

# **Brevet de technicien supérieur Travaux Publics**

Epreuve E4

**U42: Technologie de construction**

*Durée : 4 heures*

*Coefficient:3*

*Matériel:*

- La calculatrice n'est pas autorisée.*
- Des stylos ou feutres ou crayons bleu et rouge seront demandés.*

## **Composition du dossier TECHNOLOGIE DES CONSTRUCTIONS**

**P0: Présentation du dossier.**

**P1: Profil en long géotechnique.**

**P2: (Feuille recto-verso)**

**Extrait du G.T.R: Classification des sols fins et conditions d'utilisation de ces sols fins en remblai.**

**P3: (Feuille recto-verso)**

**Extrait du G.T.R: Conditions d'utilisation des matériaux de classe B6 en remblai et rappel des différents cas de P.S.T.**

**P4: Fiche technique compacteur et extrait du G.T.R sur le classement des compacteurs.**

**P5: Extrait du G.T.R: Calcul du rendement d'un compacteur .**

**P6: Extrait du G.T.R: Compactage des matériaux en couche de forme.**

**P7: Plans de terrassement et d'assainissement.**

**P8: Profil en long.**

### **Travail demandé:**

**T1: Etude du profil géotechnique.**

**T2: Terrassements.**

**T3: Drainage et assainissement.**

**T4 et T5: Chaussées.**

### **Documents réponses à remettre :**

**DR1**

**DR2**

**DR3**

## **PRESENTATION DU DOSSIER :**

L'étude proposée porte sur les travaux de terrassement, d'assainissement et de réalisation de chaussées d'une structure autoroutière.

### **Remarque 1:**

Compte tenu de la longueur relativement importante du tracé, l'étude concerne une partie très limitée du projet dont on vous donne :

- Un extrait du profil en long géotechnique
- Un extrait du plan de terrassements et d'assainissement.
- Un extrait du profil en long.

### **Remarque 2:**

Le sujet comporte quatre parties indépendantes .

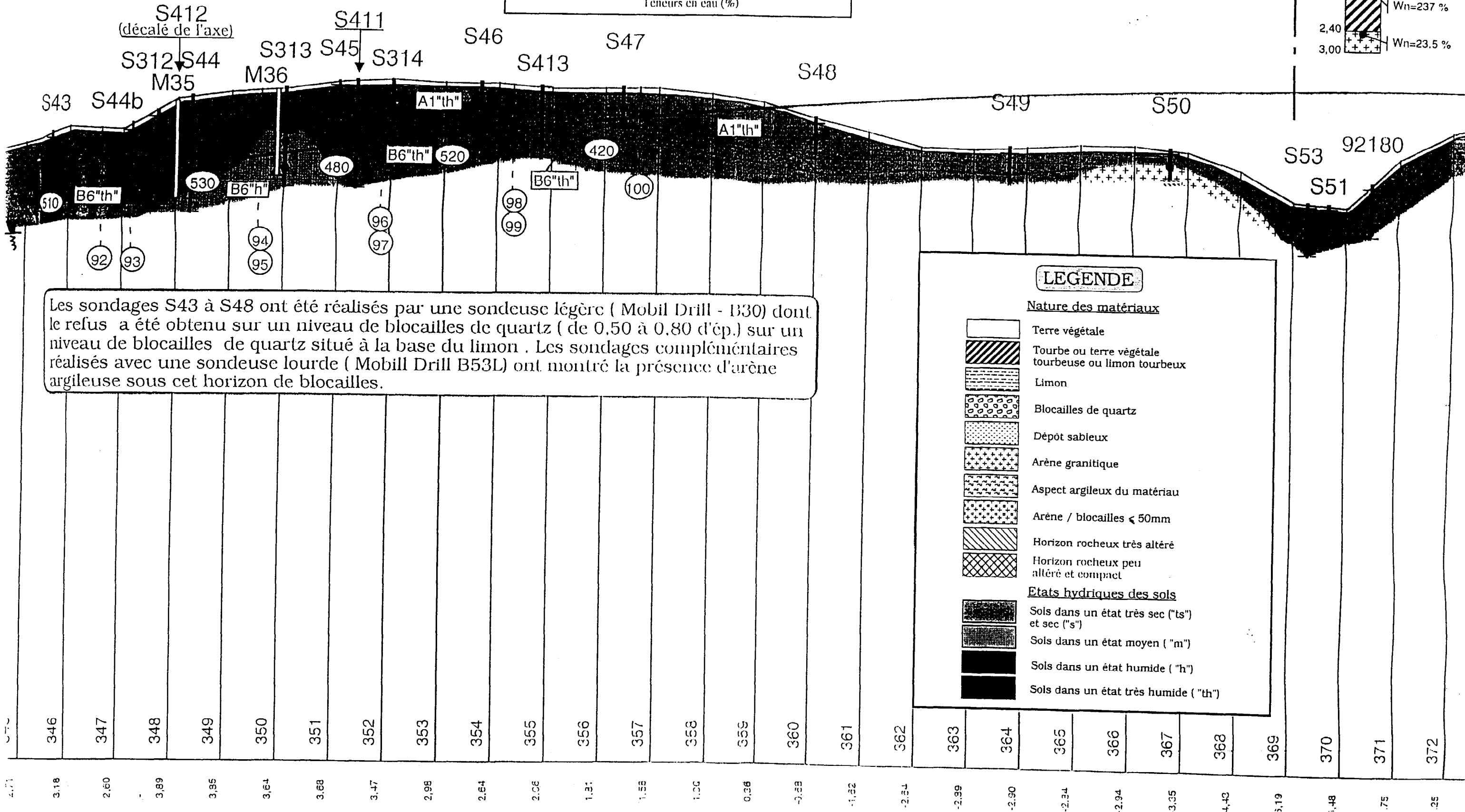
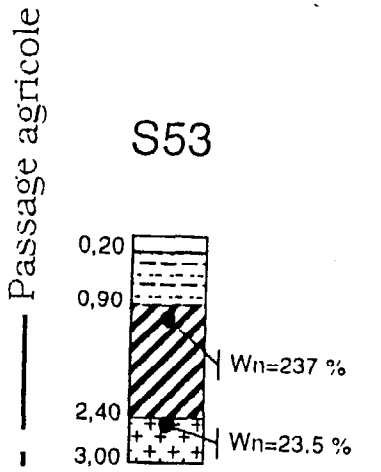
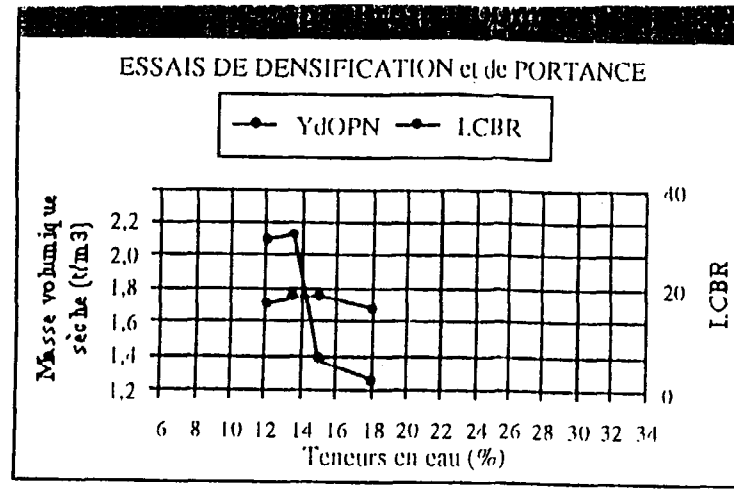
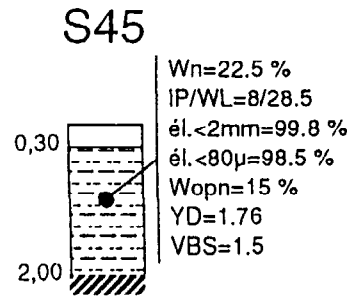
### **Objectifs recherchés :**

- Lire et analyser un profil en long géotechnique
- Exploiter le G.T.R
- Analyser un plan « travaux » ( terrassement et assainissement)
- Maitriser les techniques de mise en œuvre des matériaux de couches de chaussées.

### **Le barème est le suivant (sur 100 points):**

<b>1<sup>ère</sup> partie</b>	<b>2<sup>ème</sup> partie</b>	<b>3<sup>ème</sup> partie</b>	<b>4<sup>ème</sup> partie</b>
<b>1-1 : 4 points</b>	<b>2-1 : 3 points</b>	<b>3-1-1 : 3 points</b>	<b>4-1 : 13 points</b>
<b>1-2 : 4 points</b>	<b>2-2 : 6 points</b>	<b>3-1-2 : 5 points</b>	<b>4-2 : 4 points</b>
<b>1-3 : 4 points</b>	<b>2-3 : 4 points</b>	<b>3-1-3 : 3 points</b>	<b>4-3 : 6 points</b>
<b>1-4 : 4 points</b>	<b>2-4 : 8 points</b>	<b>3-1-4 : 8 points</b>	
<b>1-5 : 4 points</b>	<b>2-5 : 4 points</b>	<b>3-2 : 6 points</b>	
		<b>3-3 : 7 points</b>	

Zone de prélèvement de limon pour étude de traitement



Les sondages S43 à S48 ont été réalisés par une sondeuse légère ( Mobil Drill - B30) dont le refus a été obtenu sur un niveau de blocailles de quartz ( de 0.50 à 0.80 d'èp.) sur un niveau de blocailles de quartz situé à la base du limon . Les sondages complémentaires réalisés avec une sondeuse lourde ( Mobil Drill B53L) ont montré la présence d'arène argileuse sous cet horizon de blocailles.

