	6	41	0	115	1	3.000	-4	41	0	114	2	3.000	-4	42	-1	116	0	3.003	-7													
143	452.407	46	140	3.002	49	-4	137	3	3.000	2	47	2	135	2	3.002	-2	47	2	137	0	3.000	0	48	1	136	1	3.005	-5													
144	452.417	52	159	3.002	52	0	157	2	2.994	8	52	0	155	2	2.996	-2	53	-1	154	3	2.997	-3	52	0	155	2	2.998	-4													
145	452.427	59	165	3.002	54	5	164	1	2.988	14	54	1	162	2	2.990	53	53	1	162	2	2.990	55	55	1	164	2	2.998	-10													
146	452.437	65	171	3.002	65	0	170	1	2.990	12	64	1	168	2	2.992	-2	65	0	169	1	2.993	-3	66	-1	168	2	3.000	-10													
147	452.447	72	177	3.002	74	-3	175	2	2.995	7	72	2	172	3	2.994	1	73	1	172	3	2.996	-1	76	-2	172	3	2.998	-3													
148	452.457	75	180	3.002	76	-1	179	1	2.996	6	77	-1	176	3	2.997	-1	75	1	176	3	2.999	-3	82	-6	176	3	3.003	-7													
149	452.467	75	180	3.002	78	-3	178	2	2.997	5	77	1	175	3	2.998	-1	75	3	175	3	3.002	-5	78	0	175	3	3.005	-8													
150	452.477	75	180	3.002	75	0	179	1	2.998	4	77	-2	177	2	2.998	0	76	-1	177	2	3.001	-3	79	-4	177	2	3.004	-6													
151	452.487	75	180	3.002	74	1	177	3	2.995	7	74	0	175	2	2.996	-1	75	-1	175	2	2.998	-3	75	-1	176	1	3.003	-8													
152	452.497	75	180	3.002	75	0	176	4	2.996	6	76	-1	174	2	3.002	-6	73	2	175	1	3.002	-6	75	0	175	1	3.005	-9													
153	452.507	75	180	3.002	76	-1	179	1	2.998	4	77	-1	177	2	3.002	-4	77	-1	177	2	3.002	-4	75	1	178	1	3.005	-7													
169	452.667	71	171	3.002	70	1	168	3	2.987	15	72	-2	167	1	2.989	-2	72	-2	167	1	2.989	-2	72	-2	168	0	2.990	-3													
170	452.677	66	161	3.002	63	3	161	0	2.982	20	62	1	158	3	2.983	-1	62	1	158	3	2.984	-2	64	-1	159	2	2.990	-8													
171	452.687	60	144	3.002	57	3	142	2	2.982	20	57	0	140	2	2.982	0	56	1	141	1	2.983	-1	58	-1	142	0	2.990	-8													
172	452.697	53	127	3.002	50	3	125	2	2.982	20	50	0	124	1	2.984	-2	49	1	124	1	2.986	-4	51	-1	126	-1	2.990	-8													
173	452.707	46	110	3.002	44	2	110	0	2.985	17	44	0	108	2	2.988	-3	43	1	109	1	2.989	-4	44	0	110	0	2.994	-9													
174	452.717	39	93	3.002	40	-2	92	1	2.989	13	39	1	91	1	2.992	-3	39	1	92	0	2.994	-5	39	1	93	-1	2.998	-9													
175	452.727	32	76	3.002	32	-1	74	2	2.992	10	33	-1	74	0	2.994	-2	33	-1	74	0	2.994	-2	32	0	77	-3	2.998	-6													
176	452.737	25	59	3.002	23	2	59	0	2.985	17	22	1	57	2	2.992	-7	21	2	58	1	2.988	-3	22	1	60	-1	2.992	-7													
177	452.747	18	42	3.002	14	4	40	2	2.983	19	13	1	40	0	2.985	-2	12	2	41	-1	2.986	-3	14	0	42	-2	2.994	-11													
178	452.757	11	25	3.002	10	1	23	2	2.989	13	10	0	23	0	2.991	-2	17	-7	23	0	2.991	-2	9	1	26	-3	2.998	-9													
179	452.767	4.5	11	3.002	4	1	11	0	2.992	10	3	1	10	1	2.995	-3	3	1	10	1	2.998	-6	4	0	10	1	3.002	-10													
180	452.777	1	3	3.002	4	-3	2	1	3.000	2	4	0	0	2	3.002	-2	4	0	3	-1	3.002	-2	3	1	2	0	3.005	-5													
181	452.787	0	0	3.002	-1	1	-1	1	2.999	3	-3	2	-1	0	3.001	-2	-3	2	-2	1	3.009	-10	-2	1	1	-2	3.004	-5													

# RACCORDEMENT D : DIAGRAMMES DE SUIVI FLECHES - DEVERS



## RACCORDEMENT D : EVOLUTION DES ECARTS



## SUIVI DES POINTS DE RUPTURE DE VARIATION DE DÉVERS

### Raccordement A

Point P rupture de pente entre 0,9 mm/m et 2,6 mm/m

BORNES	ABSCISSES (m)	21/09/1999	23/05/2000		05/12/2000		26/06/2001	
		17° C	20° C		3° C		21° C	
		17° C	23° C		5° C		42° C	
		FLECHES (mm)	FLECHES 23/05/2000	Δ FLECHES (9/99 - 5/00)	FLECHES 05/12/2000	Δ FLECHES (9/99 - 12/00)	FLECHES 26/06/2001	Δ FLECHES (9/99 - 06/01)
79	0.00	27	26	1	27	0	26	1
	2.50	25	25	0	24	1	26	-1
	5.00	23	23	0	23	0	24	-1
	7.50	22	22	0	22	0	24	-2
80	10.00	22	21	1	22	0	22	0
	12.50	22	22	0	22	0	23	-1
	15.00	21	21	0	21.5	-0.5	21	0
81	17.50	20	20	0	20	0	21	-1
	20.00	20	20	0	19	1	21	-1

## Raccordement B

Point P rupture de pente entre 0,7 mm/m et 2,5 mm/m

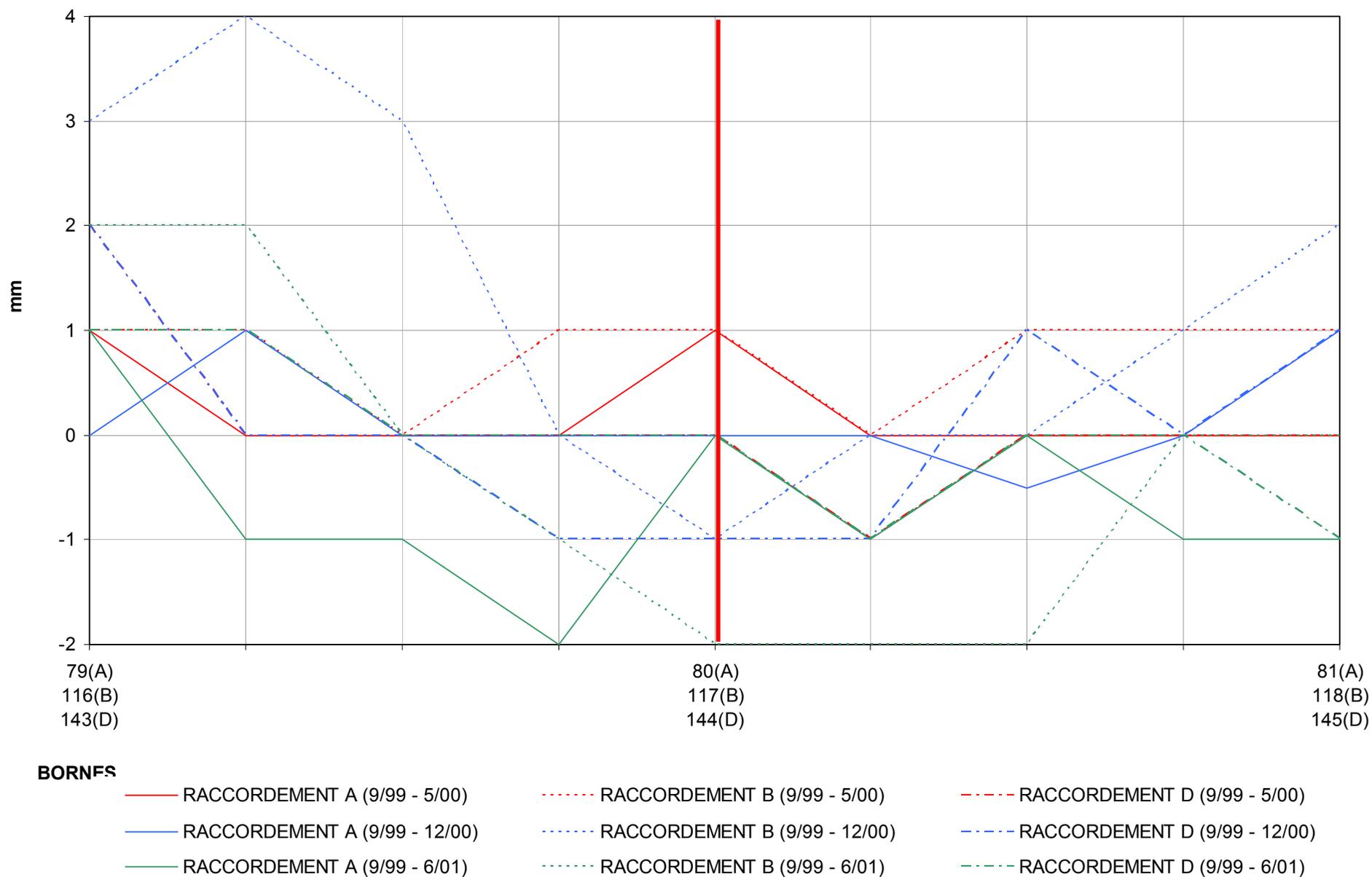
BORNES	ABSCISSES (m)	21/09/1999	23/05/2000		05/12/2000		27/06/2001	
		17 °C	24 °C		8 °C		23 °C	
		17 °C	26 °C		10 °C		37 °C	
		FLECHES (mm)	FLECHES 23/05/2000	Δ FLECHES (9/99 - 5/00)	FLECHES 05/12/2000	Δ FLECHES (9/99 - 12/00)	FLECHES 27/06/2001	Δ FLECHES (9/99 - 06/01)
116	0.00	40	39	1	37	3	38	2
	2.50	38	37	1	34	4	36	2
	5.00	36	36	0	33	3	36	0
	7.50	32	31	1	32	0	33	-1
117	10.00	31	30	1	32	-1	33	-2
	12.50	31	31	0	31	0	33	-2
	15.00	29	28	1	29	0	31	-2
	17.50	29	28	1	28	1	29	0
118	20.00	28	27	1	26	2	28	0

## Raccordement D

Point P rupture de rampe entre 2 mm/m et 0,6 mm/m

BORNES	ABSCISSES (m)	22/09/1999	24/05/2000		06/12/2000		28/06/2001	
		19 °C	?		8° C		19° C	
		19 °C	?		9° C		?	
		FLECHES (mm)	FLECHES 23/05/2000	Δ FLECHES (9/99 - 5/00)	FLECHES 06/12/2000	Δ FLECHES (9/99 - 12/00)	FLECHES 28/06/2001	Δ FLECHES (9/99 - 06/01)
143	0.00	49	47	2	47	2	48	1
	2.50	49	49	0	49	0	48	1
	5.00	50	50	0	50	0	50	0
	7.50	50	50	0	51	-1	50	0
144	10.00	52	52	0	53	-1	52	0
	12.50	52	53	-1	53	-1	53	-1
	15.00	53	53	0	52	1	53	0
	17.50	54	54	0	54	0	54	0
145	20.00	54	54	0	53	1	55	-1

## CASSURE : SUIVI DE L'EVOLUTION DES RACCORDEMENTS A, B, D



## SUIVI DE L'USURE DU RAIL

Aucune évolution sensible significative n'est décelée. Les usures négatives proviennent des imprécisions de l'outil de mesure utilisé et du changement d'opérateur entre les campagnes.

La campagne de meulage de juin 2001 transparaît dans les relevés par une diminution de la hauteur du rail voisine du millimètre. Elle fait suite au commencement d'usure ondulatoire détectée en 2000 s'étant amplifié en 2001 jusqu'à nécessiter cette intervention.

Bien qu'il soit difficile d'attribuer l'apparition de ce phénomène à un facteur particulier, on peut penser que l'augmentation de vitesse est en grande partie responsable. En effet, l'usure ondulatoire se répartit sur une zone largement supérieure aux zones test, et le raccordement D n'est pas touché.



Pieds à coulisse à bec utilisé pour la mesure de la largeur du champignon ainsi que de la hauteur du rail. Le dixième de millimètre est apprécié. Un appareil à ultrason, le « Sofranel » permet également la mesure de la hauteur du rail. La fiabilité de la mesure dépendant plus de l'étalonnage du matériel.

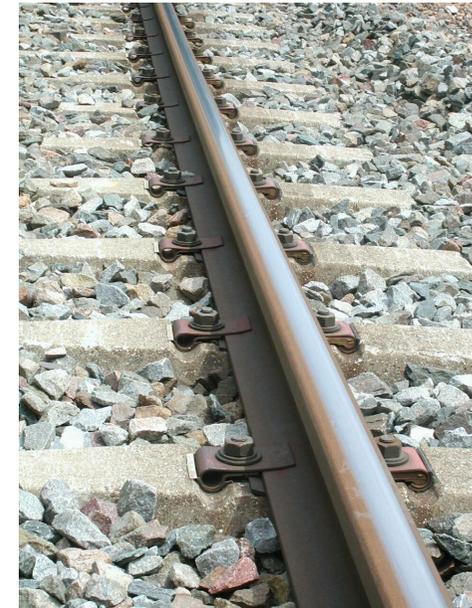
## **RELEVÉS DES MESURES**

Ceux-ci sont repris dans les tableaux pages suivantes.

Le rail est de type U 50 posé neuf en 1983.

