

| | |
|---------|-------------------|
| Affaire | 06.03.02769 - 1/9 |
| Dossier | 06 009 |

PA

COMPTE - RENDU D'ESSAIS DE FLEXION REALISES SUR DES POTELETS EQUIPES DU SYSTEME DE RUPTURE UNIVERSEL

« Mach' Control »

PARTICIPANT A LEUR FIXATION

Mars 2006

| | |
|---------|-------------------|
| Affaire | 06.03.02769 - 2/9 |
| Dossier | 06 009 |

SOMMAIRE

| | |
|--|--------|
| I – CONTEXTE DES ESSAIS | page 3 |
| II - BUT DES ESSAIS | page 3 |
| III - DESCRIPTION DES ESSAIS STATIQUES | page 3 |
| IV - MATERIEL ET CONDITIONS D'ESSAIS | page 4 |
| V – FORME, DIMENSIONS ET NATURE DES ELEMENTS TESTES | page 5 |
| VI - MODE OPERATOIRE | page 6 |
| VII – RESULTATS | page 7 |
| VIII - COMMENTAIRES DES RESULTATS | page 7 |
| IX – CONCLUSIONS | page 8 |

ANNEXES

| | |
|--|---------|
| ANNEXE 1 : | |
| Photographie du montage d'essais expérimental spécifique aux potelets | page 10 |
| ANNEXE 2 : | |
| Résultats des essais effectués sur les échantillons A & B | page 11 |
| ANNEXE 3 : | |
| a) - Graphiques correspondants aux essais effectués à 375 mm sur l'échantillon A | page 12 |
| b) - Graphiques établis par calcul pour 840 mm à partir des essais effectués à 375 mm sur l'échantillon A | page 13 |
| c) - Graphique correspondant à la déformation angulaire sur l'échantillon A | page 14 |

| | |
|---------|-------------------|
| Affaire | 06.03.02769 - 3/9 |
| Dossier | 06 009 |

I – CONTEXTE DES ESSAIS

A la demande de M. Didier CHIFFLET, responsable de la Société OXALIS distributeur et exploitant exclusif du système de rupture universel « Mach' Control », le Laboratoire de la direction de la voirie de la communauté urbaine de Lyon a procédé en mars 2006, à des tests de laboratoire pratiqués sur deux potelets identiques équipé du système de rupture innovant « Mach' Control » composé d'une goupille de sécurité et d'un joint annulaire spécial ou couronne qui participent tous deux à la fixation in situ du mobilier urbain.

L'assemblage de ces deux éléments (goupille + joint annulaire ou couronne) permet d'une part :

- d'absorber les légers chocs provoqués par les véhicules lors de manœuvres de stationnement, sans faire subir de dégât apparent au potelet métallique

et d'autre part, sous le choc brutal lors d'un accident de circulation :

- de rompre totalement au niveau de la goupille de sécurité qui s'accompagne d'un écrasement partiellement du joint annulaire ou couronne, sans faire encourir de risque à l'automobiliste et de dommage au potelet métallique particulièrement au niveau de son embase d'ancrage et de la fondation du trottoir.

Grâce à ce nouveau système de rupture universel innovant, le remplacement rapide de la goupille de sécurité et éventuellement du joint annulaire ou couronne, limite considérablement les temps d'intervention et de repositionnement du même potelet dans son point d'ancrage resté intact ainsi que les coûts d'entretien. Dans certain cas, il peut également se substituer au potelet amovible et répondre à des applications spécifiques comme les accès pompiers. Il s'intègre parfaitement dans la démarche du Développement Durable.

