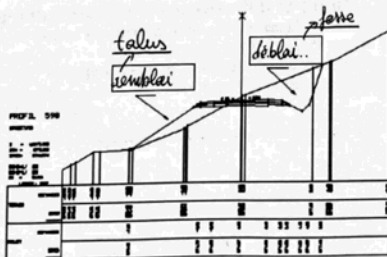
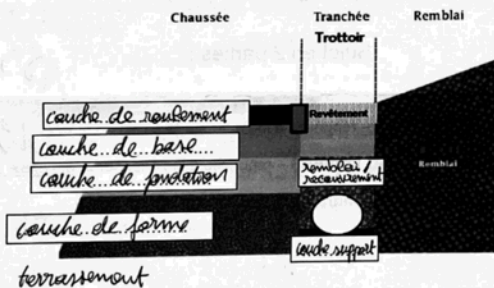
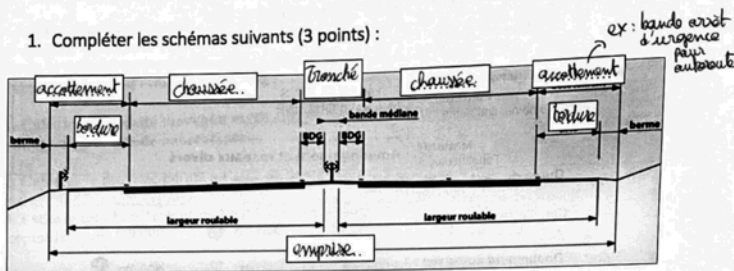


# PARTIE 1 : TERRASSEMENTS

( réponses à indiquer sur le sujet )

1. Compléter les schémas suivants (3 points) :



2. Relier chaque élément à sa définition (2 points) :

Fond de

plan

Devers

Profil en

long

Emprise



C'est l'inclinaison transversale de la route en alignement droit.

C'est la partie du terrain affectée à la route ainsi qu'à ses dépendances.

C'est la projection de l'axe de la route projetée sur un plan vertical.

C'est un tracé réalisé à partir des levés sur place représentant tous les éléments nécessaires pour la réalisation d'un projet routier.

2

3. Citer 2 facteurs pouvant endommager une chaussée (2 points) :

- Facteur 1 : Gel / dégel
- Facteur 2 : Passage fréquent de Poids lourds
- Facteur 3 : Infiltration d'eau

2

4. Que veut dire GTR et citer ses 4 chapitres constitutifs (2 points) ?

GTR = guide de terrassement routier

chapitres : Paramètre de nature

Paramètre d'état

Domaine d'exploitation

Condition d'utilisation et traitement

1,5

5. Citer un paramètre de nature et un paramètre d'état pour un matériau donné au sens du GTR (1 point) :

- Paramètre de nature : la granulométrie / la masse volumique
- Paramètre d'état : la teneur en eau

1

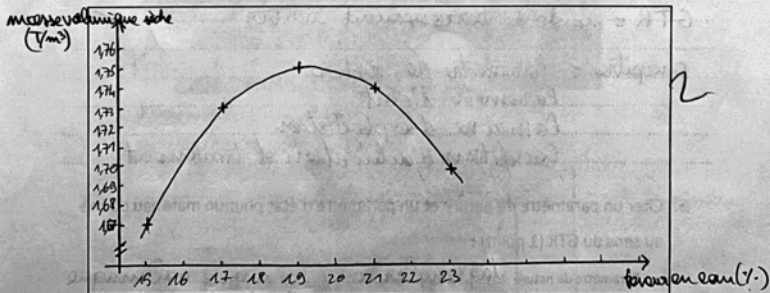
6. Dans le cadre d'un projet de terrassement, les sondages et essais suivants ont été réalisés sur le sol en place :

N° sondage	Niveau de la couche / TN (m)		Epaisseurs
	mini	maxi	
PM 4080	0.30	1.00	0.70 m
PM 4080	2.00	3.50	1.50 m
PM 4120	0.30	1.00	0.70 m
PM 4120	2.00	3.00	1.00 m
PM 4140	1.00	4.00	3.00 m
PM 4200	0.30	1.00	0.70 m
PM 4200	2.00	4.30	2.30 m
PM 4260	0.30	1.00	0.70 m
PM 4260	2.00	3.60	1.60 m
PM 4320	0.30	1.00	0.70 m
PM 4320	2.00	2.70	0.70 m
PM 4380	0.30	1.00	0.70 m

	Nombre	Moyenne	Minimum	Maximum
Vbs (0/50)	18	3.60	2.60	4.8
< 80µ (%)	10	90.2	62.9	98.49
> 50 mm (%)	-	-	-	-
D max (mm)	-	-	-	-
W% naturelle (0/20)	18	20.9	16.2	29.2

Essai OPN					
Teneur en eau (%)	15	17	19	21	23
Masse volumique sèche (T/m <sup>3</sup> )	1,67	1,73	1,75	1,74	1,70

- a) Tracer la courbe proctor normal du matériau (2 points) :