### **Vue du positionnement de la « roule » dans la courbe de dévers 180 mm (insuffisance de 162 mm)**

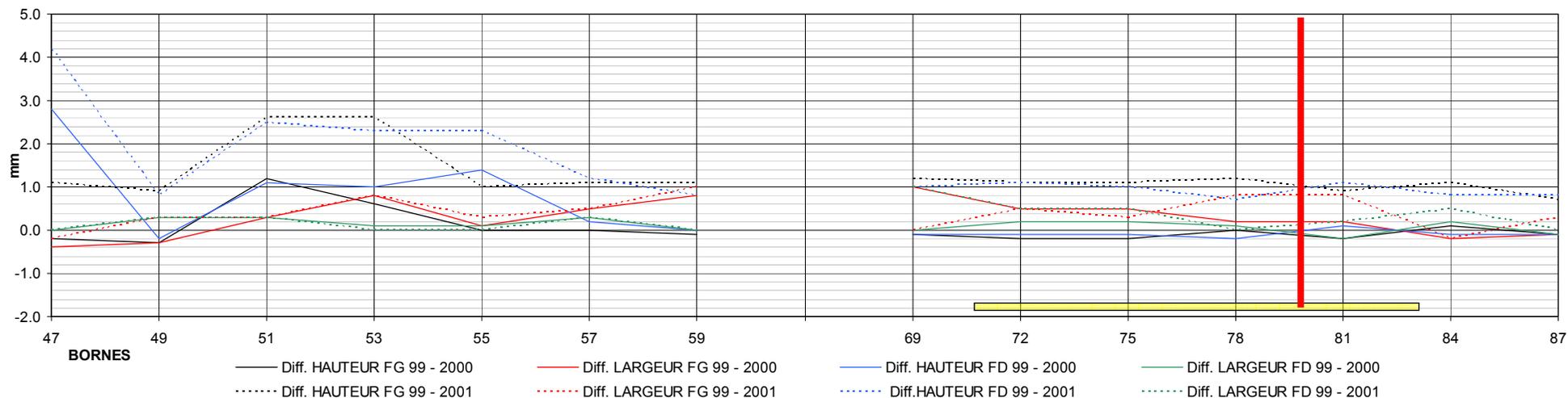
---



RACCORDEMENT A (km 443,860 - 443,985)

BORNES	KM	21 septembre 1999					OBSERVATIONS	20 octobre 2000					OBSERVATIONS	4 décembre 2001					OBSERVATIONS					
		FILE GAUCHE		FILE DROITE		FILE GAUCHE (haute)		FILE DROITE (basse)			FILE GAUCHE (haute)			FILE DROITE (basse)										
		HAUTEUR RAIL	LARGEUR RAIL	HAUTEUR RAIL	LARGEUR RAIL	HAUTEUR RAIL		Diff. HAUTEUR FG 99 - 2000	LARGEUR RAIL	Diff. LARGEUR FG 99 - 2000	HAUTEUR RAIL	Diff. HAUTEUR FD 99 - 2000		LARGEUR RAIL	Diff. LARGEUR FD 99 - 2000	HAUTEUR RAIL	Diff. HAUTEUR FG 99 - 2001	LARGEUR RAIL		Diff. LARGEUR FG 99 - 2001	HAUTEUR RAIL	Diff. HAUTEUR FD 99 - 2001	LARGEUR RAIL	Diff. LARGEUR FD 99 - 2001
N°	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm			
47	443.630	151.7	65.0	154.7	65.5		151.9	-0.2	65.4	-0.4	151.9	2.8	65.5	0.0		150.6	1.1	65.2	-0.2	150.5	4.2	65.5	0.0	
49	443.650	151.5	65.5	151.3	65.5		151.8	-0.3	65.8	-0.3	151.5	-0.2	65.2	0.3		150.6	0.9	65.2	0.3	150.5	0.6	65.2	0.3	
51	443.670	152.6	65.5	152.9	65.5		151.4	1.2	65.2	0.3	151.8	1.1	65.2	0.3		150.0	2.6	65.2	0.3	150.4	2.5	65.2	0.3	
53	443.690	152.6	66.0	152.6	65.5		152.0	0.6	65.2	0.8	151.6	1.0	65.4	0.1		150.0	2.6	65.2	0.8	150.3	2.3	65.5	0.0	
55	443.710	151.6	65.5	152.7	65.5		151.6	0.0	65.4	0.1	151.3	1.4	65.4	0.1		150.6	1.0	65.2	0.3	150.4	2.3	65.5	0.0	
57	443.730	151.6	65.5	151.2	65.5		151.6	0.0	65.0	0.5	151.0	0.2	65.2	0.3		150.5	1.1	65.0	0.5	150.0	1.2	65.2	0.3	
59	443.750	151.7	65.0	151.0	65.5		151.8	-0.1	64.2	0.8	151.0	0.0	65.5	0.0		150.6	1.1	64.0	1.0	150.2	0.8	65.5	0.0	
69	443.850	151.6	64.0	151.1	66.0		151.7	-0.1	63.0	1.0	151.2	-0.1	66.0	0.0		150.4	1.2	64.0	0.0	150.1	1.0	65.0	1.0	
72	443.880	151.5	64.5	150.9	66.0		151.7	-0.2	64.0	0.5	151.0	-0.1	65.8	0.2		150.4	1.1	64.0	0.5	149.8	1.1	65.5	0.5	
75	443.910	151.6	65.5	151.0	66.0		151.8	-0.2	65.0	0.5	151.1	-0.1	65.8	0.2		150.5	1.1	65.2	0.3	150.0	1.0	65.5	0.5	
78	443.940	151.6	66.0	151.2	65.5		151.6	0.0	65.8	0.2	151.4	-0.2	65.4	0.1		150.4	1.2	65.2	0.8	150.5	0.7	65.5	0.0	
81	443.970	151.8	66.0	151.6	65.5		152.0	-0.2	65.8	0.2	151.5	0.1	65.7	-0.2		150.9	0.9	65.2	0.8	150.5	1.1	65.3	0.2	
84	444.000	151.8	65.0	152.1	66.0		151.7	0.1	65.2	-0.2	152.2	-0.1	65.8	0.2		150.7	1.1	65.2	-0.2	151.3	0.8	65.5	0.5	
87	444.030	151.8	65.5	152.1	65.5		151.9	-0.1	65.6	-0.1	152.2	-0.1	65.6	-0.1		151.1	0.7	65.2	0.3	151.3	0.8	65.5	0.0	

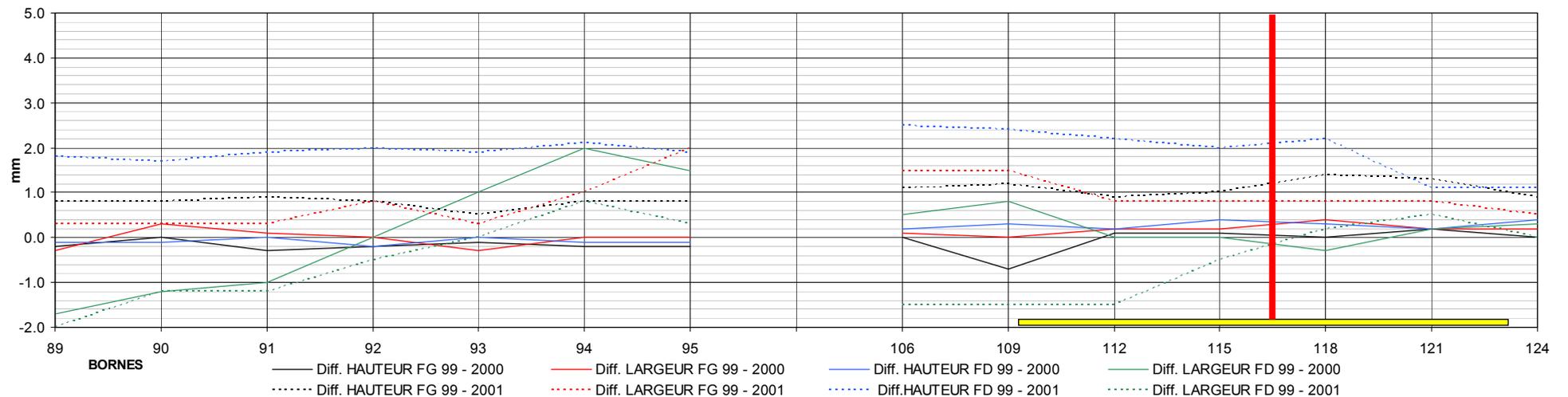
RACCORDEMENT A : VARIATION DE L'USURE USURE DU RAIL



RACCORDEMENT B (km 444,255 - 444,375)

		21 septembre 1999							20 octobre 2000										4 décembre 2001							
		FILE GAUCHE		FILE DROITE					FILE GAUCHE (basse)				FILE DROITE (haute)						FILE GAUCHE (basse)				FILE DROITE (haute)			
BORNES	KM	HAUTEUR RAIL	LARGEUR RAIL	HAUTEUR RAIL	LARGEUR RAIL	OBSERVATIONS	HAUTEUR RAIL	Diff. HAUTEUR FG 99 - 2000	LARGEUR RAIL	Diff. LARGEUR FG 99 - 2000	HAUTEUR RAIL	Diff. HAUTEUR FD 99 - 2000	LARGEUR RAIL	Diff. LARGEUR FD 99 - 2000	OBSERVATIONS	HAUTEUR RAIL	Diff. HAUTEUR FG 99 - 2001	LARGEUR RAIL	Diff. LARGEUR FG 99 - 2001	HAUTEUR RAIL	Diff. HAUTEUR FD 99 - 2001	LARGEUR RAIL	Diff. LARGEUR FD 99 - 2001	OBSERVATIONS		
																									mm	mm
89	444.050	151.7	65.5	152.3	65.5		151.9	-0.2	65.8	-0.3	152.4	-0.1	65.2	-1.7		150.9	0.8	65.2	0.3	150.5	1.8	65.5	-2.0			
90	444.060	151.6	65.5	152.2	65.5		151.6	0.0	65.2	0.3	152.3	-0.1	65.2	-1.2		150.8	0.8	65.2	0.3	150.5	1.7	65.2	-1.2			
91	444.070	151.2	65.5	152.3	65		151.5	-0.3	65.4	0.1	152.3	0.0	65.0	-1.0		150.3	0.9	65.2	0.3	150.4	1.9	65.2	-1.2			
92	444.080	151.3	66.0	152.3	65		151.5	-0.2	66.0	0.0	152.5	-0.2	65.0	0.0		150.5	0.8	65.2	0.8	150.3	2.0	65.5	-0.5			
93	444.090	151.6	65.5	152.3	64.5		151.7	-0.1	65.8	-0.3	152.3	0.0	64.5	1.0		151.1	0.5	65.2	0.3	150.4	1.9	65.5	0.0			
94	444.100	151.4	66.0	152.1	64		151.6	-0.2	66.0	0.0	152.2	-0.1	64.0	2.0		150.6	0.8	65.0	1.0	150.0	2.1	65.2	0.8			
95	444.110	151.3	66.0	152.1	64		151.5	-0.2	66.0	0.0	152.2	-0.1	64.0	1.5		150.5	0.8	64.0	2.0	150.2	1.9	65.2	0.3			
106	444.220	151.1	65.5	152.6	63.5		151.1	0.0	65.4	0.1	152.4	0.2	63.0	0.5		150.0	1.1	64.0	1.5	150.1	2.5	65.0	-1.5			
109	444.250	151.2	65.5	152.2	64.0		151.9	-0.7	65.5	0.0	151.9	0.3	63.2	0.8		150.0	1.2	64.0	1.5	149.8	2.4	65.5	-1.5			
112	444.280	151.1	66.0	152.2	64.0		151.0	0.1	65.8	0.2	152.0	0.2	64.0	0.0		150.2	0.9	65.2	0.8	150.0	2.2	65.5	-1.5			
115	444.310	151.8	66.0	152.5	65.0		151.7	0.1	65.8	0.2	152.1	0.4	65.0	0.0		150.8	1.0	65.2	0.8	150.5	2.0	65.5	-0.5			
118	444.340	152.1	66.0	152.7	65.5		152.1	0.0	65.6	0.4	152.4	0.3	65.8	-0.3		150.7	1.4	65.2	0.8	150.5	2.2	65.3	0.2			
121	444.370	152.1	66.0	152.4	66.0		151.9	0.2	65.8	0.2	152.2	0.2	65.8	0.2		150.8	1.3	65.2	0.8	151.3	1.1	65.5	0.5			
124	444.400	152.6	66.0	152.4	65.5		152.6	0.0	65.8	0.2	152.0	0.4	65.2	0.3		151.7	0.9	65.5	0.5	151.3	1.1	65.5	0.0			

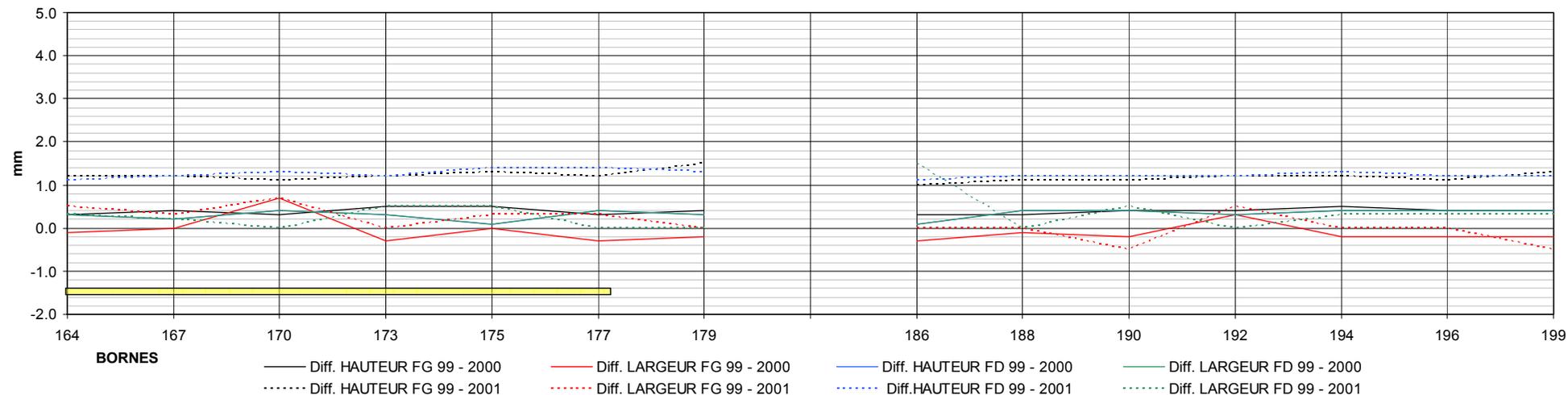
RACCORDEMENT B : VARIATION DE L'USURE USURE DU RAIL



RACCORDEMENT C (km 444,780 - 444,910)