**LEGENDE**

Nature des matériaux

- Terre végétale
- Tourbe ou terre végétale tourbeuse ou limon tourbeux
- Limon
- Blocailles de quartz
- Dépôt sableux
- Arène granitique
- Aspect argileux du matériau
- Arène / blocailles < 50mm
- Horizon rocheux très altéré
- Horizon rocheux peu altéré et compact

États hydriques des sols

- Sols dans un état très sec ("ts") et sec ("s")
- Sols dans un état moyen ("m")
- Sols dans un état humide ("h")
- Sols dans un état très humide ("th")

Classe A

SOLS FINS

Classement selon la nature					Classement selon l'état hydrique		
Paramètres de nature Premier niveau de classification	Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous classe fonction de la nature	Caractères principaux	Paramètres et valeurs de seuils retenus	Sous-classe	
D <sub>max</sub> ≤ 50mm et tamisat à 80µm > 35 %	A sols fins	VBS ≤ 2,5 ou I <sub>p</sub> ≤ 12	A <sub>1</sub>	Ces sols changent brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau, en particulier lorsque leur w <sub>n</sub> est proche de w <sub>OPH</sub> . Le temps de réaction aux variations de l'environnement hydrique et climatique est relativement court, mais la perméabilité pouvant varier dans de larges limites selon la granulométrie, la plasticité et la compacité, le temps de réaction peut tout de même varier assez largement. Dans le cas de ces sols fins peu plastiques, il est souvent préférable de les identifier par la valeur de bleu de méthylène VBS, compte tenu de l'imprécision attachée à la mesure de l'Ip.	IPI ≤ 3 ou w <sub>n</sub> ≥ 1,25 w <sub>OPH</sub>	A <sub>1</sub> lh	
			12 < I <sub>p</sub> ≤ 25 ou 2,5 < VBS ≤ 6	Sables fins argileux, limons, argiles et marnes peu plastiques, arènes...	Le caractère moyen des sols de cette sous-classe fait qu'ils se prêtent à l'emploi de la plus large gamme d'outils de terrassement (si la teneur en eau n'est pas trop élevée). Dès que l'Ip atteint des valeurs ≥ 12, il constitue le critère d'identification le mieux adapté.	3 < IPI ≤ 8 ou 1,10 w <sub>OPH</sub> ≤ w <sub>n</sub> < 1,25 w <sub>OPH</sub>	A <sub>1</sub> h
						8 < IPI ≤ 25 ou 0,9 w <sub>OPH</sub> ≤ w <sub>n</sub> < 1,10 w <sub>OPH</sub>	A <sub>1</sub> m
						0,7 w <sub>OPH</sub> ≤ w <sub>n</sub> < 0,9 w <sub>OPH</sub>	A <sub>1</sub> s
						w <sub>n</sub> < 0,7 w <sub>OPH</sub>	A <sub>1</sub> ls
		25 < I <sub>p</sub> ≤ 40 ou 6 < VBS ≤ 8	Argiles et argiles marneuses, limons très plastiques...	Ces sols sont très cohérents à teneur en eau moyenne et faible, et collants ou glissants à l'état humide, d'où difficulté de mise en œuvre sur chantier (et de manipulation en laboratoire). Leur perméabilité très réduite rend leurs variations de teneur en eau très lentes, en place. Une augmentation de teneur en eau assez importante est nécessaire pour changer notablement leur consistance.	IPI ≤ 2 ou Ic ≤ 0,9 ou w <sub>n</sub> ≥ 1,3 w <sub>OPH</sub>	A <sub>2</sub> lh	
					2 < IPI ≤ 5 ou 0,9 < Ic ≤ 1,05 ou 1,1 w <sub>OPH</sub> ≤ w <sub>n</sub> < 1,3 w <sub>OPH</sub>	A <sub>2</sub> h	
					5 < IPI ≤ 15 ou 1,05 < Ic ≤ 1,2 ou 0,9 w <sub>OPH</sub> ≤ w <sub>n</sub> < 1,1 w <sub>OPH</sub>	A <sub>2</sub> m	
					1,2 < Ic ≤ 1,4 ou 0,7 w <sub>OPH</sub> ≤ w <sub>n</sub> < 0,9 w <sub>OPH</sub>	A <sub>2</sub> s	
					Ic > 1,4 ou w <sub>n</sub> < 0,7 w <sub>OPH</sub>	A <sub>2</sub> ls	
		I <sub>p</sub> > 40 ou VBS > 8	Argiles et argiles marneuses, très plastiques...	Ces sols sont très cohérents et presque imperméables : s'ils changent de teneur en eau, c'est extrêmement lentement et avec d'importants retraits ou gonflements. Leur emploi en remblai ou en couche de forme n'est normalement pas envisagé mais il peut éventuellement être décidé à l'appui d'une étude spécifique s'appuyant notamment sur des essais en vraie grandeur.	IPI ≤ 1 ou Ic ≤ 0,8 ou w <sub>n</sub> ≥ 1,4 w <sub>OPH</sub>	A <sub>3</sub> lh	
					1 < IPI ≤ 3 ou 0,8 < Ic ≤ 1 ou 1,2 w <sub>OPH</sub> ≤ w <sub>n</sub> < 1,4 w <sub>OPH</sub>	A <sub>3</sub> h	
3 < IPI ≤ 10 ou 1 < Ic ≤ 1,15 ou 0,9 w <sub>OPH</sub> ≤ w <sub>n</sub> < 1,2 w <sub>OPH</sub>	A <sub>3</sub> m						
1,15 < Ic ≤ 1,3 ou 0,7 w <sub>OPH</sub> ≤ w <sub>n</sub> < 0,9 w <sub>OPH</sub>	A <sub>3</sub> s						
Ic > 1,3 ou w <sub>n</sub> < 0,7 w <sub>OPH</sub>	A <sub>3</sub> ls						
					Valeurs seuils des paramètres d'état, à définir à l'appui d'une étude spécifique.	A <sub>4</sub> lh	
						A <sub>4</sub> h	
						A <sub>4</sub> m	
						A <sub>4</sub> s	

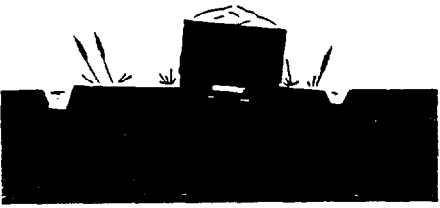
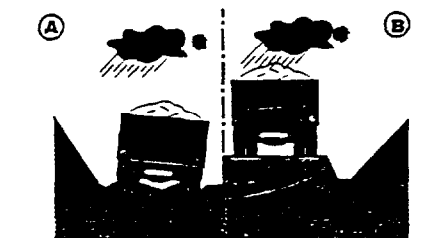


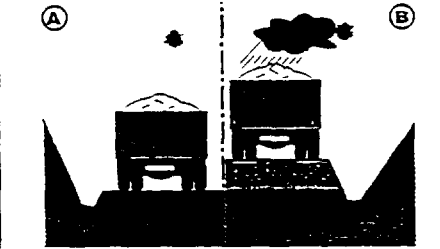
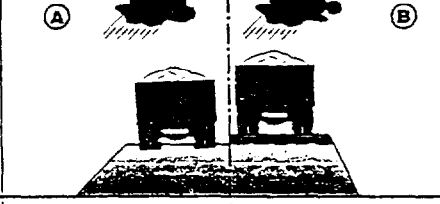
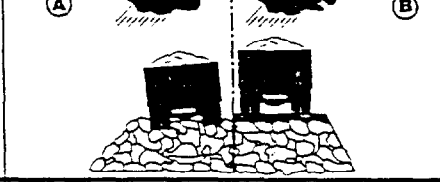
Les paramètres inscrits en caractères gras sont ceux dont le choix est à privilégier.

## CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN REMBLAI

**A<sub>i</sub> (états th, h, m)**

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
<b>A<sub>i</sub> th</b>	<b>Sols normalement inutilisables en l'état</b>			
	La réduction de teneur en eau par une mise en dépôt provisoire ou drainage préalable (plusieurs mois) peut être envisageable après étude spécifique et permettrait de les ramener en A <sub>i</sub> h			NON
<b>A<sub>i</sub> h</b>	Ces sols sont difficiles à mettre en oeuvre en raison de leur portance faible  Ils sont sujets au matelassage  Le matelassage est à éviter au niveau de l'arase-terrassement	+	pluie faible  Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes	NON
		=	ni pluie, ni évaporation importante  <b>Solution 1 : traitement</b> T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen	0 0 0 1 0 2 0
		-	évaporation importante  <b>Solution 1 : utilisation en l'état</b> C : compactage faible H : remblai de faible hauteur (≤ 5m)	0 0 0 0 0 3 1
			<b>Solution 2 : aération</b> E : extraction en couches minces W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10m)	1 0 1 0 1 2 2
<b>A<sub>i</sub> m</b>	Ces sols s'emploient facilement mais sont très sensibles aux conditions météorologiques qui peuvent très rapidement interrompre le chantier à cause d'un excès de teneur en eau ou au contraire conduire à un matériau sec difficile à compacter	++	pluie forte  Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes	NON
		+	pluie faible  E : extraction frontale C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10m)	2 0 0 0 0 2 2
		=	ni pluie, ni évaporation importante  C : compactage moyen	0 0 0 0 0 2 0
		-	<b>Solution 1 : arrosage superficiel</b> W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage moyen	0 0 3 0 0 2 0
			<b>Solution 2 : utilisation en l'état</b> C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10m)	0 0 0 0 0 1 2
	<b>Solution 3 : extraction frontale</b> E : extraction frontale C : compactage intense	2 0 0 0 0 1 0		