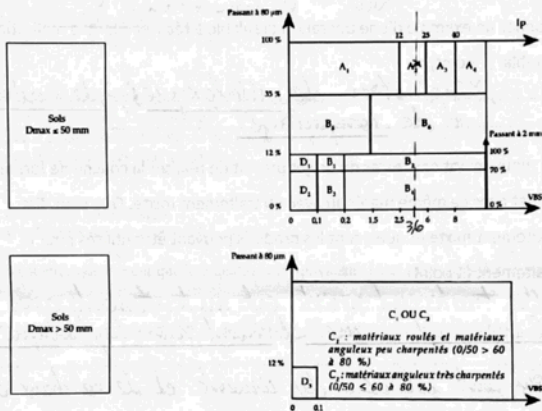
- b) Quelle est la signification et la valeur de  $W_{OPN}$  du matériau (1 point) :

$W_{OPN}$  est la teneur en eau pour avoir une masse volumique maximale sèche. Ainsi c'est la teneur en eau optimale proctor normal pour des travaux de terrassement.

- c) En vous basant sur l'extrait ci-après du GTR, donner la classification GTR du matériau (1 point) :

La classification GTR du matériau est A<sub>2</sub>

Tableau synoptique de la classification des matériaux selon leur nature



- d) Pour la réalisation d'un remblai courant à partir de ce matériau, une partie nécessite un traitement pour abaisser sa teneur en eau. Quel produit de traitement peut être utilisé et quels sont ses avantages (1 point) :

On peut utiliser du ciment pour abaisser sa teneur en eau. De plus, le ciment augmente la rigidité du remblai une fois posé et compacté.

e) Le remblai à réaliser fait 2,5m de haut avec des talus de pente 2/1 sur un terrain naturel existant globalement plat. Sachant que la tête de remblai fait 5m de large avec un dévers en toit de 4%, quelle est la largeur de l'emprise au sol du remblai (1 point) :

$$L_{\text{emprise}} = 1 + 0,96 \times 5 = 5,8 \text{ m}$$

talus      tête emprise avec dévers      (0,2m ou moins sont importants car les chantiers sont de grands volumes)

f) Donner un exemple d'une opération préalable à réaliser avant la réalisation du remblai (1 point) :

2<sup>e</sup> opération de décapage (végétation) de traitement et de compactage

g) Le mouvement des terres du projet prévoit de réaliser la couche de forme du projet avec ce même matériau avec un traitement mixte. Que veut dire traitement mixte et quels sont les produits pouvant être utilisés pour le traitement (1 point) :

- \* Un traitement mixte est un traitement avec liant hydraulique et liant non hydraulique
- \* On peut utiliser du ciment et de la chaux aérienne

h) Quel essai doit être réalisé pour confirmer la possibilité du traitement de la couche de forme et quels sont les paramètres à vérifier (1 point) :

- \* Essai de traitement accéléré : on vérifie sur une période d'une semaine (7 jours) que les produits de traitement ne réagissent pas selon des réactions parasites avec les constituants (minéraux) de la couche de forme. On vérifie la teneur en ces constituants et en eau.

i) Pour le compactage de la couche de forme avec ce matériau, quelle est la qualité de compactage recherchée et la densité sèche moyenne minimale à atteindre (1 point) :

La qualité de compactage recherchée est celle de  $e_{\text{OPN}} = 1,75 \text{ T/m}^3$ . La densité sèche moyenne minimale à atteindre est 99% de  $e_{\text{OPN}}$ , i.e. à être  $1,73 \text{ T/m}^3$

## PARTIE 2 : VOIRIE ET RÉSEAUX DIVERS

Toutes vos réponses sont à indiquer sur la dernière page

### 1 - QCM de cours (3 points)

#### 1.1. On dimensionne les réseaux unitaires d'assainissement...

- A. ... par la méthode de Hardy-Cross
- ☒ B. ... sur les débits estimés d'eau usée.
- C. ... sur les débits estimés d'eau de pluie.

#### 1.2. Quel réseau humide a le plus d'intérêt à être maillé ?

- ☒ A. Le réseau d'adduction d'eau potable,
- B. Le réseau d'assainissement (collecte des eaux usées),
- C. Le réseau de collecte des eaux pluviales.

#### 1.3. Les eaux usées industrielles...

- A. ... sont collectées dans le réseau telles quelles
- B. ... doivent être infiltrées
- ☒ C. ... doivent être traitées pour que leur qualité soit équivalente à des eaux usées domestiques.

#### 1.4. Dans un système de gestion des eaux pluviales, l'évapotranspiration doit être...

- A. ...défavorisée
- B. ...évitée
- ☒ C. ...favorisée.