		21 septembre 1999					20 octobre 2000								4 décembre 2001									
BORNES	KM	FILE GAUCHE		FILE DROITE		OBSERVATIONS	FILE GAUCHE (basse)				FILE DROITE (haute)				OBSERVATIONS	FILE GAUCHE (basse)				FILE DROITE (haute)				OBSERVATIONS
		HAUTEUR RAIL	LARGEUR RAIL	HAUTEUR RAIL	LARGEUR RAIL		HAUTEUR RAIL	Diff. HAUTEUR FG 99 - 2000	LARGEUR RAIL	Diff. LARGEUR FG 99 - 2000	HAUTEUR RAIL	Diff. HAUTEUR FD 99 - 2000	LARGEUR RAIL	Diff. LARGEUR FD 99 - 2000		HAUTEUR RAIL	Diff. HAUTEUR FG 99 - 2001	LARGEUR RAIL	Diff. LARGEUR FG 99 - 2001	HAUTEUR RAIL	Diff. HAUTEUR FD 99 - 2001	LARGEUR RAIL	Diff. LARGEUR FD 99 - 2001	
N°	km	mm	mm	mm	mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		
164	444.800	152.2	65.7	152.9	65.5		151.9	0.3	65.8	-0.1	152.6	0.3	65.6	-0.1		151.0	1.2	65.2	0.5	151.8	1.1	65.2	0.3	
167	444.830	152.4	65.8	152.5	65.2		152.0	0.4	65.8	0.0	152.3	0.2	65.2	0.0		151.2	1.2	65.5	0.3	151.3	1.2	65.0	0.2	
170	444.860	152.5	65.5	152.4	65.0		152.2	0.3	64.8	0.7	152.0	0.4	65.0	0.0		151.4	1.1	64.8	0.7	151.1	1.3	65.0	0.0	
173	444.890	152.1	65.0	152.6	64.0		151.6	0.5	65.3	-0.3	152.3	0.3	64.0	0.0		150.9	1.2	65.0	0.0	151.4	1.2	63.5	0.5	
175	444.910	152.0	65.5	152.7	63.5		151.5	0.5	65.5	0.0	152.6	0.1	63.5	0.0		150.7	1.3	65.2	0.3	151.3	1.4	63.0	0.5	
177	777.930	151.5	65.5	152.6	63.0		151.2	0.3	65.8	-0.3	152.2	0.4	63.2	-0.2		150.3	1.2	65.2	0.3	151.2	1.4	63.0	0.0	
179	444.950	152.0	65.0	151.2	62.0		151.6	0.4	65.2	-0.2	150.9	0.3	62.0	0.0		150.5	1.5	65.0	0.0	149.9	1.3	62.0	0.0	
186	443.850	151.3	65.5	150.9	62.5		151.0	0.3	65.8	-0.3	150.8	0.1	66.0	-1.5		150.3	1.0	65.5	0.0	149.8	1.1	63.0	1.5	
188	443.880	151.6	65.5	152.2	64.5		151.3	0.3	65.6	-0.1	151.8	0.4	64.6	-0.1		150.5	1.1	65.5	0.0	151.0	1.2	64.5	0.0	
190	443.910	152.2	65.0	152.8	64.5		151.8	0.4	65.2	-0.2	152.4	0.4	65.0	0.0		151.1	1.1	65.5	-0.5	151.6	1.2	64.5	0.5	
192	443.940	152.4	65.5	152.8	65.0		152.0	0.4	65.2	0.3	152.5	0.3	65.0	0.0		151.2	1.2	65.0	0.5	151.6	1.2	65.0	0.0	
194	443.970	152.5	65.0	152.7	65.5		152.0	0.5	65.2	-0.2	152.3	0.4	65.2	0.3		151.3	1.2	65.0	0.0	151.4	1.3	65.2	0.3	
196	444.000	152.7	65.0	152.7	65.5		152.3	0.4	65.2	-0.2	152.3	0.4	65.5	0.0		151.6	1.1	65.0	0.0	151.5	1.2	65.2	0.3	
199	444.030	152.4	65.0	152.7	65.5		152.0	0.4	65.2	-0.2	152.3	0.4	65.5	0.0		151.1	1.3	65.5	-0.5	151.5	1.2	65.2	0.3	

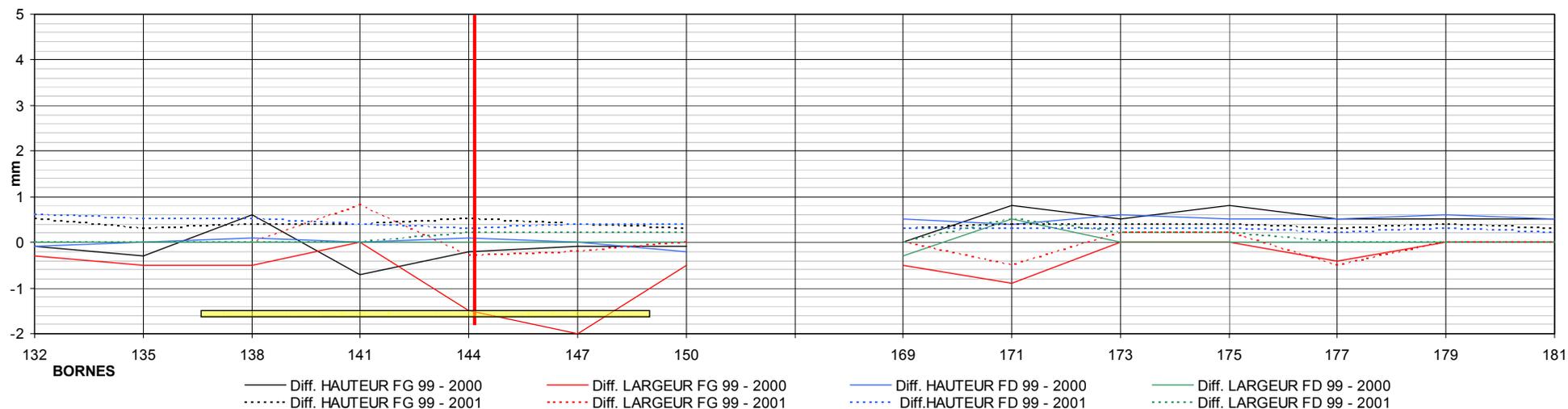
RACCORDEMENT C : VARIATION DE L'USURE DU RAIL



RACCORDEMENT D (km 452,330 - 452,445)

BORNES	KM	21 septembre 1999					20 octobre 2000					4 décembre 2001										
		FILE GAUCHE		FILE DROITE		OBSERVATIONS	FILE GAUCHE (haute)		FILE DROITE (basse)		OBSERVATIONS	FILE GAUCHE (haute)		FILE DROITE (basse)		OBSERVATIONS						
		HAUTEUR RAIL	LARGEUR RAIL	HAUTEUR RAIL	LARGEUR RAIL		HAUTEUR RAIL	Diff. HAUTEUR FG 99 - 2000	LARGEUR RAIL	Diff. LARGEUR FG 99 - 2000		HAUTEUR RAIL	Diff. HAUTEUR FD 99 - 2000	LARGEUR RAIL	Diff. LARGEUR FD 99 - 2000		HAUTEUR RAIL	Diff. HAUTEUR FG 99 - 2001	LARGEUR RAIL	Diff. LARGEUR FG 99 - 2001		
N°	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm					
132	452.297	151.9	65.5	151.6	65.5		152	-0.1	65.8	-0.3	151.7	-0.1	65.5	0	151.4	0.5	65.5	0	151	0.6	65.5	0
135	452.327	151.7	65.5	151.5	65.5		152	-0.3	66	-0.5	151.5	0	65.5	0	151.4	0.3	65.5	0	151	0.5	65.5	0
138	452.357	151.8	65.5	151.5	66		151.2	0.6	66	-0.5	151.4	0.1	66	0	151.4	0.4	65.5	0	151	0.5	66	0
141	452.387	151.3	66	151.3	66		152	-0.7	66	0	151.3	0	66	0	150.9	0.4	65.2	0.8	150.9	0.4	66	0
144	452.417	151.6	64.5	151.1	66		151.8	-0.2	66	-1.5	151	0.1	66	0	151.1	0.5	64.8	-0.3	150.8	0.3	65.8	0.2
147	452.447	151.5	64	150.8	66		151.6	-0.1	66	-2	150.8	0	66	0	151.1	0.4	64.2	-0.2	150.4	0.4	65.8	0.2
150	452.477	151.7	64	150.8	66		151.8	-0.1	64.5	-0.5	151	-0.2	66	0	151.4	0.3	64	0	150.4	0.4	65.8	0.2
169	452.667	151.2	65	150.5	65.5		151.2	0	65.5	-0.5	150	0.5	65.8	-0.3	150.9	0.3	65	0	150.2	0.3	65.5	0
171	452.687	151.5	65	151.1	66		150.7	0.8	65.9	-0.9	150.7	0.4	65.5	0.5	151.1	0.4	65.5	-0.5	150.8	0.3	65.5	0.5
173	452.707	151.4	66	151.2	66		150.9	0.5	66	0	150.6	0.6	66	0	151	0.4	65.8	0.2	150.9	0.3	65.8	0.2
175	452.727	151.8	66	151.3	66		151	0.8	66	0	150.8	0.5	66	0	151.4	0.4	65.8	0.2	151	0.3	65.8	0.2
177	452.747	151.6	65.5	151.4	66	Meulé	151.1	0.5	65.9	-0.4	150.9	0.5	66	0	151.3	0.3	66	-0.5	151.2	0.2	66	0
179	452.767	151.6	66	151.7	66	Meulé	151.1	0.5	66	0	151.1	0.6	66	0	151.2	0.4	66	0	151.4	0.3	66	0
181	452.787	151.6	66	151.5	66	Meulé	151.1	0.5	66	0	151	0.5	66	0	151.3	0.3	66	0	151.3	0.2	66	0

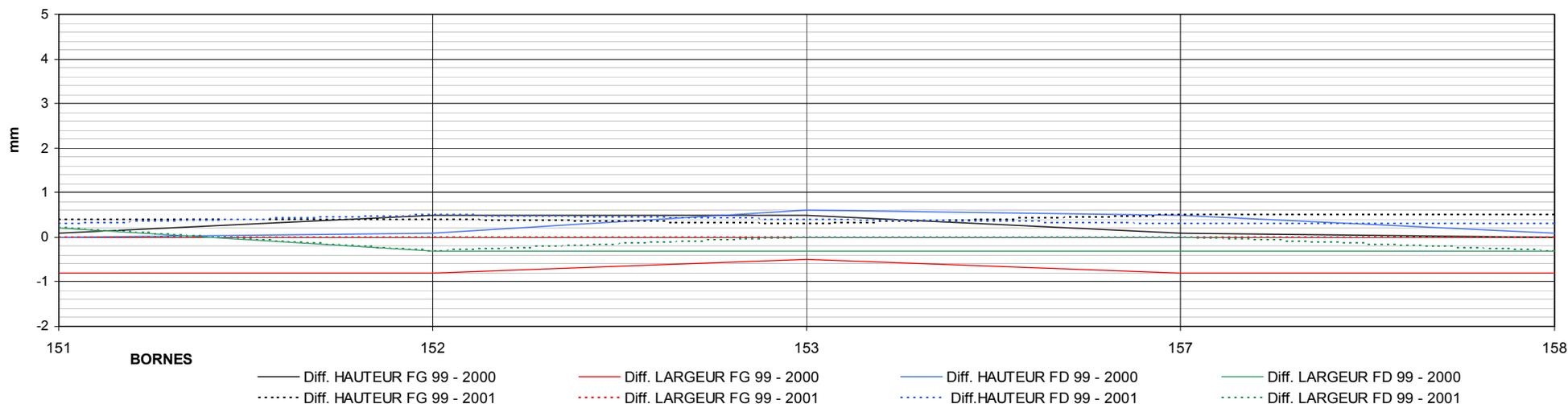
RACCORDEMENT D : VARIATION DE L'USURE USURE DU RAIL



**COURBE DE DEVERS 180**

		21 septembre 1999					20 octobre 2000					4 décembre 2001												
BORNES	KM	FILE GAUCHE		FILE DROITE		OBSERVATIONS	FILE GAUCHE (haute)			FILE DROITE (basse)			OBSERVATIONS	FILE GAUCHE (haute)			FILE DROITE (basse)			OBSERVATIONS				
		HAUTEUR RAIL	LARGEUR RAIL	HAUTEUR RAIL	LARGEUR RAIL		HAUTEUR RAIL	Diff. HAUTEUR FG 99 - 2000	LARGEUR RAIL	Diff. LARGEUR FG 99 - 2000	HAUTEUR RAIL	Diff. HAUTEUR FD 99 - 2000		LARGEUR RAIL	Diff. LARGEUR FD 99 - 2000	HAUTEUR RAIL	Diff. HAUTEUR FG 99 - 2001	LARGEUR RAIL	Diff. LARGEUR FG 99 - 2001		HAUTEUR RAIL	Diff. HAUTEUR FD 99 - 2001	LARGEUR RAIL	Diff. LARGEUR FD 99 - 2001
		mm	mm	mm	mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm		mm	mm	mm	mm
151	452.487	151.6	64	150.8	66		151.5	0.1	64.8	-0.8	150.8	0	65.8	0.2	151.2	0.4	64	0	150.5	0.3	65.8	0.2		
152	452.497	151.5	64	151.1	65.5		151	0.5	64.8	-0.8	151	0.1	65.8	-0.3	151.1	0.4	64	0	150.6	0.5	65.8	-0.3		
153	452.507	151.1	64	151	65.5		150.6	0.5	64.5	-0.5	150.4	0.6	65.8	-0.3	150.8	0.3	64	0	150.6	0.4	65.5	0		
157	452.547	151.7	64	151.1	65.5		151.6	0.1	64.8	-0.8	150.6	0.5	65.8	-0.3	151.2	0.5	64	0	150.8	0.3	65.5	0		
158	452.557	151.6	64	151.1	65.5		151.6	0	64.8	-0.8	151	0.1	65.8	-0.3	151.1	0.5	64	0	150.8	0.3	65.8	-0.3		

**COURBE DE DEVERS 180 : VARIATION DE L'USURE USURE DU RAIL**



## SUIVI DU SERRAGE DES ATTACHES

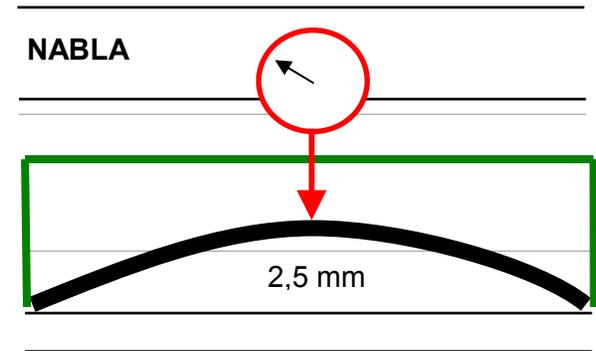
### MÉTHODOLOGIE



Nabla

Le serrage des crapauds de type NABLA est contrôlé en mesurant la cambrure de l'attache au moyen d'un comparateur adapté à un montage spécial. Le positionnement du dispositif de mesure peut affecter celle-ci de manière sensible, ce qui peut expliquer certaines valeurs relevées (resserrage notamment)

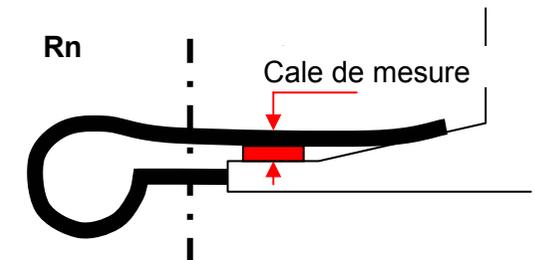
Une cambrure supérieure à 250 centièmes de millimètre traduit un commencement de desserrage de l'attache (valeurs sur fond jaune dans les tableaux de relevé)



Cale de mesure

Le serrage des crapauds élastique Rn est contrôlé, quant à lui, au moyen d'une cale graduée enfoncée jusqu'à l'arrêt entre l'attache et le patin du rail. Le positionnement de la cale et la force avec laquelle on l'introduit entre l'attache et le rail peut influencer sensiblement la mesure.