## RAPPEL DES DIFFERENTS CAS POSSIBLES DE P.S.T. (cf. fascicule I § 3.3.2)

Cas de P.S.T.	Schéma	Description	Classe de l'arase	Commentaires
P.S.T. n°0		<b>Soils</b> A, B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , B <sub>3</sub> , B <sub>4</sub> , C <sub>1</sub> se trouvant dans un état hydrique (th).  <b>Contexte</b> Zones tourbeuses, marécageuses ou inondables. PST dont la portance risque d'être quasi nulle au moment de la réalisation de la chaussée ou au cours de la vie de l'ouvrage.	AR0	La solution de franchissement de ces zones doit être recherchée par une opération de terrassement (purge, substitution) et/ou de drainage (fossés profonds, rabattement de la nappe...) de manière à pouvoir reclasser le nouveau support obtenu au moins en classe AR1.
P.S.T. n°1		<b>Soils</b> Matériaux des classes A, B <sub>2</sub> , B <sub>4</sub> , B <sub>5</sub> , B <sub>6</sub> , C <sub>1</sub> , R <sub>12</sub> , R <sub>13</sub> , R <sub>24</sub> et certains matériaux C <sub>2</sub> , R <sub>23</sub> et R <sub>25</sub> dans un état hydrique (h).  <b>Contexte.</b> PST en matériaux sensibles de mauvaise portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A) et sans possibilité d'amélioration à long terme (B).	AR1	Dans ce cas de PST, il convient : - soit de procéder à une amélioration du matériau jusqu'à 0,5 m d'épaisseur par un traitement principalement à la chaux vive et selon une technique remblai. On est ramené au cas de PST 2, 3 ou 4 selon le contexte - soit d'effectuer une couche de forme en matériau granulaire insensible à l'eau de forte épaisseur (en admettant une légère réduction si l'on intercale un géotextile anticontaminant à l'interface PST - couche de forme).
P.S.T. n°2		<b>Soils</b> Matériaux des classes A, B <sub>2</sub> , B <sub>4</sub> , B <sub>5</sub> , B <sub>6</sub> , C <sub>1</sub> , R <sub>12</sub> , R <sub>13</sub> , R <sub>24</sub> et certains matériaux C <sub>2</sub> , R <sub>23</sub> et R <sub>25</sub> dans un état hydrique (m).  <b>Contexte</b> PST en matériaux sensibles à l'eau de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A). Cette portance peut cependant chuter à long terme sous l'action des infiltrations des eaux pluviales et d'une remontée de la nappe (B).	AR1	Si l'on peut réaliser un rabattement de la nappe à une profondeur suffisante, on est ramené au cas de PST 3. Bien que les exigences requises à court terme pour la plate-forme support puissent être momentanément obtenues au niveau de l'arase, il est cependant quasiment toujours nécessaire de prévoir la réalisation d'une couche de forme.
P.S.T. n°3		<b>Soils</b> Mêmes matériaux que dans le cas de PST 2.  <b>Contexte</b> PST en matériaux sensibles à l'eau, de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A) mais pouvant chuter à long terme sous l'action de l'infiltration des eaux pluviales (B).	AR1	Mêmes commentaires qu'en PST 2 sur la nécessité de réalisation d'une couche de forme. Sans mesure de drainage.
			AR2	Classement en AR2 si des dispositions constructives de drainage à la base de la chaussée permettent d'évacuer les eaux et d'éviter leur infiltration.
P.S.T. n°4		<b>Soils</b> Mêmes matériaux qu'en PST 1 sous réserve que la granularité permette leur traitement.  <b>Contexte</b> PST en matériaux sensibles à l'eau (en remblai ou reportés en fond de déblai hors nappe) ayant subi une amélioration à la chaux ou aux liants hydrauliques selon une technique "remblai" et sur une épaisseur de 0,30 à 0,50 m. L'action du traitement est cependant durable.	AR2	La portance de l'arase peut être localement élevée mais la dispersion n'autorise pas un classement supérieur. La décision de réalisation d'une couche de forme sur cette PST dépend du projet et des valeurs de portance de l'arase mesurées à court terme (après prise du liant).
P.S.T. n°5		<b>Soils</b> B <sub>1</sub> et D <sub>1</sub> et certains matériaux rocheux de la classe R <sub>20</sub> .  <b>Contexte</b> PST en matériaux sableux fins insensibles à l'eau, hors nappe, posant des problèmes de traficabilité.	AR2	La portance de l'arase de cette PST dépend beaucoup de la nature des matériaux. Classement en AR3 si le module EV2 de l'arase est supérieur à 120 MPa.
			AR3	Les valeurs de portance à long terme peuvent être assimilées aux valeurs mesurées à court terme. La nécessité d'une couche de forme sur cette PST ne s'impose que pour satisfaire les exigences de traficabilité.
P.S.T. n°6		<b>Soils</b> Matériaux des classes D <sub>3</sub> , R <sub>11</sub> , R <sub>21</sub> , R <sub>22</sub> , R <sub>23</sub> , R <sub>24</sub> , R <sub>25</sub> , R <sub>26</sub> , R <sub>27</sub> , R <sub>28</sub> , R <sub>29</sub> , R <sub>30</sub> , R <sub>31</sub> , R <sub>32</sub> , R <sub>33</sub> ainsi que certains matériaux C <sub>2</sub> , R <sub>23</sub> , R <sub>24</sub> et R <sub>25</sub> .  <b>Contexte</b> PST en matériaux graveleux ou rocheux insensibles à l'eau mais posant des problèmes de réglage et/ou de traficabilité.	AR3	Classement en AR3 si EV2 ≥ 120 MPa et en AR4 si EV2 ≥ 200 MPa.
			AR4	Les valeurs de portance à long terme peuvent être assimilées aux valeurs mesurées à court terme. La nécessité d'une couche de forme ne s'impose que pour les exigences à court terme (nivellement et traficabilité) et peut donc se réduire à une couche de fin réglage.

1) Comportement de la PST à la mise en œuvre de la couche de forme

2) Situation pendant la "phase de construction" de la chaussée.

## CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN REMBLAI

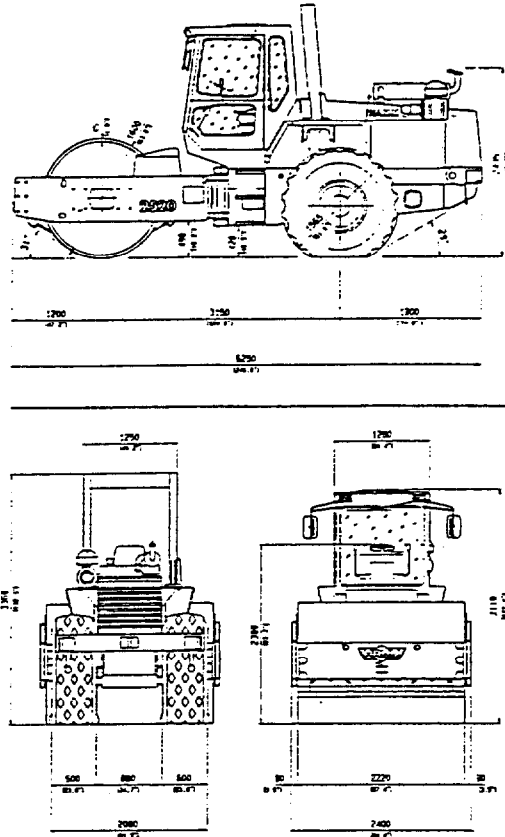
**B<sub>s</sub> (états th, h et m)**

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H
<b>B<sub>s</sub>th</b>	<b>Ces sols sont normalement inutilisables dans l'état</b> <i>en raison de leur portance quasi nulle. Le drainage ou la mise en dépôt provisoire peut permettre de les ramener à l'état (h)</i>			NON
<b>E<sub>s</sub>h</b>	Ces sols sont très difficiles à mettre en oeuvre en raison de leur portance faible.  La fraction grenue n'est pas suffisante pour modifier sensiblement le comportement de la fraction argileuse. Ils sont sujets au "matelassage", ce qui est à éviter au niveau des arases de terrassement	+	pluie faible  Situation ne permettant pas la mise en remblai, avec des garanties de qualité suffisantes	NON
		=	ni pluie, ni évaporation importante  <b>Solution 1 : traitement</b> T : traitement à la chaux seule C : compactage moyen	0 0 0 2 0 2 0
		-	évaporation importante  <b>Solution 1 : extraction en couche - aération</b> E : extraction en couche W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 5 m)	0 0 0 0 0 3 1
		-	évaporation importante  <b>Solution 1 : extraction en couche - aération</b> E : extraction en couche W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1 0 1 0 1 2 2
<b>B<sub>s</sub>m</b>	Ces sols ne posent pas de problème d'utilisation en remblai sauf par pluie forte  En l'absence de pluie, ils présentent en général une bonne traçabilité du fait de la présence d'une fraction granulaire importante	++	pluie forte  Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes	NON
		+	pluie faible  E : extraction frontale C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2 0 0 0 0 2 2
		=	ni pluie, ni évaporation importante  C : compactage moyen	0 0 0 0 0 2 0
		-	évaporation importante  <b>Solution 1 : utilisation en l'état</b> C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0 0 0 0 0 1 2
			<b>Solution 2 : arrosage pour maintien de l'état</b> W : arrosage pour maintien de l'état C : compactage moyen	0 0 3 0 0 2 0
-	<b>Solution 3 : extraction frontale</b> E : extraction frontale C : compactage intense	2 0 0 0 0 1 0		



Caractéristiques	
<b>Poids</b>	
Poids de base sans cabine	16.700 kg
Poids opérationnel	17.300 kg
Charge sur bandage	10.700 kg
Charge sur roues	6.600 kg
Charge linéaire statique avant	48,2 kg/cm
<b>Dimensions</b>	
Largeur de travail	2.220 mm
Diamètre du bandage	1.600 mm
Rayon de braquage ext./int.	7.000/4.780 mm
<b>Moteur</b>	
Deutz-Turbo Diesel, à 4 temps refroidi par eau, 6 cylindres	Euro 1 Type BF6M 1013E
Puissance selon ISO 9249	119 kW/162 CV à 2300 tr/min
Puissance selon SAE J1349	145 kW/194,5 CV à 2300 tr/min
Réservoir de carburant	255 ltr
<b>Entrainement</b>	
Entrainement hydrostatique, en continu	
Axes planétaires avec blocage de différentiel	
<b>Vitesse</b>	
Vitesse de travail	0-6,5 km/h
Vitesse de route	0-15 km/h
<b>Aptitude en pente</b>	
Avec/sans vibration	35/40 %
<b>Système de vibration</b>	
Entrainement hydrostatique	
Fréquence	Hz 27 30
Amplitude nominale	mm 1,78 0,91
Force de compactage totale	kN 473 363
<b>Direction</b>	
Angle de braquage ±30°, angle d'oscillation ±10°	
Servodirection hydrostatique	
<b>Freins</b>	
Frein de travail: hydrostatique	
Frein de parking: à ressorts accumulés	
<b>Pneus</b>	
Pneus profilés AW 23.1/16-25 8 PR	

Désignation du modèle:  
Compacteur vibrant à bandage entraîné



## Les compacteurs vibrants à cylindres lisses (Vi)

### • Classement et utilisation

Le classement est effectué à partir du paramètre  $(M1/L) \sqrt{A0}$  et d'une valeur minimale pour A0.

M1/L (1) exprimé en kg/cm et A0 (2) en mm conduisent aux cinq classes définies ci-après. Une illustration graphique est donnée par les figures 8 et 9.

V1 : $(M1/L) \times \sqrt{A0}$	{ entre 15 et 25 { supérieur à 25	et A0 ≥ 0,6 et A0 entre 0,6 et 0,8
V2 : $(M1/L) \times \sqrt{A0}$	{ entre 25 et 40 { supérieur à 40	et A0 ≥ 0,8 et A0 entre 0,8 et 1,0
V3 : $(M1/L) \times \sqrt{A0}$	{ entre 40 et 55 { supérieur à 55	et A0 ≥ 1,0 et A0 entre 1,0 et 1,3
V4 : $(M1/L) \times \sqrt{A0}$	{ entre 55 et 70 { supérieur à 70	et A0 ≥ 1,3 et A0 entre 1,3 et 1,6
V5 : $(M1/L) \times \sqrt{A0}$	supérieur à 70	et A0 ≥ 1,6

(1) M1 : masse totale s'appliquant sur la génératrice d'un cylindre (vibrant ou statique) en kg.