#### 1.5. L'urbanisme "par casiers" consiste à construire des quartiers...

- A - ... sur des casiers de stockage des eaux pluviales enterrés
- B - ... en forme de casiers à poule
- ☒ C - ... par remblaiement de l'intérieur d'un périmètre endigué

#### 1.6. Aujourd'hui l'ordre de grandeur des besoins en adduction d'eau potable en France est d'environ...

- A - ... 20 000 litres par jour et par habitant
- ☒ B - ... 200 litres par jour et par habitant
- C - ... 2 litres par jour et par habitant



## 2 – Dimensionnement d'une canalisation de transport d'eau pluviale (4 points)

Un parking d'une surface  $A$  de 3,2 hectares nécessite la construction d'une canalisation pour une branchement au réseau situé à 320 mètres, et sur un trajet présentant une pente moyenne  $I$  de 3%. On utilisera la méthode rationnelle pour calculer le débit de pointe. Le temps de concentration du bassin versant du parking est estimé à 9 minutes.

2.1. Calculer l'intensité moyenne maximale de la pluie décennale à prendre en considération étant donné le temps de concentration.

2.2. Calculer le débit de pointe à l'aide de la méthode rationnelle.

2.3. Estimer un diamètre optimal pour la canalisation, et en déduire un diamètre du commerce acceptable.

Données : Pour une pluie décennale, les coefficients de Montana locaux sont  $a=12,6$  et  $b=0,75$   
Le coefficient de ruissellement du parking à considérer sera  $C=0,95$

Rappels : L'intensité maximale moyenne  $i$  en mm/min d'une pluie de durée  $t$  en minutes, est donné par la formule de Montana :

$$i = a \cdot t^{-b}$$

La méthode rationnelle est une méthode de transformation pluie-débit matérialisé par la formule homogène :

$$Q = C \cdot i \cdot A$$

Pour calculer le diamètre optimal de la canalisation, on utilisera la formule de Bazin qui donne le débit  $Q$  en fonction de la pente  $I$ , de la surface mouillée  $S_m$  et du rayon hydraulique  $R$  dont on rappellera la définition :

$$Q = 60 \cdot S_m R^{3/4} \cdot I^{1/2}$$

Les diamètres disponibles du commerce pour la canalisation sont :  
300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1500 et 2000.

## 3 – Alternative à la pose d'une canalisation (3 points)

Le Maire a émis un avis réservé sur le projet de pose d'une canalisation de 320 mètres pour envoyer les eaux pluviales du parking au réseau d'assainissement. Il demande dans la mesure du possible une déconnexion du parking. Vous proposerez le principe de cette déconnexion en l'argumentant au mieux (140 mots maximum). La pluie décennale à considérer pour la déconnexion est une pluie de lame d'eau 40mm de durée 4 heures.

# Feuille de réponses – PARTIE 2

## 1 - QCM de cours (3 points)

	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
A.		X				
B.	X					X
C.	X		X	X	X	



## 2 - Dimensionnement d'une canalisation de transport d'eau pluviale (4 points)

### 2.1. Calcul de l'intensité moyenne maximum

$$i = 12,6 \times 9^{-0,75}$$

$$i = 2,42 \text{ mm/min} = 4,03 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

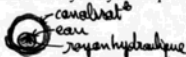
### 2.2. Calcul du débit maximum pour la pluie décennale

$$Q = 0,95 \times 4,03 \times 10^{-5} \times 3,2 \times 10^6$$

$$Q = 1,23 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 2.3. Estimation des diamètres

Définition du rayon hydraulique :



Le rayon hydraulique est le rayon du cylindre que dessine l'eau ruisselante ?

$$R = \left( \frac{Q}{60 \times S_m \times \sqrt{I}} \right)^{4/3} = \left( \frac{1,23}{60 \times 32 \times \sqrt{0,03}} \right)^{4/3} = 12,3 \text{ mm}$$

Le diamètre optimal doit être le plus supérieur à celui du rayon hydraulique :

$$S_m = \frac{\pi D^2}{4} = 4 \pi R^2$$

$$\text{Diamètre optimal} : \phi = 49,2 \text{ mm}$$

$$\text{Diamètre acceptable} : \phi = 300 \text{ mm}$$

### 3 - Alternative à la pose d'une canalisation (3 points, 140 mots maximum)

La connexion des eaux pluviales au réseau d'assainissement peut être dangereux et induire des inondations car malgré le dimensionnement, la pluie est imprévisible et les débits peuvent considérablement augmenter brusquement.

Ainsi il est préférable de réaliser un bassin végétalisé pour récupérer cette eau de pluie. Le bassin végétalisé permet d'enlever les saletés de chaleur urbaines et les végétaux augmentent la perméabilité. De plus le coût est moins élevé.

La pluie considérée représente  $40 \times 10^{-3} \times 3,2 \times 10^6 = 1280 \text{ m}^3$ .  
Soit un débit de  $Q_{\text{pluie}} = \frac{1280}{4 \times 60} = 5,33 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Une partie de cette eau sera absorbée par le sol végétalisé et l'autre stockée dans le bassin.

Un bassin végétalisé de 10 m par 10 m et d'une profondeur de 20 cm est largement suffisant car a une capacité de stockage de 1280 m<sup>3</sup>.

L'eau absorbée permettra de réapprovisionner les nappe phréatiques dans le cycle de l'eau.