II - BUT DES ESSAIS

Les essais statiques de flexion réalisés directement sur deux potelets repérés par le Laboratoire A et B, ont pour but de déterminer les caractéristiques mécaniques de la goupille de sécurité telles que :

- la déformation linéaire rémanente maximale
- la résistance à la rupture

III - DESCRIPTION DES ESSAIS STATIQUES

Les deux potelets (A et B) testés ont été préalablement fixés à l'horizontal sur un support expérimental spécifique (voir photographie en Annexe 1) simulant leur positionnement sur trottoir afin de permettre la réalisation des essais statiques de flexion au moyen d'une presse mécanique piloté par ordinateur.

| | |
|---------|-------------------|
| Affaire | 06.03.02769 - 4/9 |
| Dossier | 06 009 |

Le test a consisté à appliquer une force statique en un point situé à 375 mm **[1]** par rapport à la surface supérieure du joint annulaire ou couronne positionné au-dessus de l'embase d'ancrage du potelet. Cette force a été appliquée à chaque échantillon de la manière suivante :

l'échantillon A : une force croissante, interrompue à intervalle régulier avec retour à zéro a été appliquée dans le but d'atteindre la déformation linéaire programmée puis la flexion rémanente ou résiduelle du potelet après interruption complète de la charge. Cette procédure a été répétée jusqu'à l'obtention de la rupture totale de la goupille interne de sécurité.

l'échantillon B : une force croissante continue a été appliquée dans le but d'obtenir la rupture complète de la goupille interne de sécurité.

IV - MATERIEL ET CONDITIONS D'ESSAIS

Les essais de flexion ont été réalisés au moyen d'une presse de marque :

NECKEL

et de capacité maximale de 220 kN.

Cette presse mécanique appartient à la classe 1 d'après le dernier contrôle exécuté par le CERIB en 2005 et ceci dans la plage de travail exploitée au cours des essais, c'est-à-dire de 0,5 à 20 kN.

La vitesse de déplacement linéaire du poinçon positionné à $375 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ à partir de la surface supérieure du joint annulaire positionné au-dessus de l'embase d'ancrage du potelet, était programmée à 10 mm par minute

La capacité du capteur de force utilisé est de $20 \text{ kN} \pm 0,01 \text{ kN}$ et la marque :

INTERFACE

Le domaine d'exploitation du capteur de déplacement linéaire est de $100 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ et la marque :

SENSOREX

La force exercée par la presse était transmise par l'intermédiaire d'une bille d'acier positionnée dans l'axe longitudinal du potelet et située à 375 mm par rapport à la surface supérieure du joint annulaire ou couronne positionné au-dessus à l'embase d'ancrage.

[1] La cote de 375 mm correspond à la hauteur moyenne des pare-chocs de voitures actuelles

| | |
|---------|-------------------|
| Affaire | 06.03.02769 - 5/9 |
| Dossier | 06 009 |

Les déformations des potelets obtenues sous charge progressive continue ou sous charge croissante interrompue avec retour à charge nulle ont été mesurées après amplification du déplacement linéaire.

La déformation rémanente **linéaire** mesurée après amplification (Facteur d'amplification : x 4) a été transformée par calcul en déformation rémanente **angulaire**.

Au cours de la période des essais, la température ambiante de la salle de la presse était maintenue à $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

V – FORME, DIMENSIONS ET NATURE DES ELEMENTS TESTES

La goupille est positionnée dans l'axe longitudinal du potelet et à sa base.

Forme symétrique de la goupille : cylindre plein fileté aux deux extrémités sur une longueur de l'ordre de 30 mm, comportant une zone centrale d'affaiblissement pour guider la rupture, de dimensions : $\varnothing 42\text{ mm}$ sur 13 mm de haut

Dimensions :

Diamètre extérieur : 44 mm

longueur : 150 mm

Couleur : noir

Nature : matière synthétique (PUM ERTACETAL C)

Le joint annulaire ou couronne coulisse le long de la goupille de sécurité préalablement vissée dans l'embase métallique d'ancrage du potelet puis se positionne par serrage du potelet sur l'autre extrémité filetée de la goupille.