L : longueur de la génératrice du cylindre (vibrant ou statique) en cm.

(2) A0 : est l'amplitude théorique à vide calculable par :

$A0 = 1000 \times (me/M0)$ , avec me : moment des excentriques de l'arbre à balourd (mkg) et M0 : masse de la partie vibrante sollicitée par l'arbre à balourd (kg).

## Aide à la détermination pratique des conditions de compactage pour les remblais et les couches de forme.

### 1. Les paramètres auxiliaires

- Le nombre de passes  $n$  et le nombre d'applications de charge  $N$ .

Une passe est par définition un aller ou un retour de compacteur.

La valeur  $N$  indiquée dans les tableaux est le nombre d'applications de charge.  $N$  et  $n$  coïncident pour les compacteurs monocylindres et les compacteurs à pneus. Pour un tandem longitudinal, le nombre de passes à considérer est la moitié de  $N$ , par le fait qu'une passe constitue deux applications de charge.

La valeur  $N$  indiquée correspond en outre au cas de la mise en œuvre en épaisseur égale à l'épaisseur maximale. Elle est calculée par le rapport  $N = e / (Q/S)$ , arrondi à l'entier supérieur.

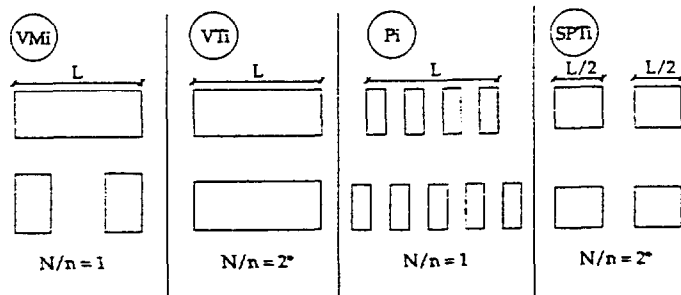
Pour une épaisseur inférieure à l'épaisseur maximale,  $N$  est calculée par l'expression :

$$N = e \text{ réelle compactée} / (Q/S)$$

Les valeurs de  $N$  figurent pour mieux se représenter le cas de compactage. Elles sont indicatives, la priorité étant donnée au respect du paramètre  $Q/S$  selon les conditions définies précédemment.

- Définition de la largeur de compactage  $L$ .

Elle correspond à la largeur compactée et est illustrée dans les divers schémas ci-après. La terminologie "largeur effective" est supprimée au profit du concept de nombre d'applications de charges  $N$  défini précédemment, et du facteur "morphologique"  $N/n$ .



\* Le recouvrement doit être total entre essieux AV et AR.

- Le débit par unité de largeur de compactage  $Q/L$

Il correspond au débit théorique (avant application du coefficient de rendement  $k$ ) qu'aurait un compacteur monocylindre ( $n = N$ ) d'un mètre de largeur, en respectant les prescriptions de  $Q/S$ ,  $e$  et  $V$ . On le calcule, avec les unités utilisées ( $Q/L$  en  $m^3/h$ ;  $Q/S$  en  $m$  et  $V$  en  $km/h$ , par :

$$Q/L = 1000 \times (Q/S) \times V$$

La valeur fournie est indicative. Elle est à recalculer, par exemple dans le cas d'un matériel  $Pi$  ou  $SPTi$ , si la vitesse moyenne réelle est inférieure à la vitesse moyenne indiquée dans les tableaux.

Elle permet de prévoir le débit pratique attendu pour un compacteur donné, par :

$$Q_{\text{prat}} = k \times (Q/L) \times L \times N/n$$

Le coefficient de rendement  $k$  peut être estimé entre 0,5 et 0,75 suivant les chantiers; il représente le rapport entre le temps utile de compactage (le temps durant lequel le matériel est effectivement utilisé sur la zone à compacter avec des paramètres de fonctionnement corrects : vitesse de translation, fréquence, moment des excentriques pour un rouleau vibrant) et le temps de présence du compacteur sur chantier.

On peut ainsi évaluer le nombre de matériels nécessaire, connaissant la cadence du chantier.

Les valeurs de  $Q/L$  permettent également de situer les différentes classes et familles de compacteurs entre elles.

TABLEAUX DE COMPACTAGE POUR L'UTILISATION DES MATERIAUX EN COUCHE DE FORME

$R_1(*)$ ,  $R_{21}(*), R_{22}(*), R_{23}(*), R_{41}(*), R_{42}(*), R_{51}(*), R_{52}(*), F_2$

Compacteur Matériau	P1		P2		P3		V1		V2		V3		V4		V5		VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	SP1	SP2	PQ3	PQ4	
$R_1(*)$	Q/S			0.020					0.020			0.025			0.030											
	e			0.20					0.20			0.30	0.30	0.35												
	V	0	0		0	0											0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	N			10					10			12	10	12												
	Q/L			100					40			50	75	60												
$R_{21}(*)$ $R_{41}(*)$ $R_{51}(*)$	Q/S		0.025	0.035			0.025	0.035			0.050			0.060												0.025
	e		0.20	0.30			0.25	0.30	0.35	0.30	0.50	0.30	0.60													0.20
	V	0			0												0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0
	N		8	9			10	9	10	6	10	5	10													8
	Q/L		125	175			50	90	70	150	100	240	120													25
$R_{22}(*)$ $R_{23}(*)$ $R_{42}(*)$ $R_{52}(*)$	Q/S		0.020	0.025			0.020	0.030			0.040			0.050												
	e		0.20	0.25			0.20		0.30	0.30	0.40	0.30	0.50													
	V	0			0												0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	N		10	10			10		10	8	10	6	10													
	Q/L		100	125			40		60	100	80	150	100													
$F_2$	Q/S		0.030	0.040			0.020	0.030			0.040			0.050												
	e		0.25	0.35			0.20		0.30	0.30	0.40	0.30	0.50													
	V	0			0												0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	N		9	9			10		10	8	10	6	10													
	Q/L		150	200			40		60	100	80	175	100													

Q/S (m)  
e (m)  
V (km/h)  
N -  
Q/L (m³/h.m)

(\*) Impose que Dmax < 2/3 de l'épaisseur de la couche compactée.

(1) S'assurer de la traficabilité du compacteur.

0 compacteur ne convenant pas

Document suivant en grande taille

Format d'origine A2 594 x 420 mm

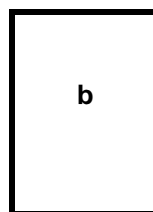
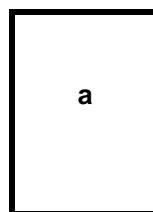
pages suivantes :

Document

Réduit en 1 page A4



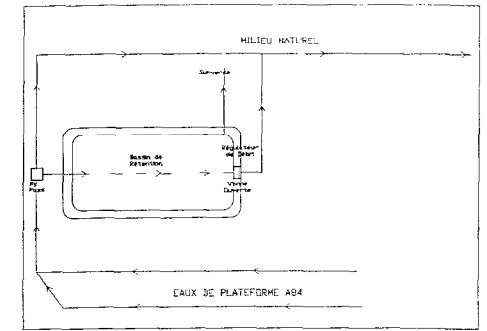
Redécoupé en 2 pages A3 successives



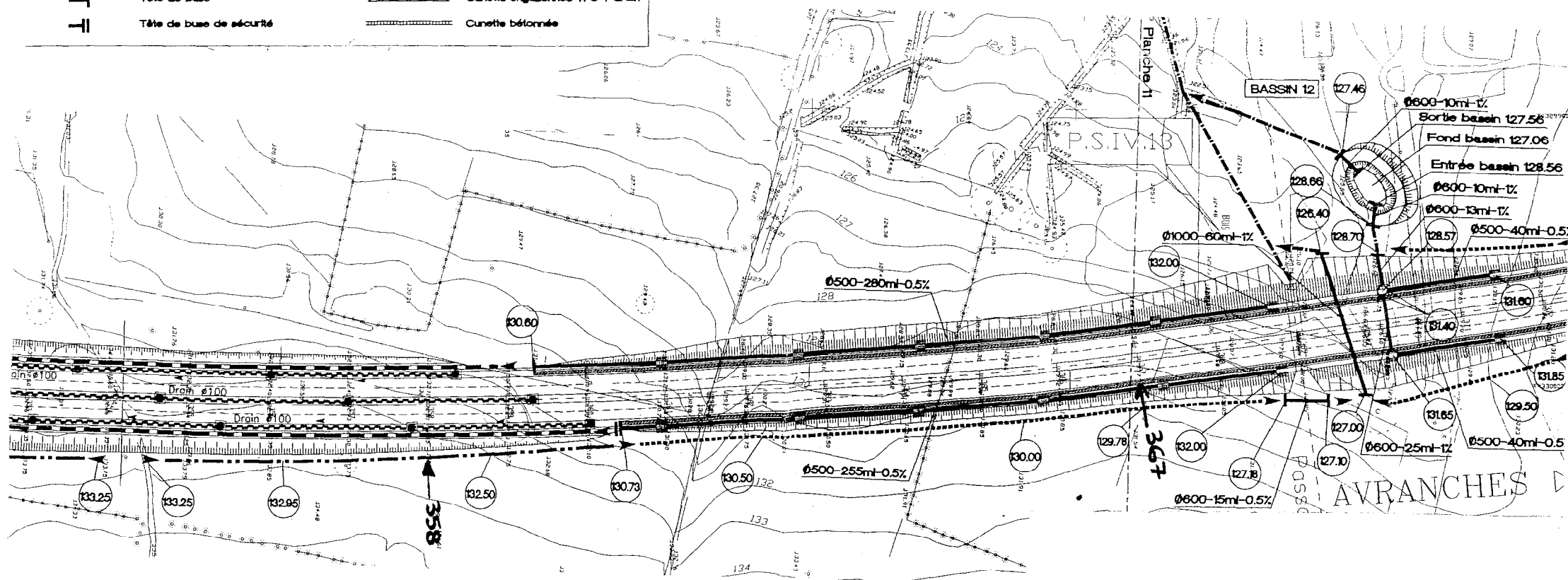
permettant la recomposition du document en taille réelle

LEGENDE ASSAINISSEMENT














	Grille		Vanne de sécurité		Point Bas
	Regard de visite		Fil d'eau buse		Point Haut
	Regard de contrôle sur drain	$\phi 400-12m-1.2\%$	Diamètre-Longueur-Pente		Boue d'écoulement
	Regard borgne sur drain		Fossé de crête		
	Drain collecteur (TPC et épis $\phi 100$ - Rives $\phi$ variable)		Cunette de déblai		
	Descente d'eau		Fossé de remblai		
	Bordure A2		Fossé pour écoulement naturel		
	Canalisation		Approfondissement de fossé		
	Tête de buse		Cunette engazonnée TPC + drain		
	Tête de buse de sécurité		Cunette bétonnée		