Un écartement supérieur à 10 dixièmes traduit un commencement de desserrage de l'attache (valeurs sur fond jaune dans les tableaux de relevé)



### RELEVÉS DES MESURES

Ceux-ci sont repris dans les tableaux pages suivantes.

Les raccords témoins A et B ainsi que la courbe de dévers 180 mm ne posent pas de problème particulier. Par contre les autres zones, témoins ou raccordement modifié, voient des desserrages d'attaches sans que l'on puisse attribuer ceux-ci aux nouveaux tracés puisqu'ils se répartissent aussi bien dans les zones témoins que dans les raccords tests.

Les valeurs indiquant un resserrage des attaches (cambrure actuelle plus faible que la cambrure précédente donnant des différences positives) sont à imputer, vraisemblablement, à la mesure dans les zones où aucun resserrage n'a été effectué.



Rn

**RACCORDEMENT A (zone témoin)**

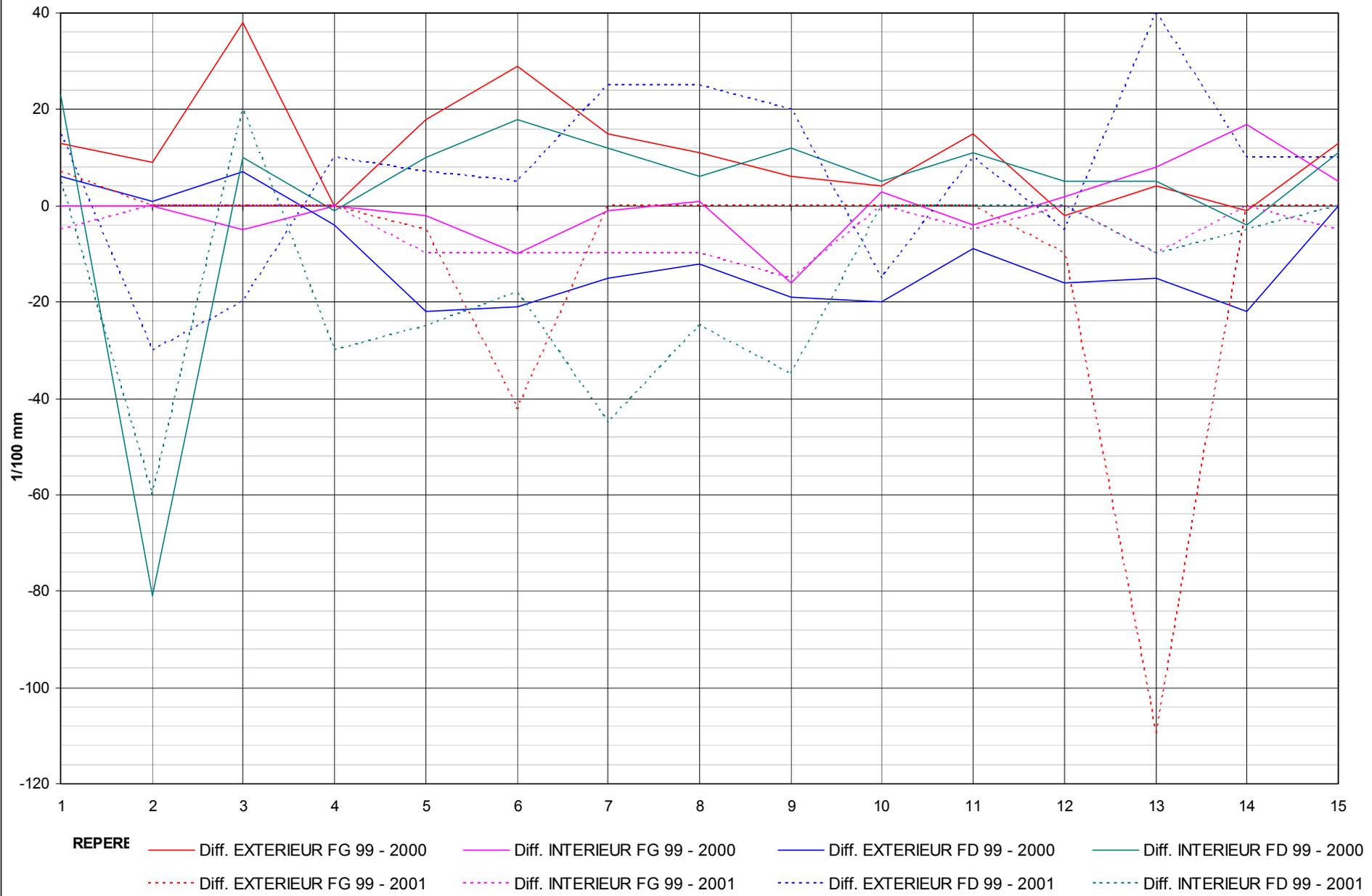
 ZONE du PK 443.720 borne 56  
 au PK 443.730 borne 57

 ATTACHE : CRAPAUD NABLA  
 TRAVERSE BETON

 Attaches cassées

REPÈRES	1 octobre 1999				7 juillet 2000								16 octobre 2001								
	FILE GAUCHE		FILE DROITE		FILE GAUCHE				FILE DROITE				FILE GAUCHE				FILE DROITE				
	EXTERIEUR	INTERIEUR	INTERIEUR	EXTERIEUR	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FG 99 - 2000	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FG 99 - 2000	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FD 99 - 2000	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FD 99 - 2000	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FG 99 - 2001	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FG 99 - 2001	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FD 99 - 2001	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FD 99 - 2001	
N°	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm
1	195	115	140	145	182	13	115	0	134	6	122	23	188	7	120	-5	125	15	140	5	
2	160	190	190	130	151	9	190	0	189	1	211	-81	160	0	190	0	220	-30	190	-60	
3	170	190	180	200	132	38	195	-5	173	7	190	10	170	0	190	0	200	-20	180	20	
4		240	225	205		0	240	0	229	-4	206	-1		0	240	0	215	10	235	-30	
5	210	240	225	220	192	18	242	-2	247	-22	210	10	215	-5	250	-10	218	7	245	-25	
6	220	220	225	230	191	29	230	-10	246	-21	212	18	262	-42	230	-10	220	5	248	-18	
7	235	240	235	210	220	15	241	-1	250	-15	198	12	235	0	250	-10	210	25	255	-45	
8	230	240	240	215	219	11	239	1	252	-12	209	6	230	0	250	-10	215	25	240	-25	
9	205	225	230	210	199	6	241	-16	249	-19	198	12	205	0	240	-15	210	20	245	-35	
10	230	215	225	240	226	4	212	3	245	-20	235	5	230	0	215	0	240	-15	240	0	
11	215	215	235	225	200	15	219	-4	244	-9	214	11	215	0	220	-5	225	10	225	0	
12	230	235	220	225	232	-2	233	2	236	-16	220	5	240	-10	235	0	225	-5	225	0	
13	210	230	245	195	206	4	222	8	260	-15	190	5	320	-110	240	-10	205	40	205	-10	
14	170	205	220	205	171	-1	188	17	242	-22	209	-4	170	0	205	0	210	10	210	-5	
15	205	215	190	180	192	13	210	5	190	0	169	11	205	0	220	-5	180	10	180	0	

**RACCORDEMENT A (zone témoin) : VARIATION DU SERRAGE DES ATTACHES**



**RACCORDEMENT A (zone modifiée)**

ZONEdu PK 443.880

borne72

ATTACHE : CRAPAUD NABLA

 Attaches cassées

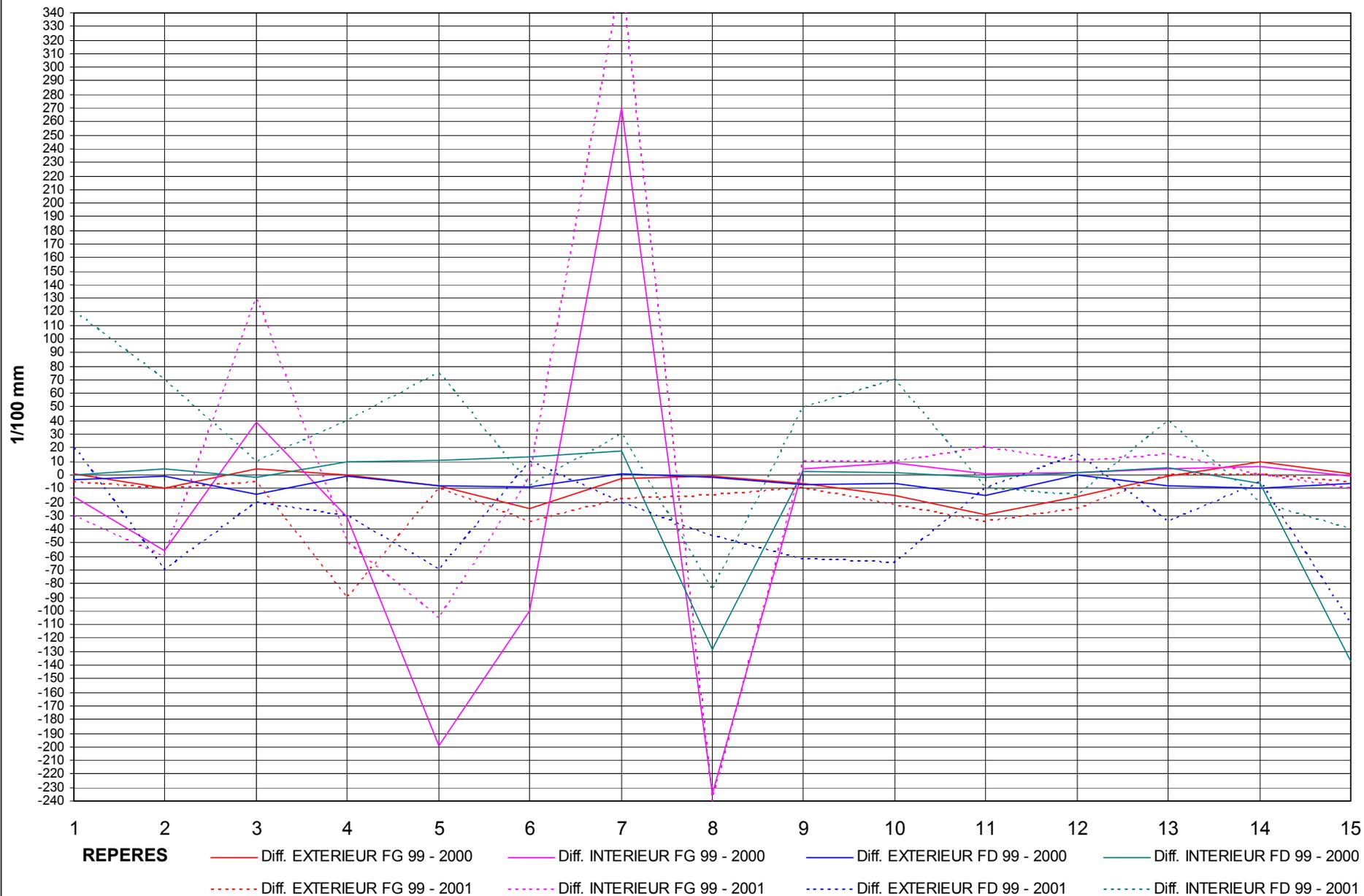
au PK 443.890

borne73

TRAVERSE BETON

REPERES	29 septembre 1999				7 juillet 2000								16 octobre 2001								
	FILE GAUCHE		FILE DROITE		FILE GAUCHE				FILE DROITE				FILE GAUCHE				FILE DROITE				
	EXTERIEUR	INTERIEUR	INTERIEUR	EXTERIEUR	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FG 99 - 2000	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FG 99 - 2000	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FD 99 - 2000	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FD 99 - 2000	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FG 99 - 2001	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FG 99 - 2001	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FD 99 - 2001	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FD 99 - 2001	
N°	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm	1/100 mm
1	240	115	145	270	239	1	131	-16	149	-4	270	0	245	-5	145	-30	125	20	150	120	
2	220	60	130	210	230	-10	116	-56	131	-1	206	4	230	-10	120	-60	200	-70	140	70	
3	230	200	180	210	226	4	161	39	194	-14	212	-2	235	-5	70	130	200	-20	200	10	
4	210	170	160	200	210	0	201	-31	161	-1	190	10	300	-90	220	-50	190	-30	160	40	
5	180	70	170	250	188	-8	269	-199	178	-8	239	11	190	-10	175	-105	240	-70	175	75	
6	210	70	210	210	235	-25	170	-100	219	-9	197	13	245	-35	72	-2	200	10	218	-8	
7	200	440	200	230	203	-3	170	270	199	1	212	18	218	-18	75	365	220	-20	200	30	
8	230	200	190	110	231	-1	435	-235	192	-2	238	-128	245	-15	440	-240	235	-45	195	-85	
9	230	150	180	240	236	-6	146	4	187	-7	237	3	240	-10	140	10	242	-62	190	50	
10	190	110	135	210	205	-15	101	9	141	-6	208	2	212	-22	100	10	200	-65	140	70	
11	210	130	220	230	239	-29	129	1	235	-15	232	-2	245	-35	110	20	230	-10	240	-10	
12	255	100	110	100	271	-16	98	2	110	0	98	2	280	-25	90	10	95	15	115	-15	
13	230	130	55	105	231	-1	126	4	63	-8	100	5	230	0	115	15	90	-35	65	40	
14	220	45	105	100	210	10	39	6	115	-10	106	-6	220	0	45	0	110	-5	120	-20	
15	200	120	80	45	199	1	121	-1	86	-6	182	-137	205	-5	130	-10	190	-110	85	-40	