Forme symétrique du joint ou couronne : annulaire plein

Dimensions :

diamètre extérieur variable : 90 mm à 110 mm

diamètre intérieur : 44 mm

épaisseur : 20 mm

Couleur : vert-sombre

Nature : matière synthétique (Courbhane A)

Dureté shore A : 90

| | |
|---------|-------------------|
| Affaire | 06.03.02769 - 6/9 |
| Dossier | 06 009 |

L'embase d'ancrage du potelet est usinée dans un acier de 60 kg

Forme de l'embase d'ancrage : cylindre évasé à l'une des extrémités pour optimiser la surface de serrage du joint annulaire ou couronne et fileté dans cette partie pour permettre le vissage de la goupille de sécurité.

Dimensions :

diamètre de base : 70 mm

diamètre de l'évasement : 90 mm sur une longueur de 45 mm

diamètres du cône de raccordement : 90 mm à 70 mm sur une longueur de 10 mm

diamètre de l'alésage fileté : 44 mm

longueur du filetage intérieur : 35 mm environ

longueur totale du manchon : 200 mm. et diamètre extérieur : 76 mm

Cette pièce est destinée à s'emboîter sur le diamètre de base de 70 mm puis à y être soudée pour permettre la fixation au sol de l'embase d'ancrage du mobilier urbain.

Les potelets testés (A et B) possèdent les caractéristiques suivantes :

Forme du potelet : cylindre creux terminé par une boule

Dimensions :

diamètre extérieur : 76 mm

hauteur totale : 900 mm

hauteur émergente : 840 mm

Nature : métallique

Couleur : vert

VI - MODE OPERATOIRE

Une charge statique croissante a été appliquée directement sur le potelet (repère laboratoire A) fixé au moyen de son embase d'ancrage au support expérimental spécifique, pour obtenir la série de déformations linéaires suivante : 28 mm, 50 mm, 71 mm, 92 mm et 112 mm.

Lorsque la déformation linéaire visée était atteinte, la charge statique était interrompue pour permettre de mesurer la flexion rémanente linéaire du potelet au bout d'une minute environ. Ensuite, une nouvelle charge plus importante était appliquée pour obtenir le seuil suivant de déformation linéaire.

Ce protocole a été répété jusqu'à rupture de la goupille de sécurité interne au potelet A testé.

En ce qui concerne le potelet repéré B, il a subi au cours du test une montée en charge progressive sans interruption jusqu'à l'obtention de la rupture totale de la goupille de sécurité.

| | |
|---------|-------------------|
| Affaire | 06.03.02769 - 7/9 |
| Dossier | 06 009 |

VII - RESULTATS

Les diverses mesures enregistrées au cours des essais décrits précédemment sont consignées dans un tableau récapitulatif présent en Annexe 2 et ont permis d'établir les courbes suivantes :

a) - Déformation linéaire rémanente ou résiduelle du potelet sous charge nulle

b) - Déformation linéaire du potelet en fonction de la charge croissante

c) - Déformation angulaire du potelet en fonction de la charge croissante

Ces courbes sont regroupées dans le même tableau présent en Annexe 3

La déformation rémanente angulaire a été calculée à partir de la déformation rémanente linéaire.

D'autre part, cette déformation rémanente angulaire déterminée lors des essais à la hauteur de 375 mm par rapport à la surface supérieure du joint annulaire ou couronne positionné au-dessus de l'embase d'ancrage du potelet, a été calculée pour apprécier l'écart résiduel existant au sommet (hauteur de 840 mm) de chaque potelet testé par rapport à sa position initiale de pose.

VIII - COMMENTAIRES DES RESULTATS

La goupille présenterait des propriétés élastiques entre 0 et 1,00 kN, et qu'au-delà de 1,00 kN, cette même goupille subit une déformation rémanente ou résiduelle qui est fonction de la valeur de la charge exercée sur le potelet.