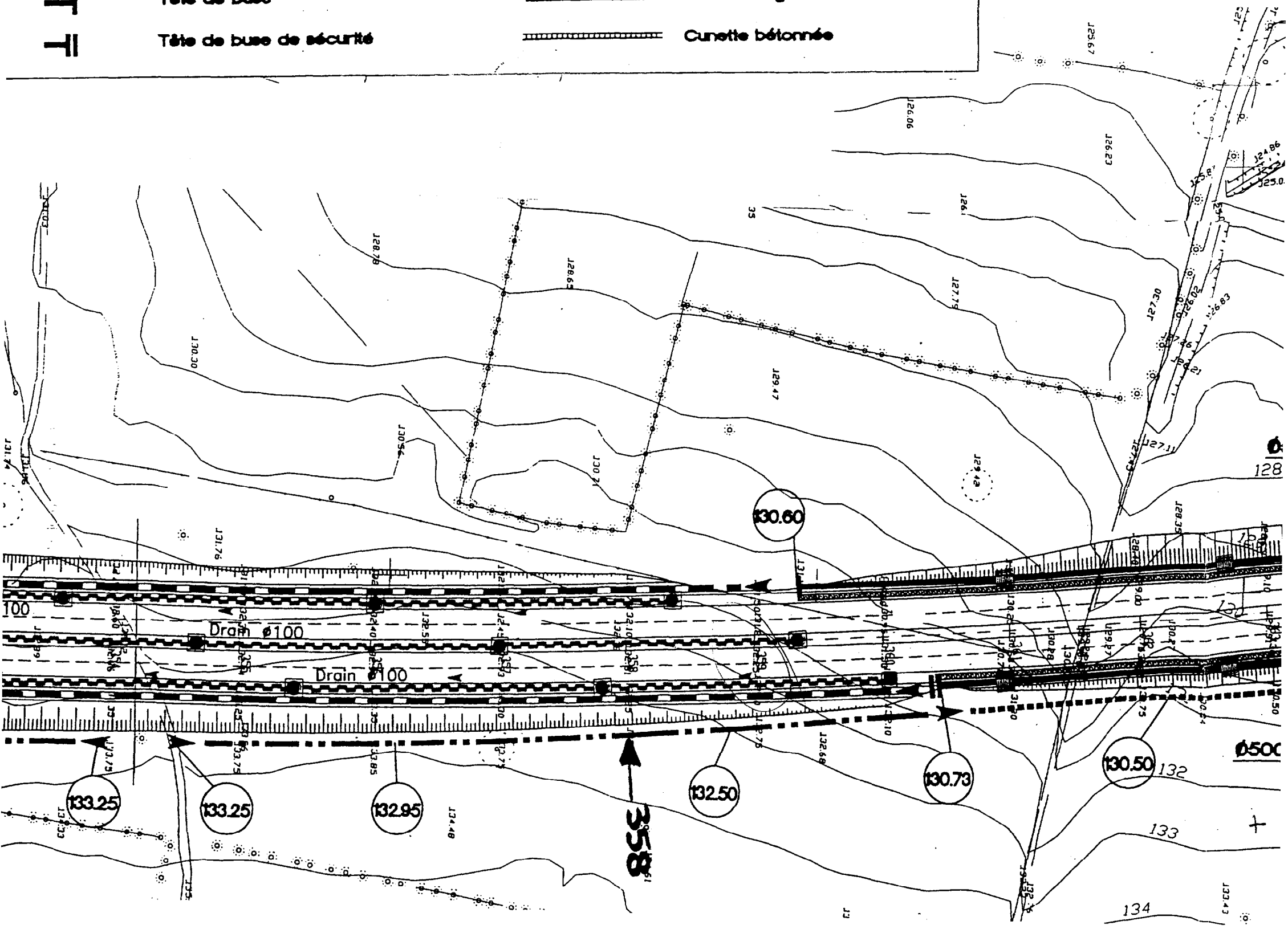


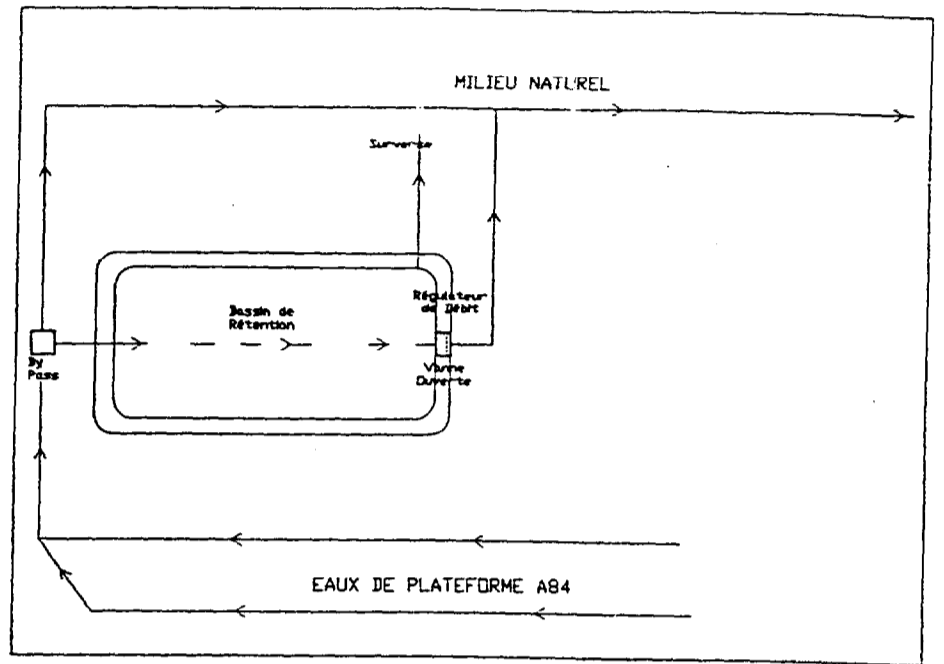
Valable pour le bassin n°12



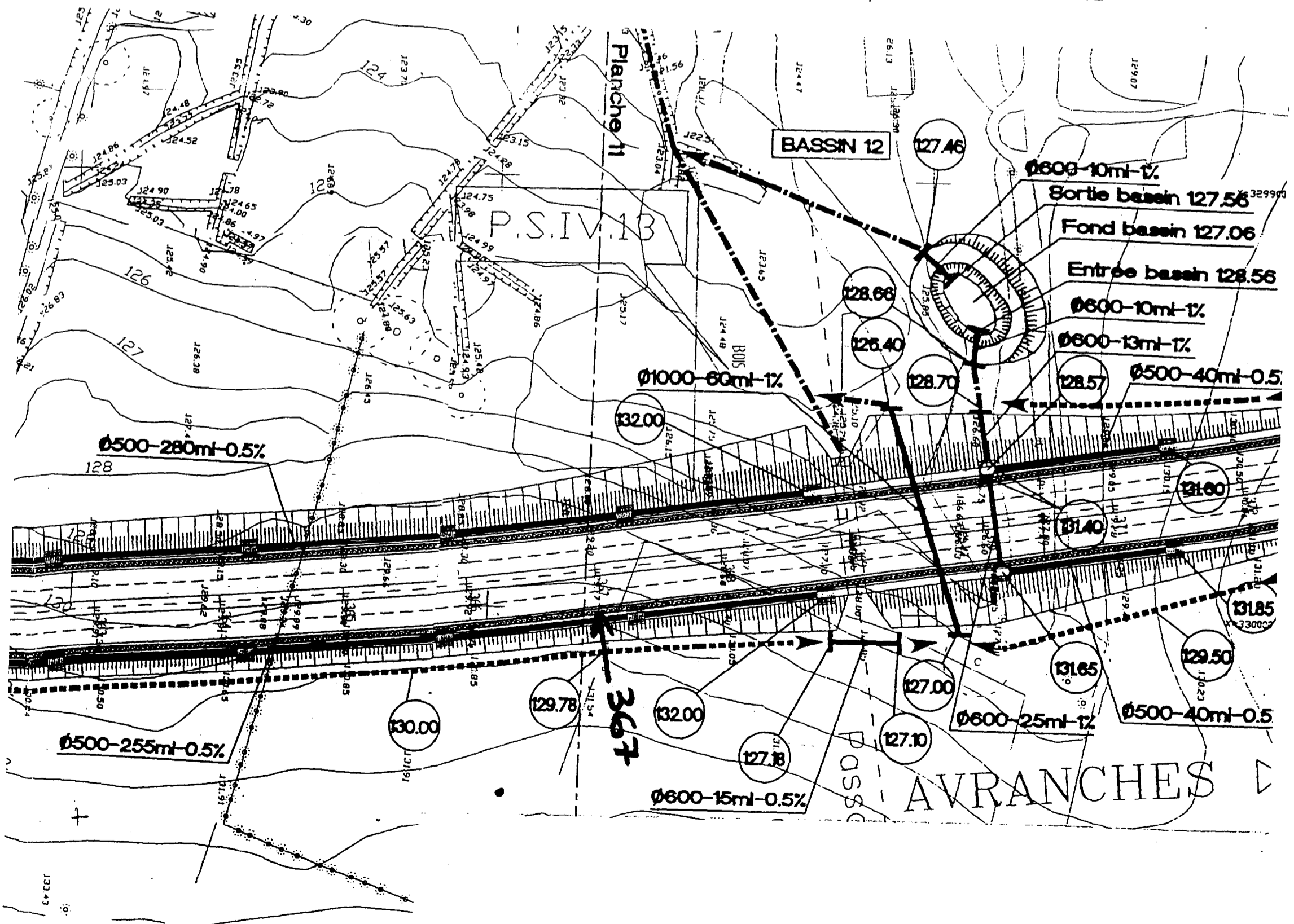
LEGENDE ASSAINISSEMENT

Grille	⊗	Vanne de sécurité	⊕	Point Bas	◀●▶
Regard de visite	⊙	Fi d'eau buse	⊖	Point Haut	◀●▶
Regard de contrôle sur drain	⊙	∅400-12m-1.2%	Diamètre-Longueur-Pente	▶	Sens d'écoulement
Regard borgne sur drain					
	Drain collecteur (TPC et épis ∅100-Rives ∅ variable)		Fossé de crête		Cunette de déblai
	Descente d'eau		Fossé de remblai		Fossé pour écoulement naturel
	Bordure A2		Approfondissement de fossé		Cunette engazonnée TPC + drain
	Canalisation		Cunette bétonnée		
	Tête de buse				
	Tête de buse de sécurité				





