

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
GEOMETRE – TOPOGRAPHE

Session 2010

EPREUVE PROFESSIONNELLE A CARACTERE TECHNIQUE (E4)

Sous-épreuve U 4.2 : Recherche de solutions et traitement des données

Durée : 4h00 - Coefficient : 4

MATERIEL AUTORISE POUR CETTE EPREUVE :

- Calculatrice conforme à la réglementation en vigueur
- Matériel usuel de dessin topographique

AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISE POUR CETTE EPREUVE

BTS GEOMETRE –TOPOGRAPHE		Session 2010
GTRST	Epreuve U 42 : Recherche de solutions et traitement des données	Page : 1 / 14

Informations générales

CONSEILS AUX CANDIDATS :

- Vérifiez que votre sujet est complet : pages 1 à 14
- Lisez le sujet dans sa totalité avant de commencer à répondre aux questions
- Répondez aux questions en indiquant leurs numéros et en respectant l'ordre dans lequel elles sont posées.
- Si une question est laissée sans réponse, vous indiquerez néanmoins son numéro et laisserez un espace vierge.
- Formulez des réponses claires et concises en utilisant, si besoin, des schémas explicites.
- Apportez le plus grand soin aux documents que vous rendrez.
- **Les quatre parties sont indépendantes.**

CONTENU DU DOSSIER TECHNIQUE :

Désignation	Document	Page
<i>Carnet de nivellement direct</i>	1 Document réponse	6
<i>Croquis du cheminement réalisé</i>	2	7
<i>Carnet des observations de terrain du cheminement</i>	3	8
<i>Tableau de calcul du cheminement</i>	4 Document réponse	9
<i>Tableau de coordonnées des points de contrôle</i>	5	10
<i>Extrait de l'arrêté du 16 septembre 2003</i>	6	11
<i>Extrait du plan topographique de la zone sud-est du site archéologique</i>	7 Document réponse	12
<i>Plan du sondage n°11</i>	8 Document réponse	13
<i>Fiches signalétiques des repères de nivellement</i>	9	14

BAREME ET TEMPS CONSEILLE

Questions	Barème	Temps
LECTURE DU SUJET		20 mn
EXPLOITATION DES DONNEES DU NIVELLEMENT <i>Référentiel du BTS – Capacités : C.4.5 Vérifier, régler et étalonner les instruments, C.4.7 Traiter les données</i>	20	60 mn
EXPLOITATION DES DONNEES DU LEVE <i>Référentiel du BTS – Capacités : C.4.6 Effectuer et contrôler les mesures, C.4.7 Traiter les données</i>	34	80 mn
COMPLETEMENT DU PLAN TOPOGRAPHIQUE <i>Référentiel du BTS – Capacités : C.1.4 Produire des documents exploitables</i>	11	40 mn
DETERMINATION DES ELEMENTS D'UN LEVE COMPLEMENTAIRE <i>Référentiel du BTS – Capacités : C.4.7 Traiter les données</i>	15	40 mn
Total	80	240 mn

DOCUMENTS A REMETTRE EN FIN D'EPREUVE

- Copie d'examen
- Documents réponse 1, 4, 7 et 8

BTS GEOMETRE –TOPOGRAPHE		Session 2010
GTRST	Epreuve U 42 : Recherche de solutions et traitement des données	Page : 2 / 14

EXPOSE DE LA SITUATION :

Dans le cadre de travaux préparatoires à une campagne de fouilles archéologiques sur le site de l'abbaye de Grand Selve, votre employeur, M. Bossellera, est chargé par la commune de Bouillac d'effectuer :

- Le levé topographique du site des fouilles rattaché au réseau géodésique français RGF93 et au réseau NGF-IGN1969,
- Un plan topographique du site des fouilles à l'échelle 1/1000,
- L'implantation des futures zones de fouilles.