D'autre part, la faible différence de charge à la rupture de la goupille de sécurité $\Delta = 0,28$ kN entre le potelet B ($R_{fB} = 4,50$ kN) et le potelet A ($R_{fA} = 4,22$ kN) mise en évidence au cours des essais peut s'expliquer de la manière suivante :

L'échantillon B a subi une montée en charge progressive sans interruption jusqu'à l'obtention de la rupture totale de la goupille de sécurité dans la zone centrale d'affaiblissement. Cet essai a permis de déterminer la valeur intrinsèque de la résistance à la rupture de la goupille de sécurité soit : $R_{fB} = 4,50$ kN.

En revanche, la charge répétée et croissante exercée sur l'échantillon A dans le but de mesurer sa déformation linéaire rémanente ou résiduelle contribue à fatiguer partiellement le matériau synthétique qui compose la goupille, ce qui génère une légère baisse de la résistance à la rupture de la goupille de sécurité, soit : $R_{fA} = 4,22$ kN.

| | |
|---------|-------------------|
| Affaire | 06.03.02769 - 8/9 |
| Dossier | 06 009 |

IX – CONCLUSIONS

Le protocole établi permet désormais après plusieurs modifications du support expérimental spécifique, de tester de manière reproductible la déformation linéaire rémanente sous charge statique de tout mobilier urbain équipé d'un système de sécurité antichoc ainsi que sa résistance à la rupture.

Quant au système de rupture universel « Mach' Control » testé sur des potelets traditionnels, il devra faire l'objet d'une étude complémentaire dans des conditions urbaines normales pour corroborer les résultats obtenus en laboratoire.

D'ores et déjà, ce système innovant devrait satisfaire les gestionnaires de voirie et de l'espace public confrontés quotidiennement à des dommages importants occasionnés sur ce type de mobilier urbain, qui génèrent des coûts d'entretien élevés pour la collectivité.

Fait à Lyon, le 20 mars 2006

Georges MARRON
Ingénieur Qualité

Jack RAMPIGNON
Ingénieur responsable du Laboratoire

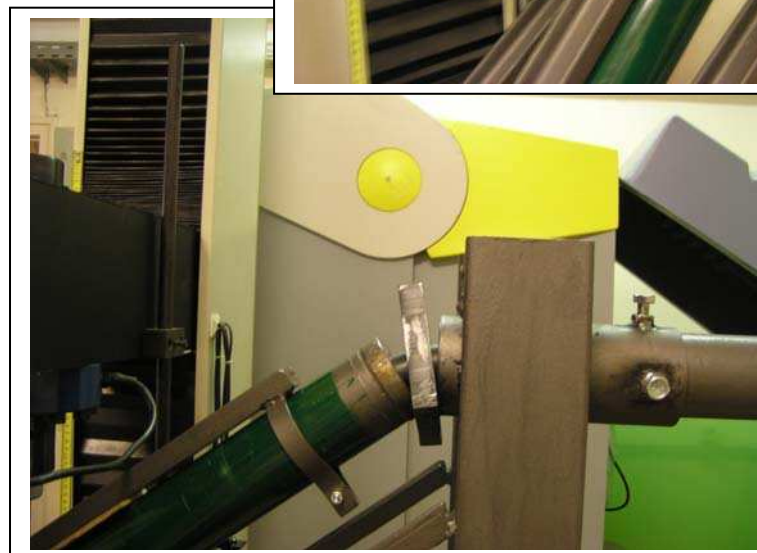
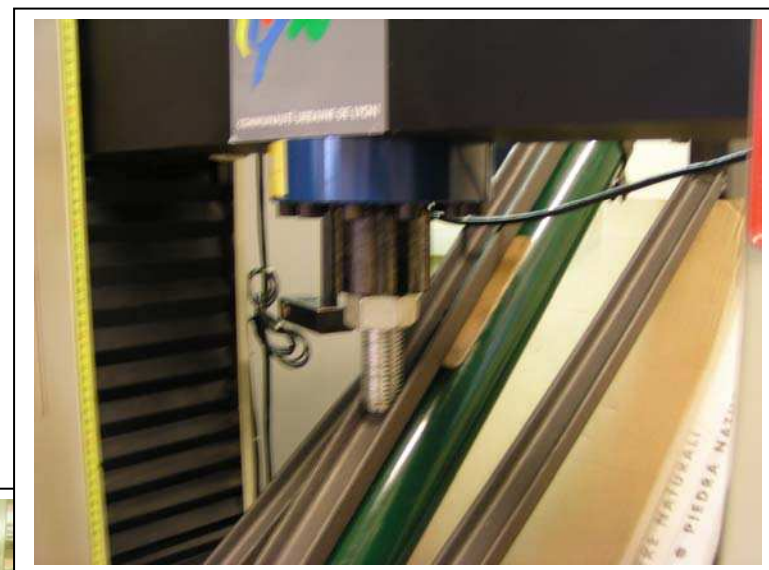
| | |
|---------|-------------------|
| Affaire | 06.03.02769 - 9/9 |
| Dossier | 06 009 |