Valable pour le bassin n°12



Document suivant en grande taille

Format d'origine A2 594 x 420 mm

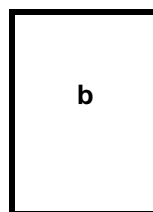
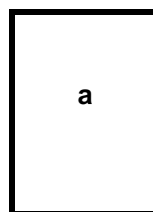
pages suivantes :

Document

Réduit en 1 page A4



Redécoupé en 2 pages A3 successives












permettant la recomposition du document en taille réelle

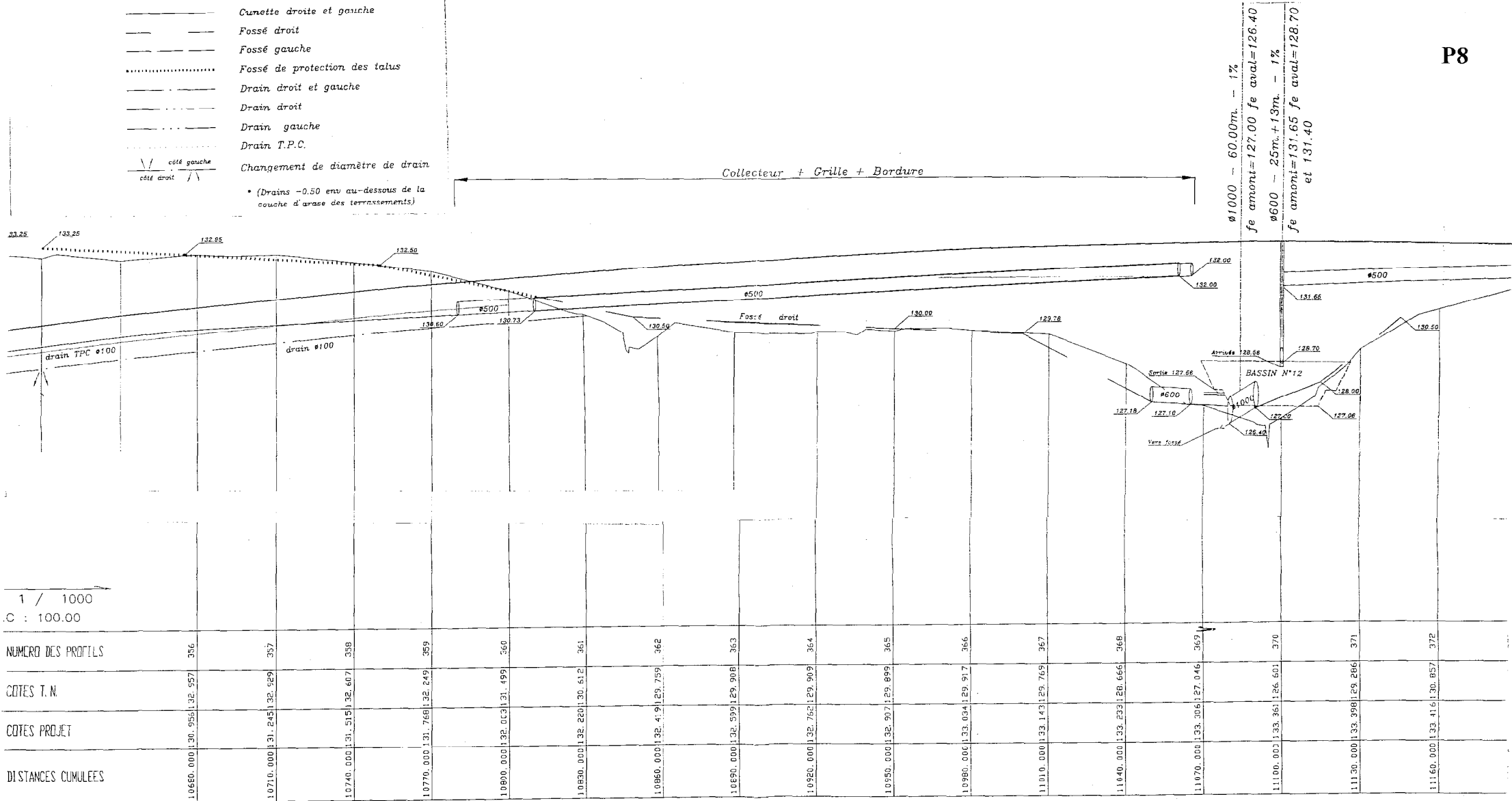


# PROFIL EN LONG

## LEGENDE









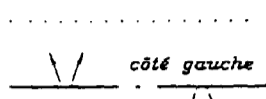
-  Cunette droite et gauche
  -  Fossé droit
  -  Fossé gauche
  -  Fossé de protection des talus
  -  Drain droit et gauche
  -  Drain droit
  -  Drain gauche
  -  Drain T.P.C.
  -   $\begin{matrix} \text{côté gauche} \\ \text{côté droit} \end{matrix}$  Changement de diamètre de drain
- \* (Drains -0.50 env au-dessous de la couche d'arasé des terrassements)

P8



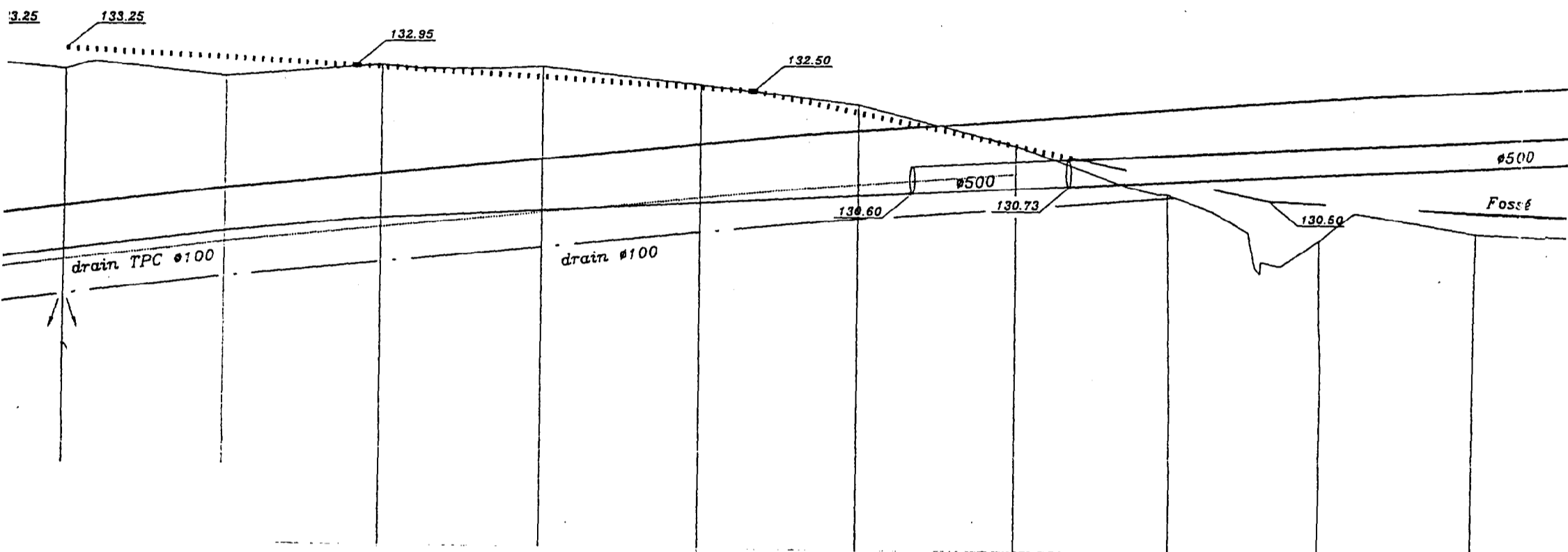
ALIGNEMENTS ET COURBES	
PENTES ET RAMPES	
DIAGRAMME DEVERS GAUCHE	
DIAGRAMME DEVERS DROIT	

LEGENDE

-  Cunette droite et gauche
-  Fossé droit
-  Fossé gauche
-  Fossé de protection des talus
-  Drain droit et gauche
-  Drain droit
-  Drain gauche
-  Drain T.P.C.
-  Changement de diamètre de drain

\* (Drains -0.50 env au-dessous de la couche d'arase des terrassements)

Collecteur



1 / 1000  
C : 100.00

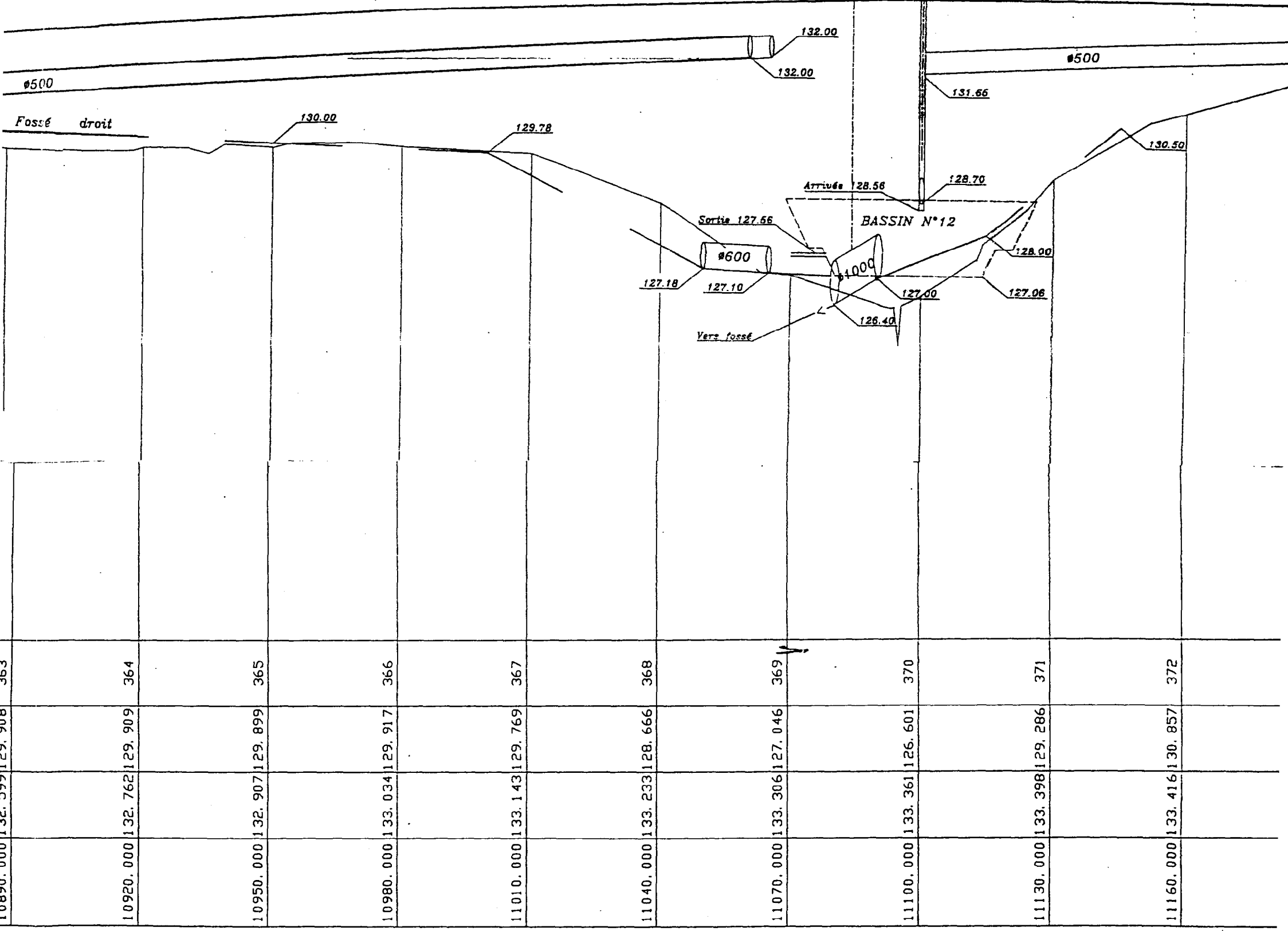
NUMERO DES PROFILS	356	357	358	359	360	361	362	363
COTES T. N.	130.956	132.929	132.607	132.249	131.499	130.612	129.759	129.908
COTES PROJET	130.956	131.245	131.515	131.768	132.003	132.220	132.419	132.599
DISTANCES CUMULEES	10680.000	10710.000	10740.000	10770.000	10800.000	10830.000	10860.000	10890.000