**RACCORDEMENT A (zone modifiée) : VARIATION DU SERRAGE DES ATTACHES**

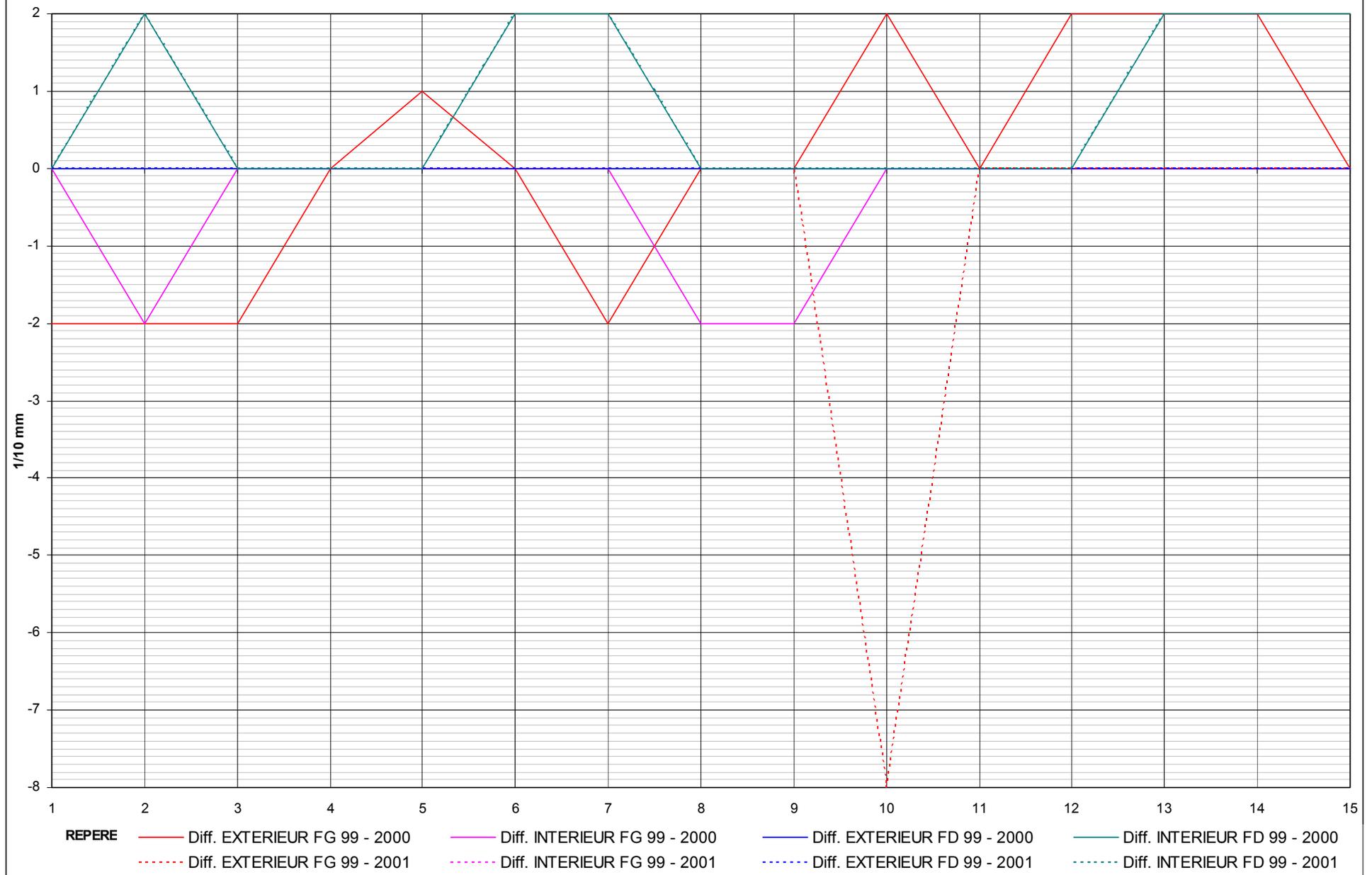


**RACCORDEMENT B (zone modifiée)**

ZONE du PK 444.090 borne 93 ATTACHE CRAPAUD ELASTIQUE Rn  
 au PK 444.100 borne 94 TRAVERSE BETON

REPÈRES	29 septembre 1999				13 juin 2000								16 octobre 2001							
	FILE GAUCHE		FILE DROITE		FILE GAUCHE				FILE DROITE				FILE GAUCHE				FILE DROITE			
	EXTERIEUR	INTERIEUR	INTERIEUR	EXTERIEUR	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FG 99 - 2000	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FG 99 - 2000	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FD 99 - 2000	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FD 99 - 2000	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FG 99 - 2001	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FG 99 - 2001	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FD 99 - 2001	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FD 99 - 2001
N°	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm
1	4	0	0	0	6	-2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	2	2	-2	2	-2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
3	0	0	0	0	2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
7	2	0	0	2	4	-2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2
8	2	0	0	0	2	0	2	-2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	10	-8	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
13	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2
14	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2
15	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2

**RACCORDEMENT B (zone modifiée) : VARIATION DU SERRAGE DES ATTACHES**

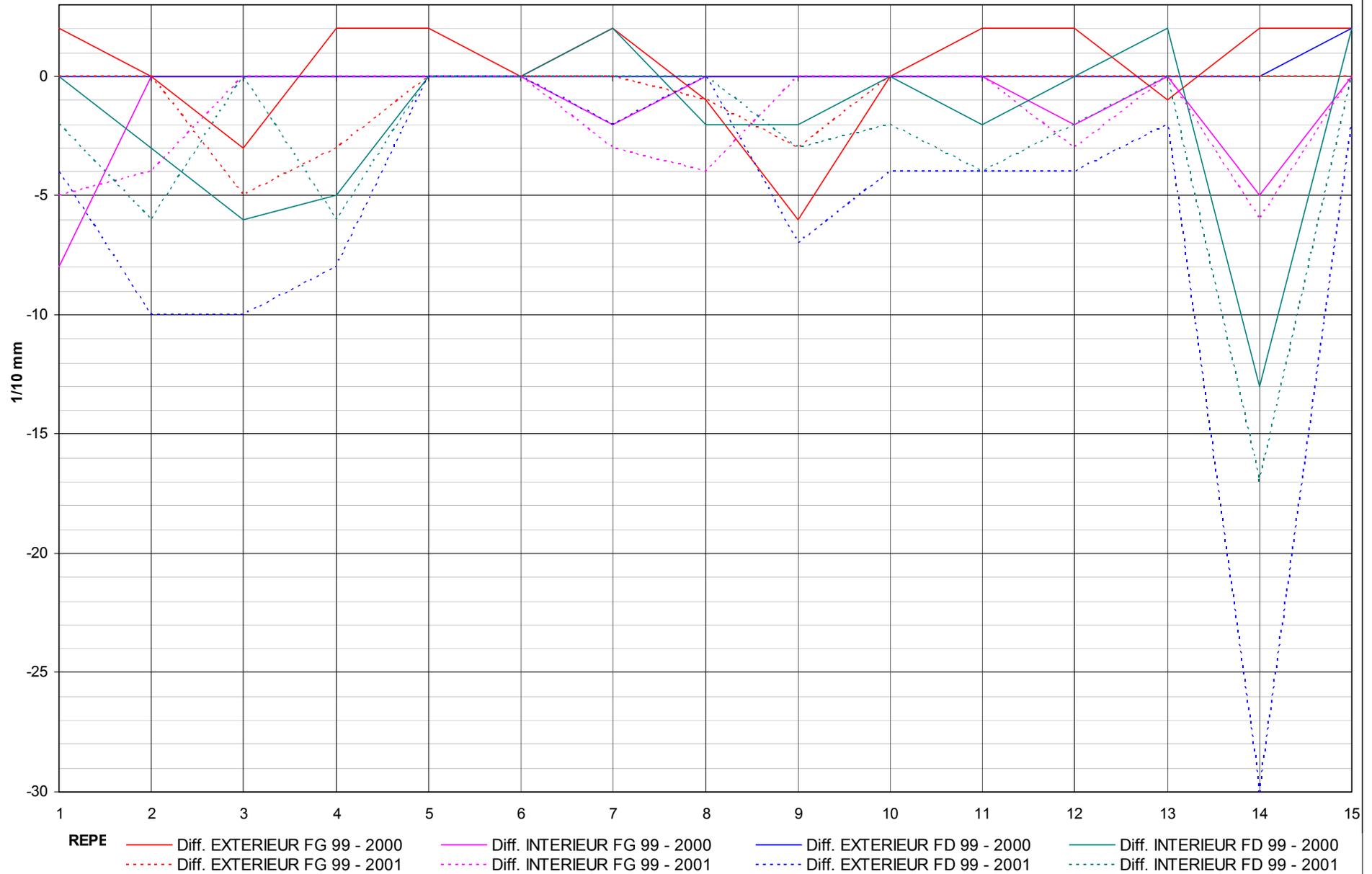


**RACCORDEMENT B (zone témoin)**

ZONE du PK 444.250 borne 109 ATTACHE ELASTIQUE Rn  
 au PK 444.260 borne 110 TRAVERSE BETON

REPERES	29 septembre 1999				13 juin 2000								16 octobre 2001							
	FILE GAUCHE		FILE DROITE		FILE GAUCHE				FILE DROITE				FILE GAUCHE				FILE DROITE			
	EXTERIEUR	INTERIEUR	INTERIEUR	EXTERIEUR	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FG 99 - 2000	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FG 99 - 2000	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FD 99 - 2000	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FD 99 - 2000	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FG 99 - 2001	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FG 99 - 2001	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FD 99 - 2001	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FD 99 - 2001
N°	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm
1	2	0	0	2	0	2	8	-8	0	0	2	0	2	0	5	-5	4	-4	4	-2
2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	7	-3	0	0	4	-4	10	-10	10	-6
3	4	0	0	10	7	-3	0	0	0	0	16	-6	9	-5	0	0	10	-10	10	0
4	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	7	-5	5	-3	0	0	8	-8	8	-6
5	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	2	5	0	2	0	2	7	-2	0	0	0	2	2	0	8	-3	2	-2	2	0
8	9	0	0	0	10	-1	0	0	0	0	2	-2	10	-1	4	-4	0	0	0	0
9	9	0	0	4	15	-6	0	0	0	0	6	-2	12	-3	0	0	7	-7	7	-3
10	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4	-4	4	-2
11	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	-2	2	0	0	0	4	-4	4	-4
12	2	0	0	2	0	2	2	-2	0	0	2	0	2	0	3	-3	4	-4	4	-2
13	5	0	0	2	6	-1	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	2	-2	2	0
14	2	2	0	13	0	2	7	-5	0	0	26	-13	2	0	8	-6	30	-30	30	-17
15	2	0	2	4	0	2	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	4	-2	4	0

**RACCORDEMENT B (zone témoin) : VARIATION DU SERRAGE DES ATTACHES**

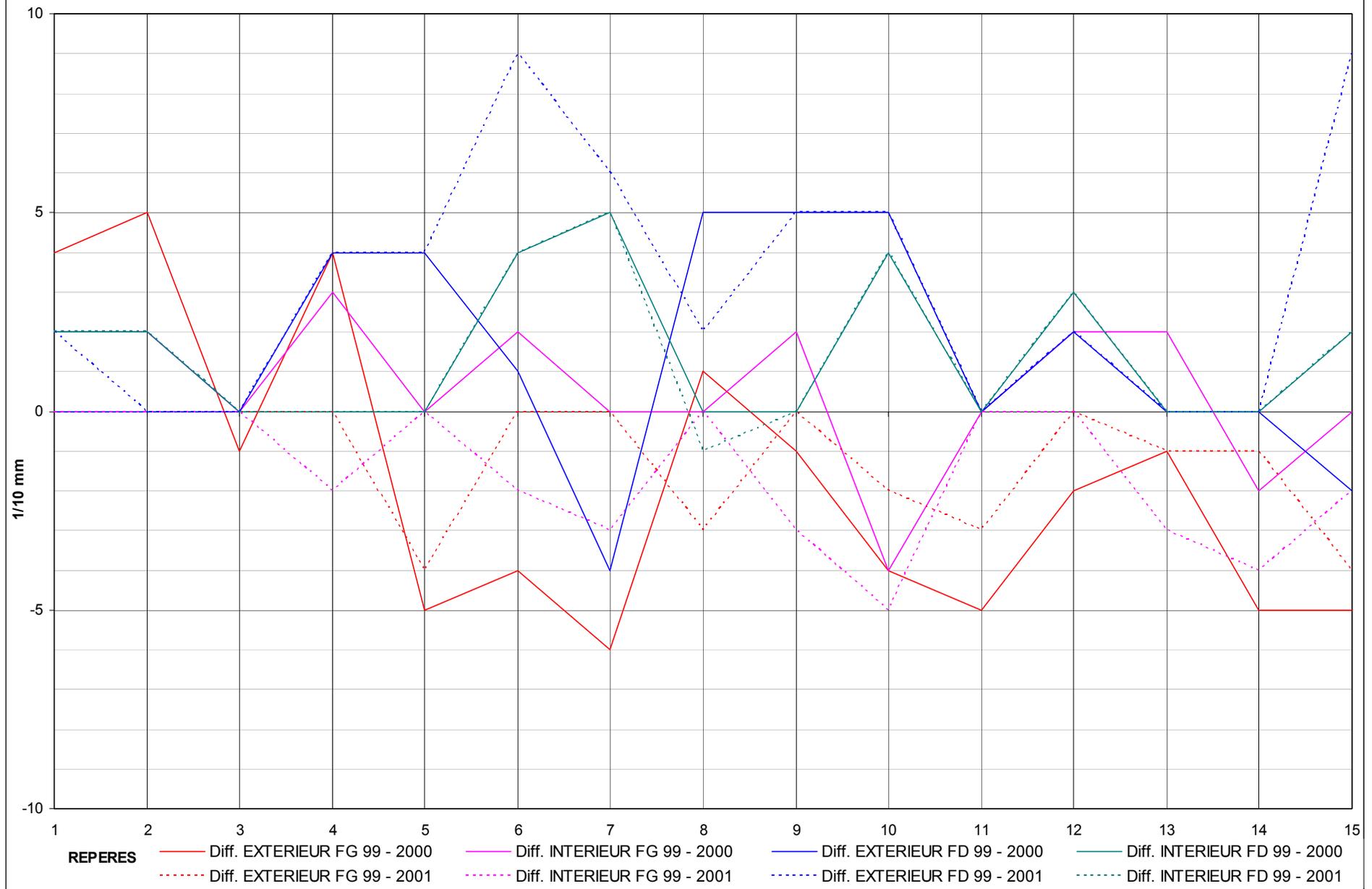


**RACCORDEMENT C (zone modifiée)**

ZONE du PK 444.860 borne 170 ATTACHE ELASTIQUE Rn  
 au PK 444.870 borne 171 TRAVERSE BETON