ANNEXES

DIRECTION DE LA VOIRIE
Unité Laboratoire
tel : +4.72.76.02.80/88
fax : +4.72.76 02.89

| | |
|-----------------|-------------|
| AFFAIRE | 06 03 02769 |
| DOSSIER | 06 009 |
| ANNEXE 1 | |

MONTAGE D'ESSAIS EXPERIMENTAL SPECIFIQUE AUX POTELETS

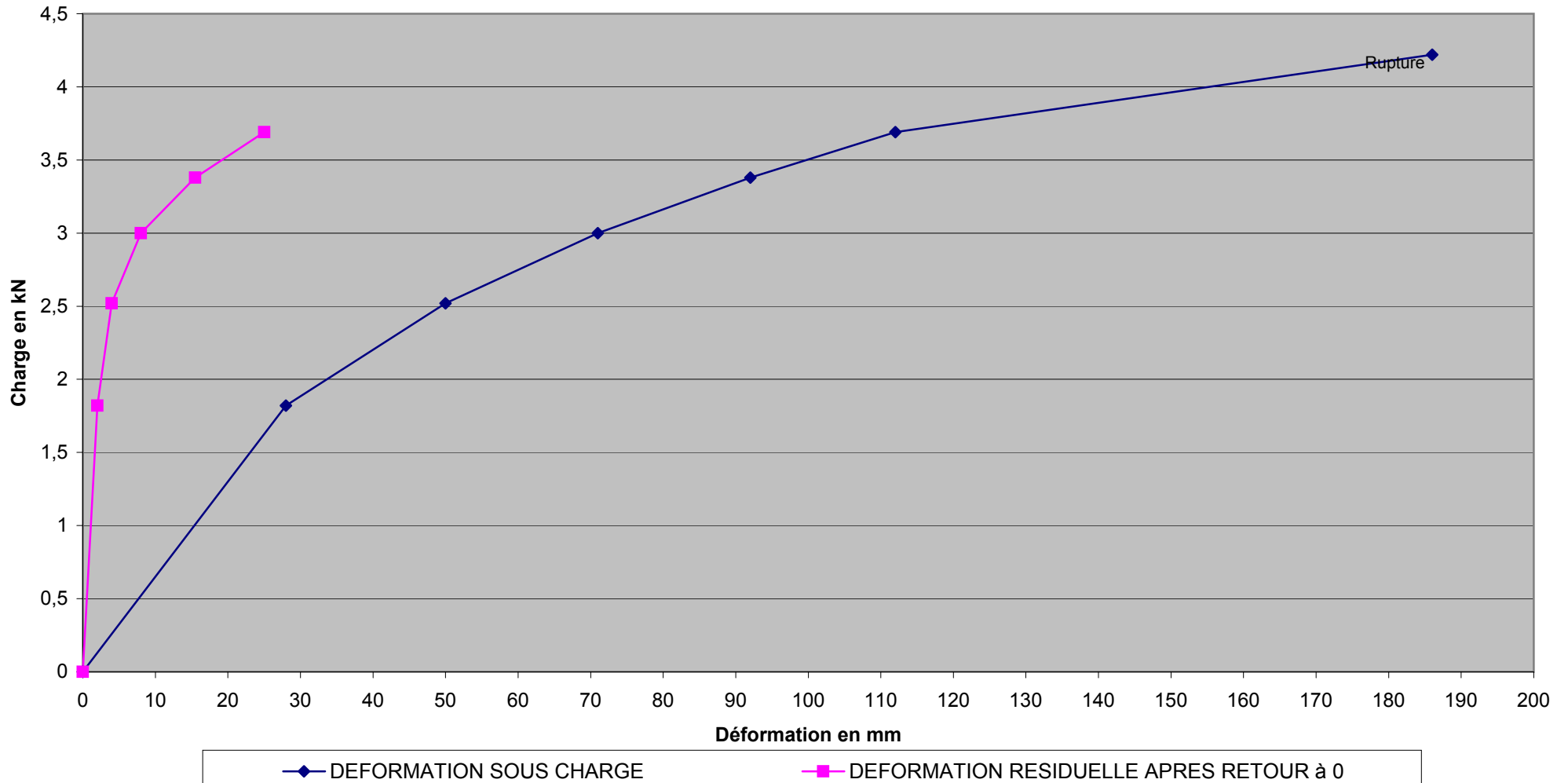


| | |
|----------|-------------|
| DOSSIER | 06 009 |
| AFFAIRE | 06 03 02769 |
| ANNEXE 2 | |

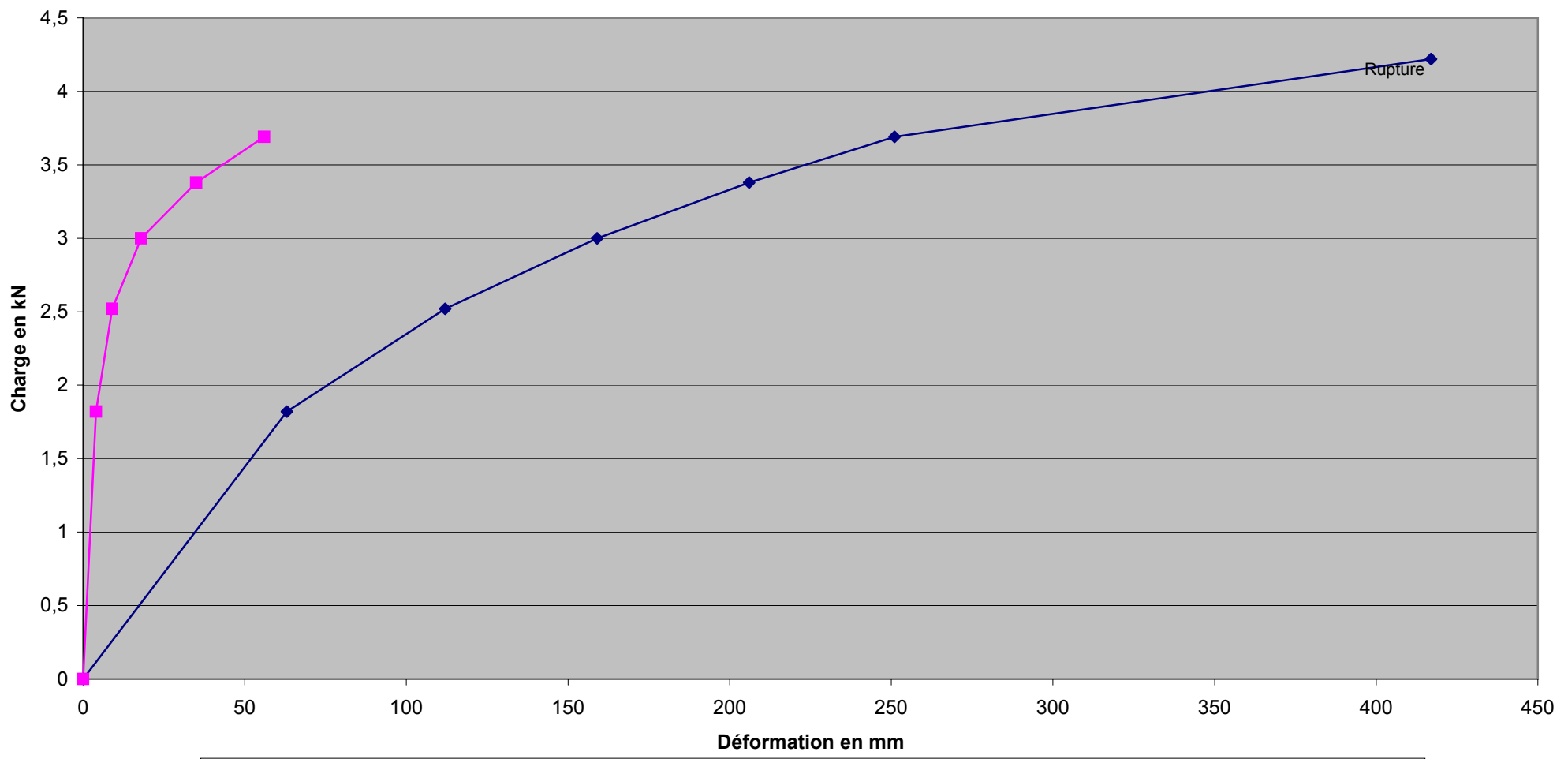
**TALEAU RECAPITULATIF DES MESURES DE DEFLEXION DES POTELETS EQUIPES DU SYSTEME
"Mach' Control"**