ALIGNEMENTS ET COURBES	
PENTES ET RAMPES	
DIAGRAMME DEVERS GAUCHE	
DIAGRAMME DEVERS DROIT	

# PROFIL EN LONG

Collecteur + Grille + Bordure

$\phi 1000 - 60.00m. - 1\%$   
 fe amont=127.00 fe aval=126.40  
 $\phi 600 - 25m. + 13m. - 1\%$   
 fe amont=131.65 fe aval=128.70  
 et 131.40



Fossé droit

BASSIN N°12

Sortie 127.66

Vers fossé

Attitude 128.56

128.70

128.00

127.00

127.06

126.40

$\phi 500$

$\phi 500$

130.50

132.00

132.00

10890.000	132.599	129.908	363
10920.000	132.762	129.909	364
10950.000	132.907	129.899	365
10980.000	133.034	129.917	366
11010.000	133.143	129.769	367
11040.000	133.233	128.666	368
11070.000	133.306	127.046	369
11100.000	133.361	126.601	370
11130.000	133.398	129.286	371
11160.000	133.416	130.857	372

---

## PREMIERE PARTIE : ETUDE DU PROFIL GEOTECHNIQUE

---

### Données :

Profil en long géotechnique    P1  
Extraits du G.T.R                P2

### Travail demandé :

Dans le Dossier de Consultation des Entreprises concernant le lot terrassement et assainissement on trouve, en particulier , le profil en long géotechnique et le rapport géotechnique.

- 1 - 1 : Que trouve-t-on comme renseignements sur le profil géotechnique pouvant aider les entreprises de terrassement à répondre à l'appel d'offres ?
- 1 - 2 : Citer brièvement, les différentes investigations (sondages, essais, études de documents...) qu'il est nécessaire d'effectuer en vue de l'élaboration du profil en long géotechnique.
- 1 - 3 : Sur le profil en long géotechnique le niveau de la nappe est indiqué en plusieurs endroits (repéré symboliquement  $\frac{1}{2}$  ).
- Comment déterminer, concrètement, le niveau de la nappe et quel matériel utiliser ?
- 1 - 4 : Au niveau du sondage S 53, on lit :
- profondeur 1 m :  $w_n = 237 \%$
  - profondeur 2,50 m :  $w_n = 23 \%$ .
- Après avoir rappelé la définition de  $w_n$ , discuter de cette valeur de  $w_n = 237 \%$  et indiquer , dans quelle situation de terrain on se situe au niveau de ce sondage, en justifiant votre réponse.
- 1 - 5 : On considère le sondage S 45 .  
A partir des informations fournies sur le profil, proposer un classement complet (nature et état) de ce sol selon le G.T.R.  
Préciser les caractères principaux de ce sol, pour la mise en œuvre.

## DEUXIEME PARTIE : TERRASSEMENT

### Données :

Profil en long géotechnique	P1
Extraits du G.T.R	P3 - P5 - P6
Caractéristiques du compacteur	P4

### Travail demandé :

- 2 – 1 : Dans le C.C.T.P terrassement, on fait généralement allusion, dans un article, aux expressions : « Déblai de première catégorie, déblai de seconde catégorie », qu'entend-on par ces deux expressions ?
- 2 – 2 : Le rapport géotechnique précise que l'on peut utiliser le matériau au niveau du sondage S 45 comme matériau de remblai, moyennant un traitement à la chaux en période favorable.
- Préciser sur quel type de sol on applique généralement un traitement à la chaux.
  - Quelles sont les conséquences, à court terme, d'un traitement à la chaux vive sur les propriétés géotechniques du sol? Et à long terme?
- 2 – 3 : Le coût du traitement à la chaux étant trop élevé, la maitre d'ouvrage n'a pas retenu cette solution . Aussi la partie supérieure des terrassements de cette zone en remblai, est réalisée avec un matériau d'emprunt classé « B<sub>6</sub> m « ; l'épaisseur de la couche mise en œuvre est voisine de 1 m.
- Préciser les conditions d'utilisation de ce matériau en corps de remblai.
  - Proposer un classement de la P.S.T obtenue ainsi que de l'arase de terrassement.
- 2 – 4 : Pour réaliser la couche de forme, on utilise un matériau de carrière de classe R61 . Pour le compactage de ce matériau, on utilise des compacteurs vibrants monocylindres dont les caractéristiques sont précisées par la fiche constructeur
- Proposer un classement de ces compacteurs selon le G.T.R.  
(On vous donne:  $48,2 \sqrt{1,78} = 64,30$ )
  - Sachant que l'épaisseur des couches à mettre en œuvre est de 35 cm (épaisseur mesurée après compactage), déterminer les modalités de compactage (Q/S, v, e).
- Rappel :** Q/S : volume compacté durant un temps donné (exemple : 1 heure)  
S surface balayée par le compacteur durant le même temps  
v vitesse de déplacement maximum  
e épaisseur maximum de la couche compactée  
(On rappelle que  $v \cdot e = \text{constante}$ , c'est-à-dire que  $v_{\text{chantier}} \cdot e_{\text{chantier}} = v_{\text{GTR}} \cdot e_{\text{GTR}}$ )
- En déduire le rendement théorique horaire de chacun des compacteurs.
  - En retenant un coefficient  $K = 0,65$ , déterminer le rendement pratique horaire d'un compacteur.
- 2 – 5 : Le maitre d'ouvrage ayant imposé une plate-forme de portance à long terme permettant son classement en PF2,
- De manière générale, quel essai permet de vérifier la portance de la plate-forme ?
  - Expliquer brièvement le déroulement de l'essai cité ci-dessus et préciser ce que l'on mesure au cours de cet essai.

## **TROISIEME PARTIE : DRAINAGE ET ASSAINISSEMENT ROUTIER**

### **Données :**

Profil en long	<b>P8</b>
Planche « Terrassements – Assainissement »	<b>P7</b>
Documents réponses	<b>DR1 ; DR2</b>

### **Travail demandé :**

Pour éviter l'entrée de l'eau dans les couches de chaussées et dans les matériaux de la couche de forme en déblai et en remblai, éviter l'érosion des talus..., divers dispositifs de collecte et d'évacuation des eaux ont été prévus pour ce projet autoroutier.

#### **3 -1 : Drainage en remblai : DR 1**

Sur le document DR1, on a reproduit la plate-forme de l'emprise de l'autoroute en zone de remblai, au niveau du profil 367.

Les réseaux de drainage (collecte et évacuation) des eaux internes et superficielles y figurent. Les ouvrages élémentaires font l'objet des questions qui suivent.

##### **3-1-1 Question préliminaire :**

Qu'entend t'on par « eaux superficielles et internes » ?

##### **3-1-2 Au niveau des profils en travers en remblai :**

- Justifier les dispositions **des fossés de pied de talus** en précisant le sens d'écoulement des eaux recueillies, la nature (superficielles ou internes) de ces eaux et leur exutoire.
- Pourquoi y-a-t-il un fossé de pied de talus dans le sens Rennes ->Avranches et pas de l'autre côté ?

##### **3-1-3 Des bordures** sont situées au delà de la B.A.U.

- Justifier l'emploi d'un tel dispositif.

##### **3-1-4 Des collecteurs et des regards à grilles** sont disposés en tête de talus de remblai.

- De quelle nature sont les eaux transportées par ces buses ?
- Préciser la cote du fil d'eau du collecteur droit Ø 500 au profil 367.  
(Ne pas utiliser le plan de comparaison, une partie du plan original ayant été tronquée).
- Quels sont les rôles des regards à grilles et justifier leur fréquence.
- Pourquoi les eaux collectées dans ce réseau sont-elles **directement rejetées** dans le bassin d'orage?

#### **3 - 2 Conditions de pose des collecteurs Ø 500 en tête de talus de remblai :**

- Schématiser les phases de mise en oeuvre de ces collecteurs. Préciser la chronologie d'exécution. ~~Faire clairement apparaître~~ leur réalisation par rapport à l'exécution de la couche de forme; justifier votre choix.

#### **3 - 3 : Drainage en déblai :DR 2**

- Compléter la perspective réalisée sur le document réponse DR2, en replaçant les ouvrages élémentaires (transversaux et longitudinaux) de drainage des eaux internes et superficielles.
- Schématiser en bleu, le trajet des eaux superficielles et, en rouge le trajet des eaux internes .

## QUATRIEME PARTIE : CHAUSSEES

### Données :

Profil en travers type :DR1  
Document réponse DR3.