REPERES	29 septembre 1999				13 juin 2000								16 octobre 2001							
	FILE GAUCHE		FILE DROITE		FILE GAUCHE				FILE DROITE				FILE GAUCHE				FILE DROITE (1)			
	EXTERIEUR	INTERIEUR	INTERIEUR	EXTERIEUR	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FG 99 - 2000	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FG 99 - 2000	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FD 99 - 2000	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FD 99 - 2000	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FG 99 - 2001	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FG 99 - 2001	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FD 99 - 2001	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FD 99 - 2001
N°	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm
1	10	2	2	2	6	4	0	2	2	0	0	2	10	0	2	0	0	2	0	2
2	5	2	0	2	0	5	0	2	0	0	0	2	5	0	2	0	0	0	0	2
3	10	0	0	0	11	-1	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
4	4	5	4	0	0	4	2	3	0	4	0	0	4	0	7	-2	0	4	0	0
5	10	0	4	0	15	-5	0	0	0	4	0	0	14	-4	0	0	0	4	0	0
6	9	4	9	4	13	-4	2	2	8	1	0	4	9	0	6	-2	0	9	0	4
7	9	0	6	5	15	-6	0	0	10	-4	0	5	9	0	3	-3	0	6	0	5
8	11	0	5	2	10	1	0	0	0	5	2	0	14	-3	0	0	3	2	3	-1
9	10	2	5	0	11	-1	0	2	0	5	0	0	10	0	5	-3	0	5	0	0
10	10	5	5	4	14	-4	9	-4	0	5	0	4	12	-2	10	-5	0	5	0	4
11	10	0	0	0	15	-5	0	0	0	0	0	0	13	-3	0	0	0	0	0	0
12	10	2	2	3	12	-2	0	2	0	2	0	3	10	0	2	0	0	2	0	3
13	9	2	0	0	10	-1	0	2	0	0	0	0	10	-1	5	-3	0	0	0	0
14	10	5	0	0	15	-5	7	-2	0	0	0	0	11	-1	9	-4	0	0	0	0
15	15	0	9	2	20	-5	0	0	11	-2	0	2	19	-4	2	-2	0	9	0	2

**RACCORDEMENT C (zone modifiée) : VARIATION DU SERRAGE DES ATTACHES**

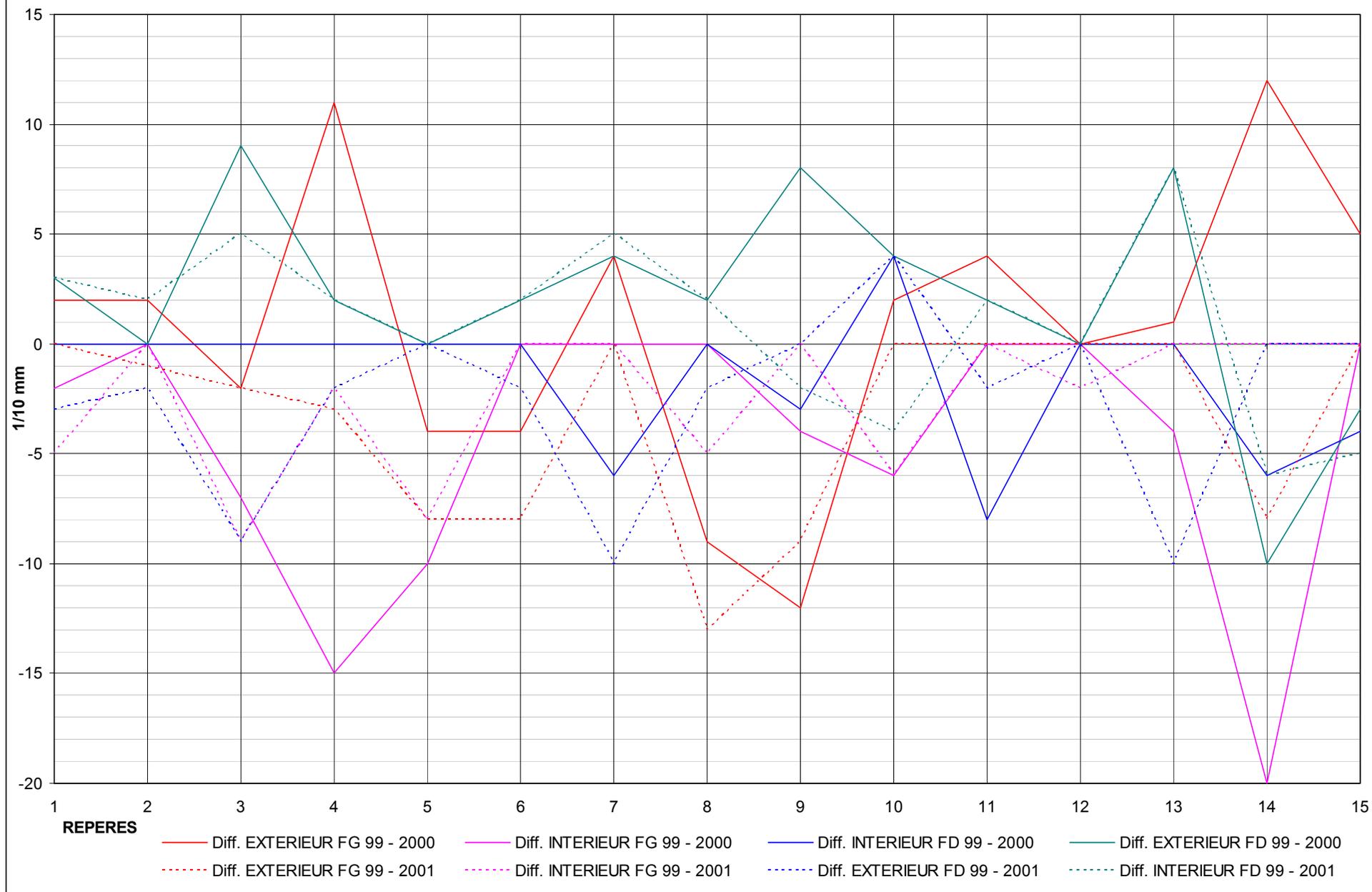


**RACCORDEMENT C (zone témoin)**

ZONE du PK 445.040 borne 188 ATTACHE ELASTIQUE Rn  
 au PK 445.050 borne 189 TRAVERSE BETON

REPÈRES	29 septembre 1999				13 juin 2000								16 octobre 2001							
	FILE GAUCHE		FILE DROITE		FILE GAUCHE				FILE DROITE				FILE GAUCHE				FILE DROITE			
	EXTERIEUR	INTERIEUR	INTERIEUR	EXTERIEUR	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FG 99 - 2000	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FG 99 - 2000	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FD 99 - 2000	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FD 99 - 2000	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FG 99 - 2001	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FG 99 - 2001	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FD 99 - 2001	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FD 99 - 2001
N°	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm
1	2	2	0	3	0	2	4	-2	0	0	0	3	2	0	7	-5	3	-3	0	3
2	8	0	0	2	6	2	0	0	0	0	2	0	9	-1	0	0	2	-2	0	2
3	6	0	0	9	8	-2	7	-7	0	0	0	9	8	-2	9	-9	9	-9	4	5
4	11	0	0	2	0	11	15	-15	0	0	0	2	14	-3	2	-2	2	-2	0	2
5	10	6	0	0	14	-4	16	-10	0	0	0	0	18	-8	14	-8	0	0	0	0
6	0	0	0	2	4	-4	0	0	0	0	0	2	8	-8	0	0	2	-2	0	2
7	4	0	0	10	0	4	0	0	6	-6	6	4	4	0	0	0	10	-10	5	5
8	13	0	0	2	22	-9	0	0	0	0	0	2	26	-13	5	-5	2	-2	0	2
9	10	8	8	8	22	-12	12	-4	11	-3	0	8	19	-9	8	0	8	0	10	-2
10	10	0	8	4	8	2	6	-6	4	4	0	4	10	0	6	-6	4	4	8	-4
11	4	0	0	2	0	4	0	0	8	-8	0	2	4	0	0	0	2	-2	0	2
12	10	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10	0	2	-2	0	0	0	0
13	5	0	0	8	4	1	4	-4	0	0	0	8	5	0	0	0	10	-10	0	8
14	12	0	0	0	0	12	20	-20	6	-6	10	-10	20	-8	0	0	0	0	6	-6
15	5	0	0	0	0	5	0	0	4	-4	3	-3	5	0	0	0	0	0	5	-5

**RACCORDEMENT C (zone test non modifiée) : VARIATION DU SERRAGE DES ATTACHES**

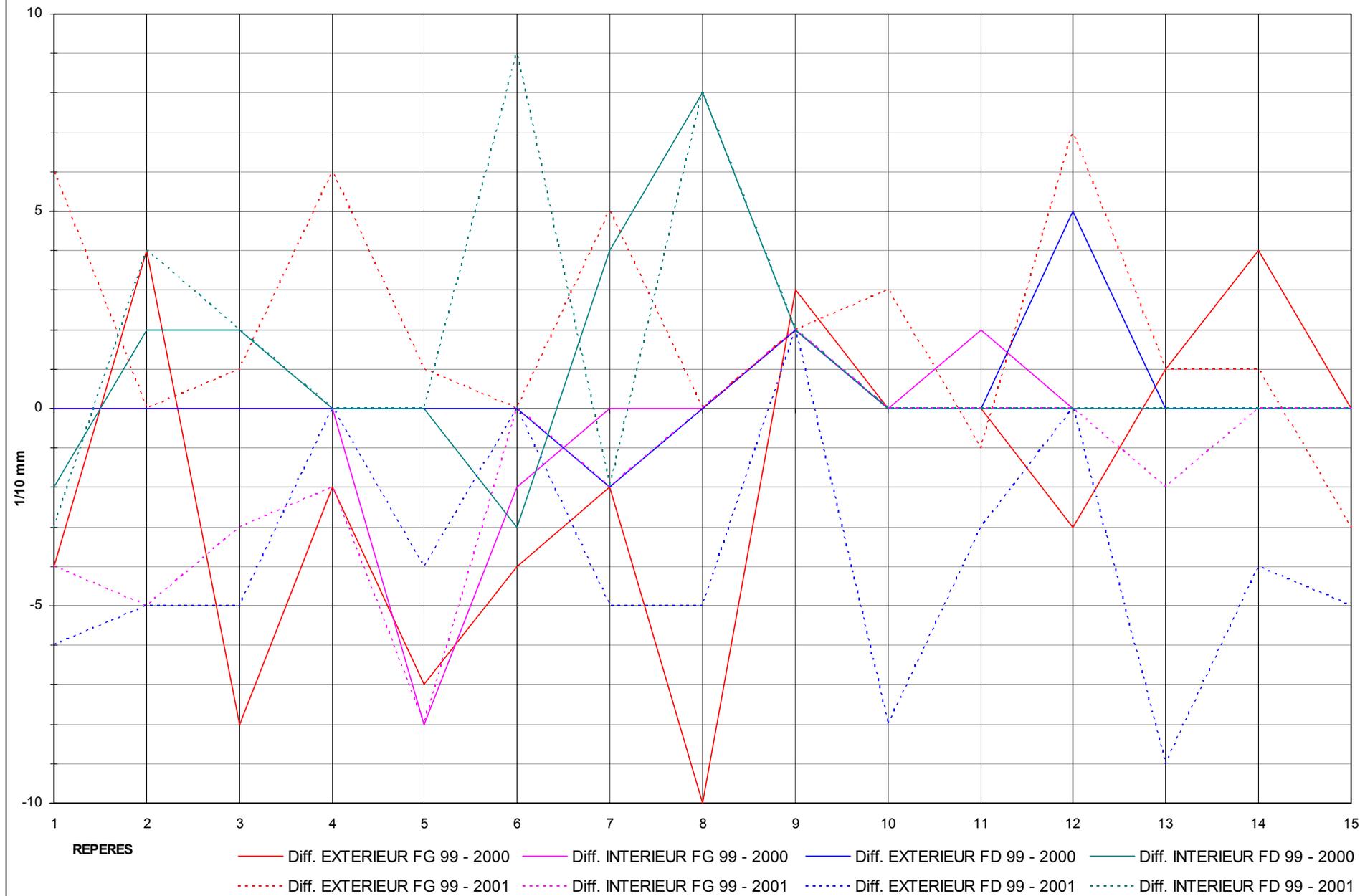


**RACCORDEMENT D (zone modifiée)**

ZONE du PK 452.407 borne 143 ATTACHE ELASTIQUE Rn  
 au PK 452.417 borne 144 TRAVERSE BETON