| Repère de l'échantillon | Charge en kN | Déformation sous charge | | | Déformation résiduelle sous charge 0 | | | Déformation ultime | | | Charge de ruine en kN |
|-------------------------------|--------------------|-------------------------|----------|------------------|--------------------------------------|----------|------------------|--------------------|----------|-------------------|-----------------------------|
| | | à 375mm en mm | en degré | à 840mm en mm | à 375 mm en mm | en degré | à 840mm en mm | à 375 mm en mm | en degré | à 840 mm en mm | |
| A | 1,82 | 28 | 4,3 | 63 | 2,0 | 0,3 | 4 | # | # | # | # |
| | 2,52 | 50 | 7,6 | 112 | 4,0 | 0,6 | 9 | # | # | # | # |
| | 3,00 | 71 | 10,7 | 159 | 8,0 | 1,2 | 18 | # | # | # | # |
| | 3,38 | 92 | 13,8 | 206 | 15,5 | 2,4 | 35 | # | # | # | # |
| | 3,69 | 112 | 16,6 | 251 | 25,0 | 3,8 | 56 | # | # | # | # |
| | 4,22 | 186 | 26,4 | 417 | # | # | # | 186 | 26,4 | 417 | 4,22 |
| B | 4,50 | 238 | 32,4 | 533 | # | # | # | 238 | 32,4 | 533 | 4,50 |