### Travail demandé :


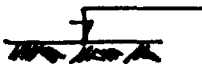

On s'intéresse à la réalisation des différentes couches du corps de chaussée et de la couche de roulement.

#### 4. 1 : Mise en œuvre :

Trois principales méthodes de guidage du finisseur sont employées pour gommer progressivement les déformations, depuis les couches d'assises jusqu'à la couche de roulement :

- mise en œuvre selon la technique « du fil ».
- mise en œuvre selon la technique « de la poutre »
- mise en œuvre au finisseur « à vis calées ».


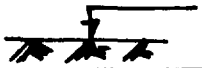

■ Compléter le tableau ci-dessous: cocher ; pour chacune de ces 3 méthodes, les cases correspondant aux objectifs visés lors de l'exécution selon la technique utilisée.(A compléter sur le DR3).

	Objectif d'uni 	Objectif de nivellement 	Objectif d'épaisseur 
Méthode du fil			
Méthode de la poutre			
Méthode dite "à vis calées"			

■ Présenter, alors **schématiquement**, le principe de ces trois méthodes.

Pour chacune des quatre couches de la section courante DR1,

■ ~~Rappeler les exigences~~ Rappeler les exigences en termes d'objectifs d'exécution, lors de la mise en œuvre; compléter alors ce tableau, rappelé sur le DR3.

	Objectif d'uni 	Objectif de nivellement 	Objectif d'épaisseur 
Couche de fondation			
Couche de base			
Couche de liaison			
Couche de roulement			

- En déduire la méthode de guidage du finisseur préconisée, pour chacune des couches de chaussée ; pour cela, cocher la case correspondante pour chaque couche, sur le DR3.

	Technique du fil	Technique de la poutre	Technique des vis calées
Couche de fondation			
Couche de base			
Couche de liaison			
Couche de roulement			

#### 4 . 2 : Approvisionnement du finisseur :

En couche de base, on met en œuvre 14 cm de GB 0/20, de densité compactée 2,35.

- Vérifier que le tonnage de grave bitume appliqué est bien de 330 kg/m<sup>2</sup>.

Le chef de chantier prépare sa commande à la centrale, pour l'exécution de cette couche. Il marque au sol, la longueur d'application de chaque camion au fur et à mesure de chaque déchargement supposé dans le finisseur ; cela lui permet d'ajuster sa commande en fin de journée et d'éviter d'éventuelles plus-values pour les travaux de nuit ...

Le transport est assuré par des semi-remorques de charge utile 25 tonnes.

- Sur quelle longueur au sol, matérialise-t-il le déchargement d'un camion dans la trémie du finisseur ?

Données complémentaires : Largeur de répandage : 8 m.

#### 4 . 3 : Couche de roulement :

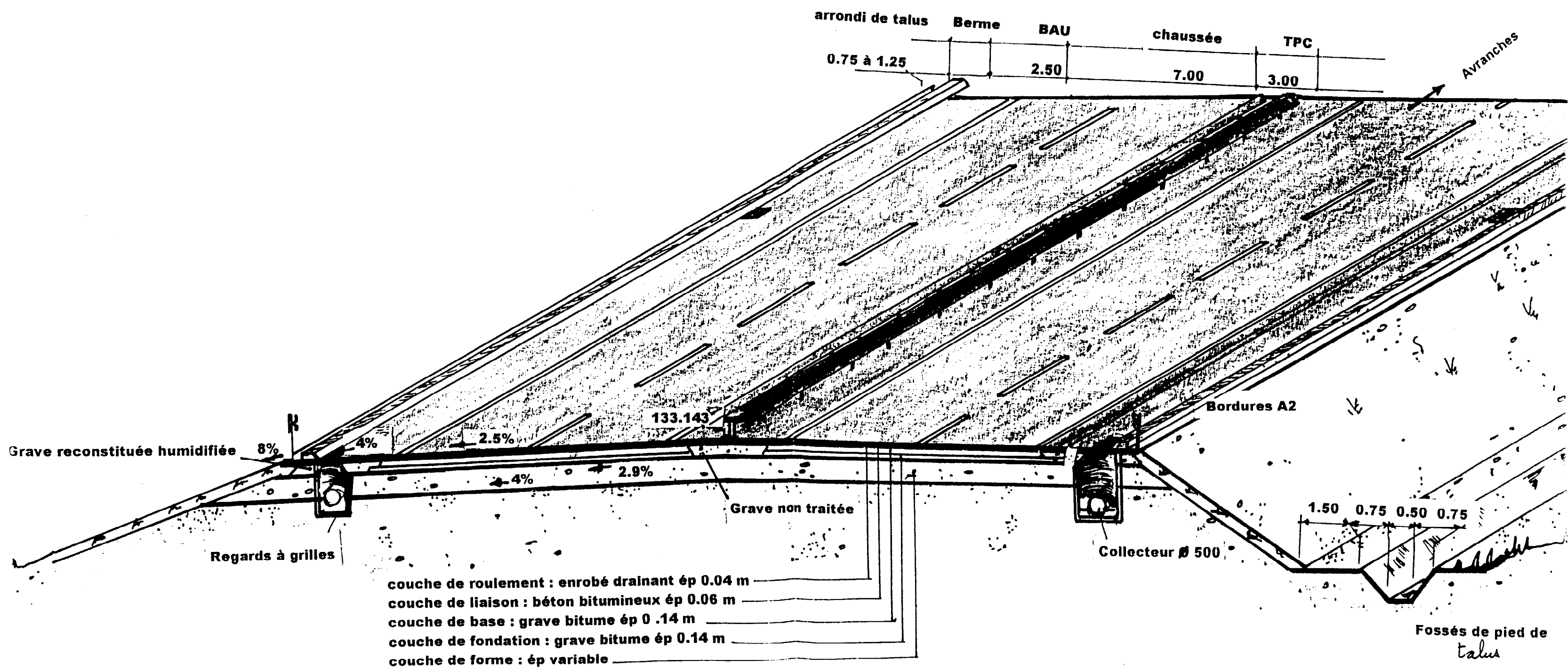
En couche de roulement, on met en œuvre 4 cm de BBDr 0/6.

- Que signifie l'appellation « BBDr 0/6 » ?
- Quels sont les avantages d'un revêtement de ce type par rapport à un béton bitumineux « ordinaire » ?
- Quelle est la caractéristique essentielle de ce type d'enrobé ?
- Quelles sont la (les) conséquence(s) sur les caractéristiques des couches sous-jacentes ?



# PROFIL 367 EN ZONE DE REMBLAI

DR1



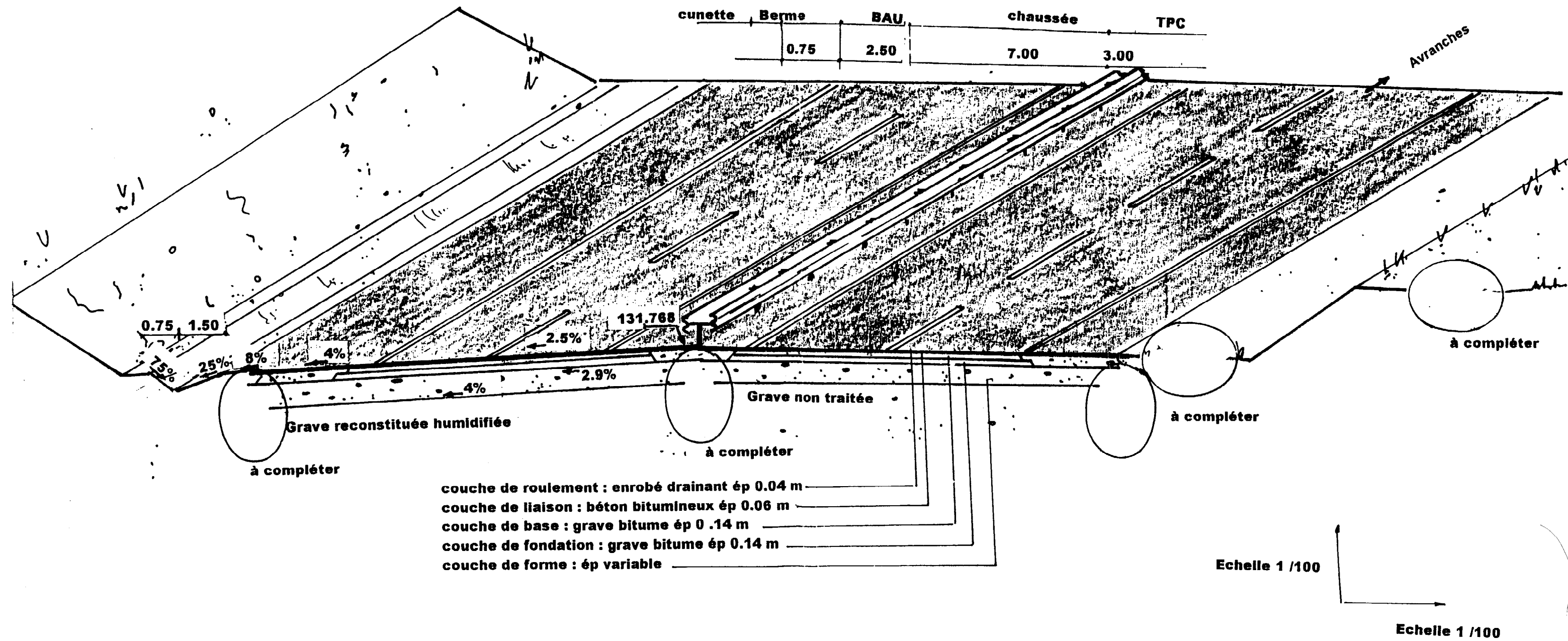
Echelle 1/100

Echelle 1/100

Même s'il n'a pas été complété, ce document réponse est à joindre obligatoirement à notre copie.

# PROFIL 350 EN ZONE DE DEBLAI

DR2



Même s'il n'a pas été complété, ce document réponse est à joindre obligatoirement à votre copie.

Tableau 1

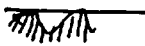


	Objectif d'uni 	Objectif de nivellement 	Objectif d'épaisseur 
Méthode du fil			
Méthode de la poutre			
Méthode dite "à vis calées"			

Tableau 2



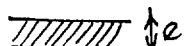
	Objectif d'uni 	Objectif de nivellement 	Objectif d'épaisseur 
Couche de fondation			
Couche de base			
Couche de liaison			
Couche de roulement			

Tableau 3

	Technique du fil	Technique de la poutre	Technique des vis calées
Couche de fondation			
Couche de base			
Couche de liaison			
Couche de roulement			

ême s'il n'a pas été complété, ce document réponse est à joindre obligatoirement à votre copie.