REPERS	29 septembre 1999				13 juin 2000								16 octobre 2001							
	FILE GAUCHE		FILE DROITE		FILE GAUCHE				FILE DROITE				FILE GAUCHE				FILE DROITE			
	EXTERIEUR	INTERIEUR	INTERIEUR	EXTERIEUR	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FG 99 - 2000	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FG 99 - 2000	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FD 99 - 2000	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FD 99 - 2000	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FG 99 - 2001	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FG 99 - 2001	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FD 99 - 2001	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FD 99 - 2001
N°	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm
1	10	0	0	0	14	-4	0	0	0	0	2	-2	4	6	4	-4	6	-6	3	-3
2	4	0	0	4	0	4	0	0	0	0	2	2	4	0	5	-5	5	-5	0	4
3	5	0	0	2	13	-8	0	0	0	0	0	2	4	1	3	-3	5	-5	0	2
4	10	0	0	0	12	-2	0	0	0	0	0	0	4	6	2	-2	0	0	0	0
5	5	0	0	0	12	-7	8	-8	0	0	0	0	4	1	8	-8	4	-4	0	0
6	4	2	0	9	8	-4	4	-2	0	0	12	-3	4	0	2	0	0	0	0	9
7	10	0	0	4	12	-2	0	0	2	-2	0	4	5	5	2	-2	5	-5	6	-2
8	4	0	0	8	14	-10	0	0	0	0	0	8	4	0	0	0	5	-5	0	8
9	7	2	2	2	4	3	0	2	0	2	0	2	5	2	0	2	0	2	0	2
10	8	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	8	-8	0	0
11	4	2	0	0	4	0	0	2	0	0	0	0	5	-1	2	0	3	-3	0	0
12	7	0	5	0	10	-3	0	0	0	5	0	0	0	7	0	0	5	0	0	0
13	5	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	4	1	2	-2	9	-9	0	0
14	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	4	-4	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	-3	0	0	5	-5	0	0

**RACCORDEMENT D (zone modifiée) : VARIATION DU SERRAGE DES ATTACHES**

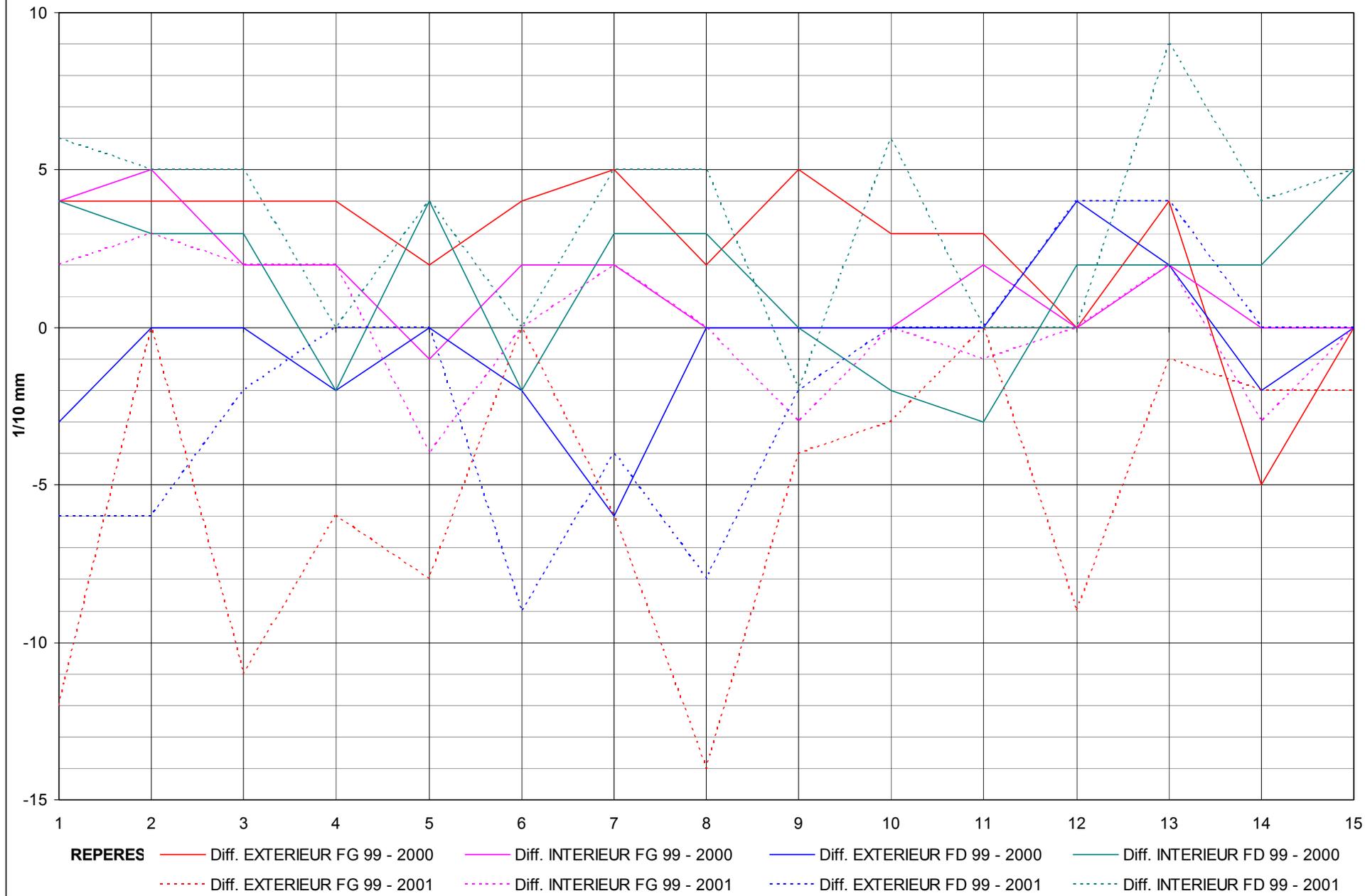


**RACCORDEMENT D (zone témoin)**

ZONE du PK 452.697 borne 172 ATTACHE ELASTIQUE Rn  
 au PK 452.707 borne 173 TRAVERSE BETON

REPERES	29 septembre 1999				13 juin 2000								16 octobre 2001							
	FILE GAUCHE		FILE DROITE		FILE GAUCHE				FILE DROITE				FILE GAUCHE				FILE DROITE			
	EXTERIEUR	INTERIEUR	INTERIEUR	EXTERIEUR	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FG 99 - 2000	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FG 99 - 2000	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FD 99 - 2000	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FD 99 - 2000	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FG 99 - 2001	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FG 99 - 2001	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FD 99 - 2001	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FD 99 - 2001
N°	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm
1	4	4	0	6	0	4	0	4	3	-3	2	4	16	-12	2	2	6	-6	0	6
2	4	5	0	5	0	4	0	5	0	0	2	3	4	0	2	3	6	-6	0	5
3	4	2	0	5	0	4	0	2	0	0	2	3	15	-11	0	2	2	-2	0	5
4	4	2	0	0	0	4	0	2	2	-2	2	-2	10	-6	0	2	0	0	0	0
5	4	6	0	4	2	2	7	-1	0	0	0	4	12	-8	10	-4	0	0	0	4
6	4	2	0	0	0	4	0	2	2	-2	2	-2	4	0	2	0	9	-9	0	0
7	5	2	0	5	0	5	0	2	6	-6	2	3	11	-6	0	2	4	-4	0	5
8	4	0	0	5	2	2	0	0	0	0	2	3	18	-14	0	0	8	-8	0	5
9	5	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	9	-4	3	-3	2	-2	2	-2
10	5	0	0	6	2	3	0	0	0	0	8	-2	8	-3	0	0	0	0	0	6
11	5	2	0	0	2	3	0	2	0	0	3	-3	5	0	3	-1	0	0	0	0
12	0	0	4	5	0	0	0	0	0	4	3	2	9	-9	0	0	0	4	5	0
13	4	2	4	9	0	4	0	2	2	2	7	2	5	-1	0	2	0	4	0	9
14	2	0	0	4	7	-5	0	0	2	-2	2	2	4	-2	3	-3	0	0	0	4
15	2	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	5	4	-2	0	0	0	0	0	5

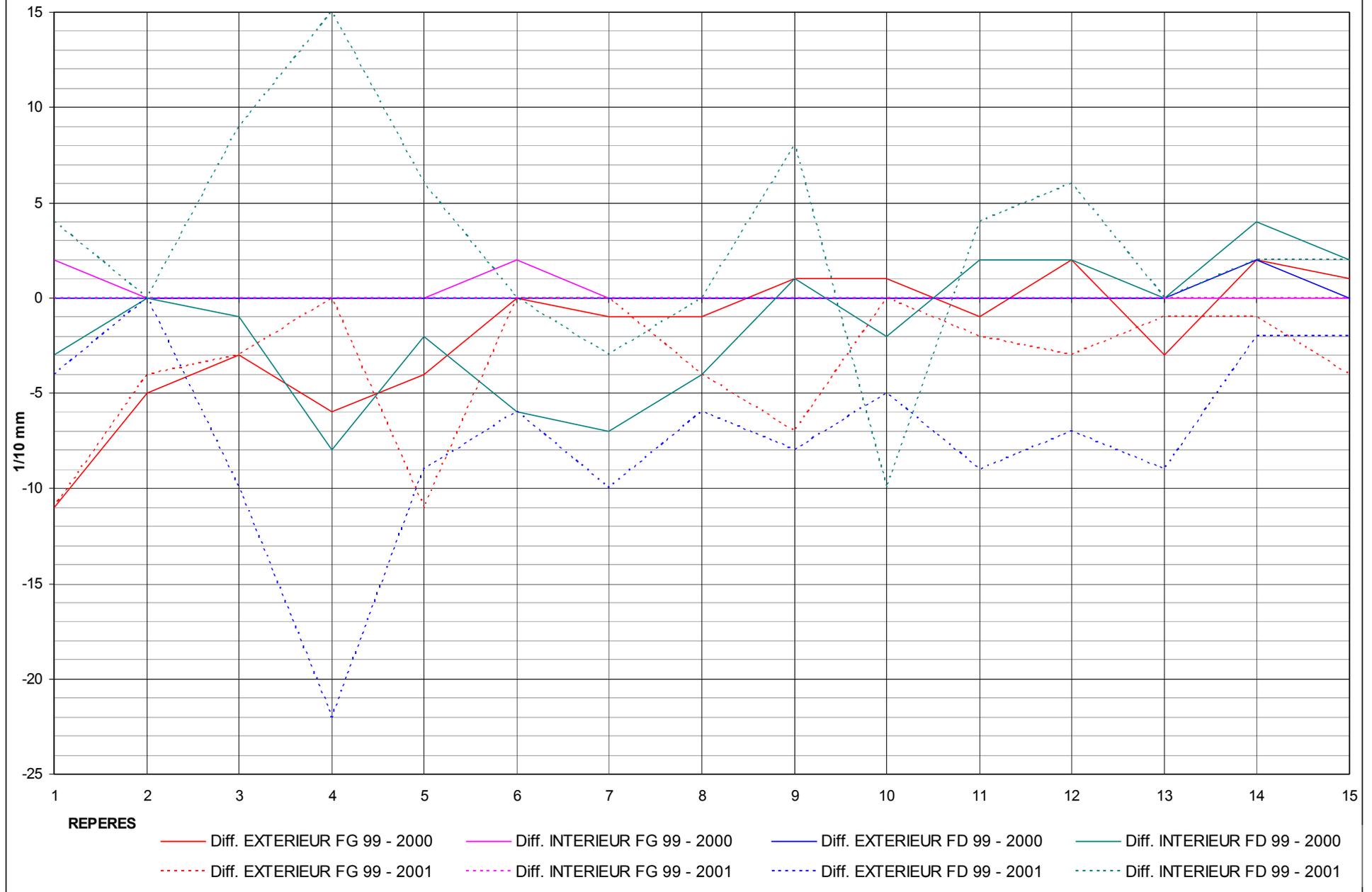
**RACCORDEMENT D (zone témoin) : VARIATION DU SERRAGE DES ATTACHES**



au PK 452.497 borne 153 TRAVERSE BETON

REPERS	29 septembre 1999				13 juin 2000								16 octobre 2001							
	FILE GAUCHE		FILE DROITE		FILE GAUCHE				FILE DROITE				FILE GAUCHE				FILE DROITE			
	EXTERIEUR	INTERIEUR	INTERIEUR	EXTERIEUR	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FG 99 - 2000	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FG 99 - 2000	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FD 99 - 2000	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FD 99 - 2000	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FG 99 - 2001	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FG 99 - 2001	INTERIEUR	Diff. INTERIEUR FD 99 - 2001	EXTERIEUR	Diff. EXTERIEUR FD 99 - 2001
N°	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm
1	5	2	0	4	16	-11	0	2	0	0	7	-3	16	-11	2	0	4	-4	0	4
2	10	0	0	0	15	-5	0	0	0	0	0	0	14	-4	0	0	0	0	0	0
3	7	0	0	9	10	-3	0	0	0	0	10	-1	10	-3	0	0	10	-10	0	9
4	4	0	0	15	10	-6	0	0	0	0	23	-8	4	0	0	0	22	-22	0	15
5	6	0	0	6	10	-4	0	0	0	0	8	-2	17	-11	0	0	9	-9	0	6
6	7	2	0	0	7	0	0	2	0	0	6	-6	7	0	2	0	6	-6	0	0
7	5	0	0	0	6	-1	0	0	0	0	7	-7	5	0	0	0	10	-10	3	-3
8	5	0	0	0	6	-1	0	0	0	0	4	-4	9	-4	0	0	6	-6	0	0
9	5	0	0	8	4	1	0	0	0	0	7	1	12	-7	0	0	8	-8	0	8
10	5	0	0	0	4	1	0	0	0	0	2	-2	5	0	0	0	5	-5	10	-10
11	9	0	0	4	10	-1	0	0	0	0	2	2	11	-2	0	0	9	-9	0	4
12	5	0	0	6	3	2	0	0	0	0	4	2	8	-3	0	0	7	-7	0	6
13	7	0	0	0	10	-3	0	0	0	0	0	0	8	-1	0	0	9	-9	0	0
14	6	0	2	4	4	2	0	0	0	2	0	4	7	-1	0	0	4	-2	2	2
15	5	0	0	2	4	1	0	0	0	0	0	2	9	-4	0	0	2	-2	0	2

**COURBE DE DEVERS 180 : VARIATION DU SERRAGE DES ATTACHES**



## VITESSES PRATIQUÉES PAR LES TGV

Les vitesses ont été mesurées sur des enregistrements graphiques sélectionnés par sondage durant l'année 2000. l'année 2001, confirmant les éléments de 2000, n'est pas reprise dans se rapport.