**DEFORMATION LINEAIRE EN FONCTION DE LA CHARGE APPLIQUEE ET MESUREE A 375 mm
ECHANTILLON A**

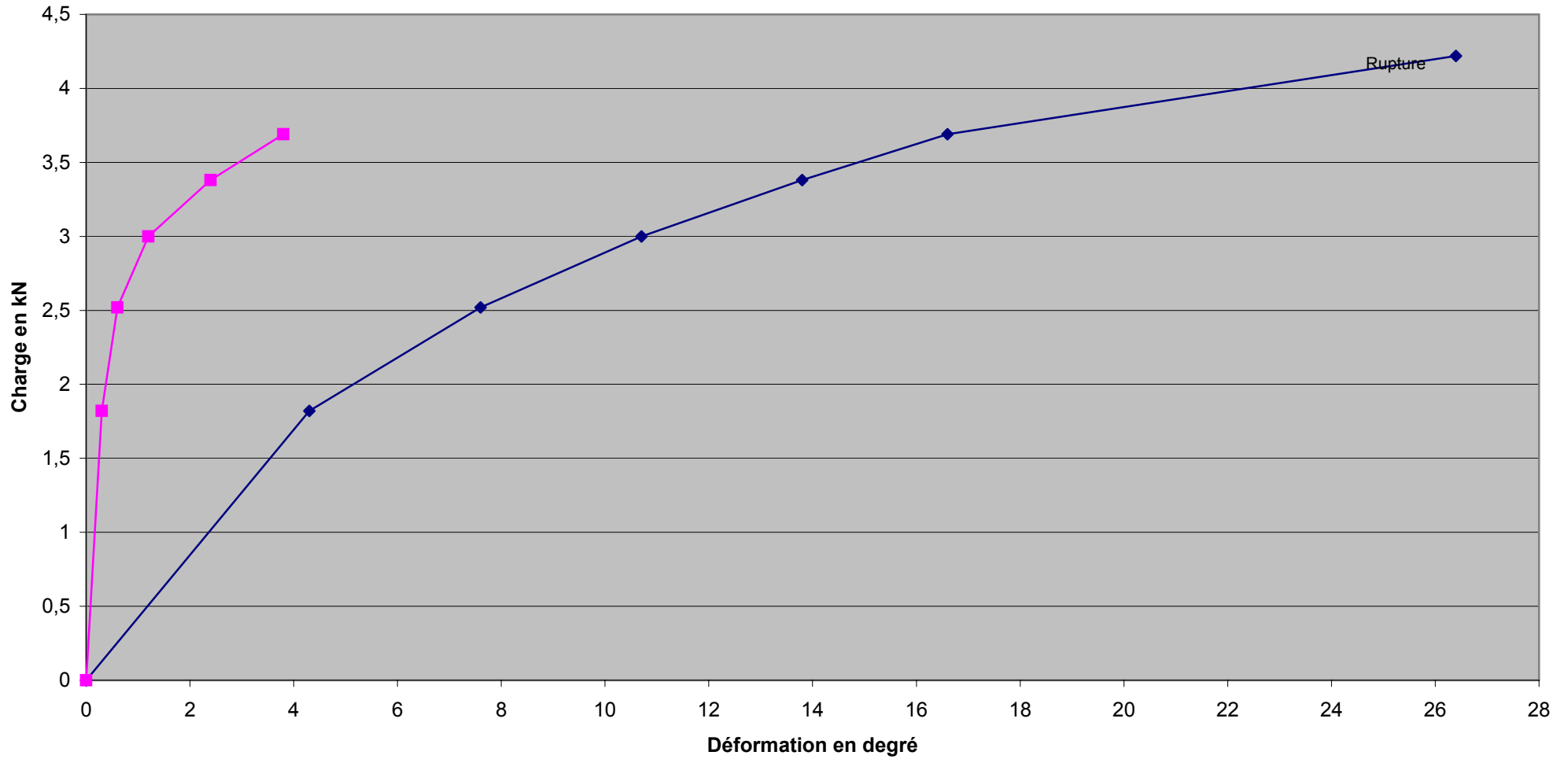


DEFORMATION LINEAIRE EN FONCTION DE LA CHARGE CALCULEE A 840 mm ECHANTILLON A



—◆— DEFORMATION SOUS CHARGE —■— DEFORMATION RESIDUELLE APRES RETOUR à 0

DEFORMATION ANGULAIRE EN FONCTION DE LA CHARGE APPLIQUEE A 375 mm ECHANTILLON A



—◆— DEFORMATION SOUS CHARGE —■— DEFORMATION RESIDUELLE APRES RETOUR à 0