La moyenne des vitesses pratiquées se situe autour de 124 km/h pour les raccordements A, B, C et de 120 km/h pour le raccordement D, ce qui constitue une augmentation de vitesse de 10 km/h par rapport à la situation antérieure.

	RACCORDEMENTS	VITESSES MOYENNE (km/h)
FRASNE - VALLORBE	A	123
	B	125
	C	124
	D	119
VALLORBE - FRASNE	A	124
	B	124
	C	123
	D	120

## RELEVÉ DES VITESSES SENS FRASNE – VALLORBE

**SENS** : 1= Dijon - Vallorbe, 2 = Vallorbe - Dijon

**A, B, C, D** = raccords testés

$\gamma$  = Accélération (+) , Décélération (-)

DATE	SENS	TGV	ENGIN	A	$\gamma$	B	$\gamma$	C	$\gamma$	D	$\gamma$
28/12/99	1	27	33002	121		125		125		128	-
07/01/00	1	21	33004	113	+	113	-	111		105	
30/01/00	1	21	33010	120		121		121		118	-
26/02/00	1	27	33010	127		128		128		125	-
19/03/00	1	21	33010	120		121		120		118	-
20/03/00	1	21	33012	120		120		120		122	-
23/03/00	1	23	33012	121		123		115	-	120	-
30/06/00	1	29	32006	112		116		116		112	-
06/07/00	1	29	33002	124		125		125		122	-
10/07/00	1	23	33008	118		119		120		115	-
21/07/00	1	21	33004	123		125		124		114	-
27/07/00	1	23	33002	128		129		128		125	-
01/08/00	1	23	33002	120		120		120		100	
12/08/00	1	25	33002	121	+	123	+	125		121	-

**SENS** : 1= Dijon - Vallorbe, 2 = Vallorbe - Dijon

**A, B, C, D** = raccords testés

**γ** = Accélération (+) ,Décélération (-)

DATE	SENS	TGV	ENGIN	A	γ	B	γ	C	γ	D	γ
17/08/00	1	23	33002	121	+	123	+	125		121	-
01/09/00	1	23	33002	130		130		130		126	
02/09/00	1	27	33002	130		131		130		125	-
03/09/00	1	25	33016	120		122		122		120	-
05/09/00	1	21	33006	129		130		130		101	-
05/09/00	1	26	33001	130	+	140		140		140	
07/09/00	1	29	33002	138		138		135		110	-
09/09/00	1	21	33012	121		124		124		128	-
12/09/00	1	27	33008	120		122		122		122	-
17/09/00	1	23	33014	118	+	119	+	120		118	-
18/09/00	1	29	33002	129		130		129		125	-
22/10/00	1	21	33012	127		128		127		121	
22/10/00	1	27	33012	122	-	125		124		125	-
23/10/00	1	23	33018	121	+	123		122		122	-
24/10/00	1	27	33008	120		120		120		90	-
24/10/00	1	23	33016	131	+	133		133		133	
24/10/00	1	21	33001	128		129		128		126	-

## RELEVÉ DES VITESSES SENS VALLORBE - FRASNE

**SENS** : 1= Dijon - Vallorbe, 2 = Vallorbe - Dijon

**A, B, C, D** = raccordements testés

$\gamma$  = Accélération (+) , Décélération (-)

DATE	SENS	TGV	ENGIN	A	$\gamma$	B	$\gamma$	C	$\gamma$	D	$\gamma$
20/06/99	2	26	33009	125	+	120		120		100	
26/06/99	2	20	33009	130	+	128		125		117	
20/04/00	2	424 F	33011	138		138		138		131	+
12/05/00	2	26	31003	115		115		112	+	119	+
06/06/00	2	20	33009	130		130		130		130	
17/07/00	2	26	33007	130		131		131		118	+
18/07/00	2	22	33005	132		131		130		120	+
26/07/00	2	20	33001	109	+	108	+	105	+	109	+
05/08/00	2	24	33001	121	+	120	+	119	+	125	+
27/08/00	2	26	33001	108	+	106	+	102	+	102	+
28/08/00	2	26	33001	140		140		140		140	
03/09/00	2	24	33013	140		140		140		120	+
03/09/00	2	26	33001	115		115		115		120	
05/09/00	2	24	33005	112		112		110	+	115	+
09/09/00	2	20	33015	127		127		127		125	+
09/09/00	2	22	33003	136		136		136		130	+

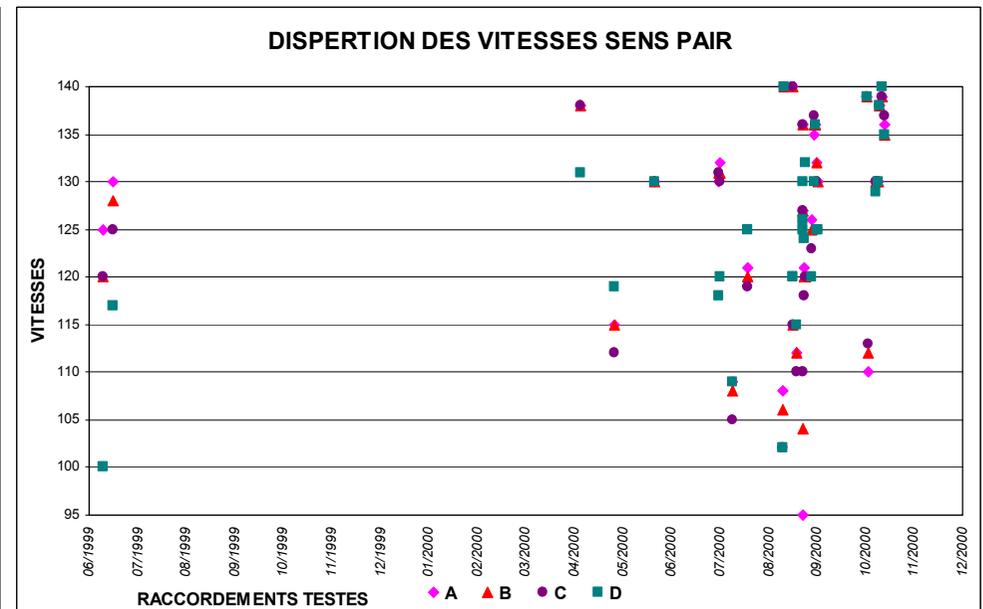
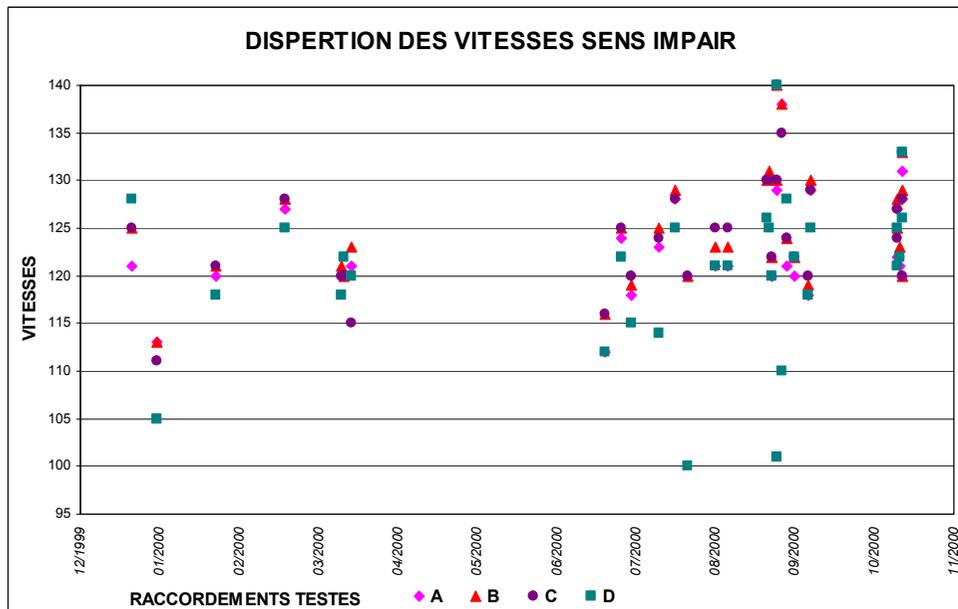
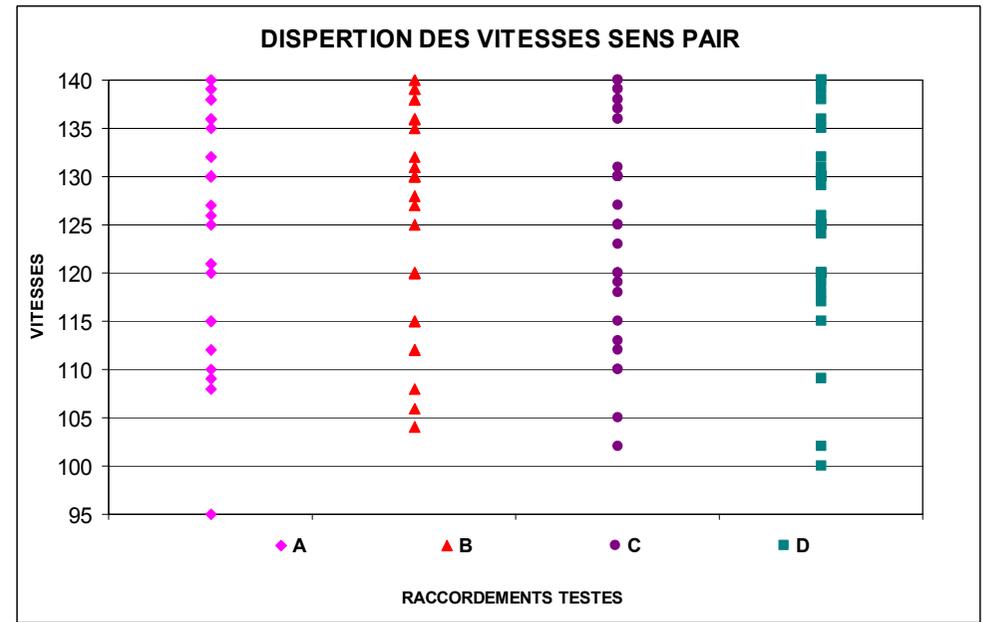
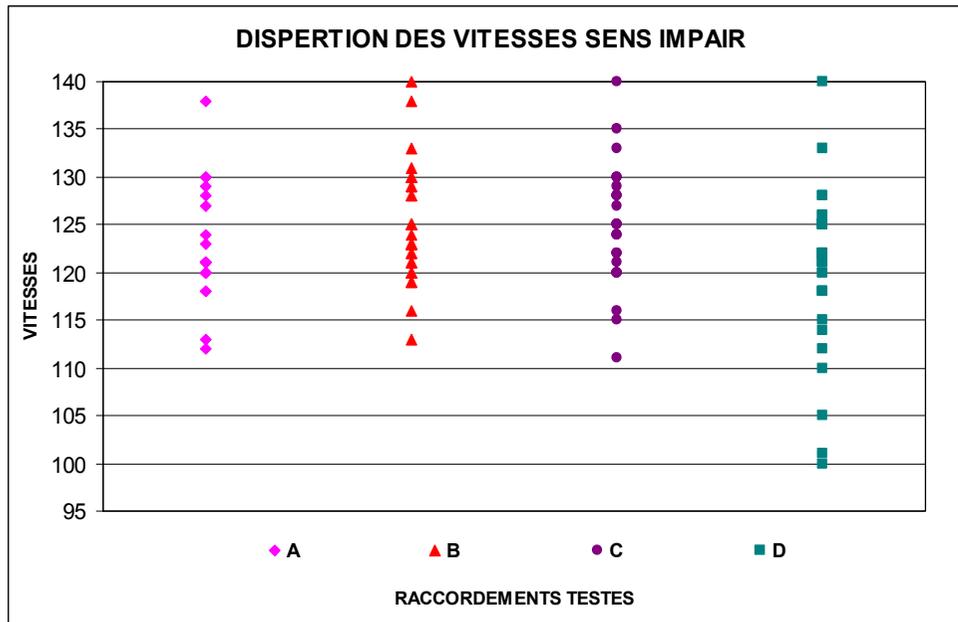
**SENS** : 1= Dijon - Vallorbe, 2 = Vallorbe - Dijon

**A, B, C, D** = raccords testés

$\gamma$  = Accélération (+) , Décélération (-)

DATE	SENS	TGV	ENGIN	A	$\gamma$	B	$\gamma$	C	$\gamma$	D	$\gamma$
09/09/00	2	28	33007	95	-	104	-	110		126	+
10/09/00	2	22	33015	121	+	120	+	118	+	124	+
11/09/00	2	20	33003	120		120		120		132	+
15/09/00	2	30	33015	126	+	125	+	123	+	120	
16/09/00	2	28	33001	135		136		137		130	
17/09/00	2	26	33013	136		136		136		136	
18/09/00	2	20	33005	132		132		130	+	125	+
19/09/00	2	22	33003	130		130		125	+	125	
20/10/00	2	20	33001	139		139		139		139	
21/10/00	2	28	33009	110	+	112	+	113		80	-
26/10/00	2	26	33001	130		130		130		129	-
27/10/00	2	20	33013	130		130		130		130	
28/10/00	2	20	33005	138		138		138		138	
30/10/00	2	26	33005	139		139		139		140	
31/10/00	2	26	33011	136		135		137		135	

## RÉPARTITION DES VITESSES PAR RACCORDEMENT



AUGMENTATION DES VITESSES TGV SUR LIGNES CONVENTIONNELLES

Dossier réalisé par le Pôle Ingénierie de Dijon en collaboration avec le Pôle Maintenance et l'Unité Voie Ouvrages d'art et Bâtiment de FRASNE

Photographies : Documentation SNCF  
Ingénierie Aménagements

Rédacteur : Yves NOBLET

DIRECTION REGIONALE SNCF de DIJON  
Direction Déléguée Infrastructure  
Pôle Ingénierie  
Ingénierie Aménagements  
6, cour de la gare  
21000 DIJON



Édition de janvier 2002