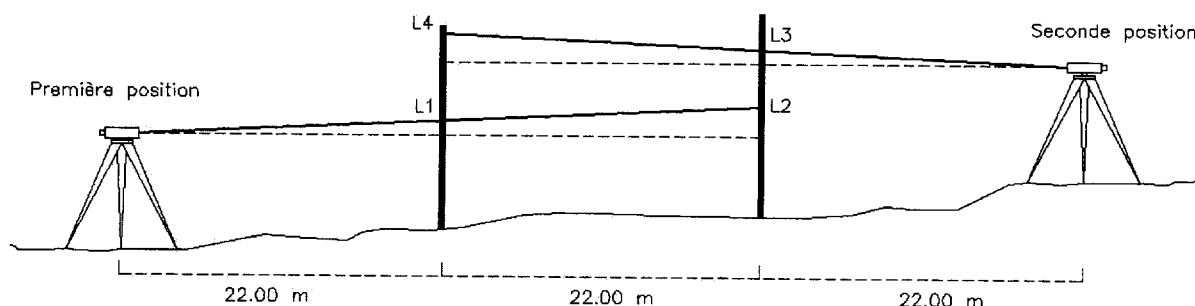
Votre employeur vous confie certaines tâches de ce dossier :

1. L'exploitation des données du nivellement,
2. L'exploitation des données du levé,
3. Le complément du plan topographique,
4. La détermination des éléments d'un levé complémentaire.

QUESTION 1 - Exploitation des données du nivellement

Dans le cadre du rattachement altimétrique des fouilles archéologiques au réseau NGF-IGN69, le nivellement de trois points P1, P2 et P3 matérialisés par des clous d'arpentage a été réalisé par nivellement direct avec un niveau automatique **non réglé** mais **vérifié** par la suite.

Vous avez réalisé le contrôle du niveau par la méthode suivante :



Avec la nivelle sphérique entre ses repères et le compensateur libre, vous avez obtenu les valeurs suivantes :

Direction	Lecture (mm)
L1	1432
L2	978
L3	822
L4	1331

- 1.1 A l'aide des observations réalisées lors du contrôle du niveau, établissez que l'angle de collimation vertical du niveau est de **+ 8cgon**.
- 1.2 A combien près faut-il respecter l'égalité des portées pour que l'erreur due à cette collimation soit inférieure au millimètre sur une dénivelée ?
- 1.3 Sur le document 1 figure le carnet d'observations d'un cheminement mixte, encadré entre les repères T'DQ3-81 et T'DQ3-82, **réalisé avec le niveau dérégulé**.
A partir du **document 1**, complétez, calculez et compensez le cheminement.
Déterminez les altitudes des trois points rayonnés P1, P2 et P3, en tenant compte de l'erreur de collimation du niveau.

QUESTION 2 – Exploitation des données du levé

Afin de réaliser le levé de la zone de fouille, un cheminement polygonal encadré 2000-1-2-3000 a été matérialisé sur le terrain par des piquets et observé (document 2). Depuis certaines de ces stations, des points de détail ont été rayonnés (éléments des fouilles archéologiques et points de calage).

L'appareil utilisé lors des observations est une station totale qui a les caractéristiques suivantes :

- *Ecart type angulaire sur une lecture Hz ou V : $\sigma_{lecture} = \pm 1 \text{ mgon}$*
- *Ecart type sur une distance : $\sigma_{dist} = \pm (3 \text{ mm} + 2\text{ppm})$*

Les points 1000, 2000, 3000 et 4000 ont été déterminés en Lambert 93 par mesures GPS.

Listing des coordonnées obtenues à l'issue du traitement des données GPS :

Pts	E (m)	N (m)
1000	550809.782	6308241.948
2000	550766.070	6307906.622
3000	550531.518	6307649.715
4000	550273.126	6307528.028

Le carnet des observations de terrain est disponible en annexe (document 3).

2.1 En considérant que l'écart type sur le gisement de départ et sur le gisement d'arrivée est de $\sigma_{Depart} = \sigma_{Arrivée} = \pm 2 \text{ mgon}$, et en considérant les caractéristiques de la station totale (voir ci-dessus), **établissez la formule de la tolérance** théorique de fermeture angulaire du cheminement ?

Vérifiez que la tolérance sur la fermeture angulaire du cheminement est de $\pm 10.3 \text{ mgon}$

2.2 a) **Donner les formules** des corrections qui correspondent aux différentes étapes de la réduction d'une distance inclinée DI au plan de projection Lambert 93 (distance réduite : Dr).

b) **Calculer ces corrections** pour les mesures « aller et retour » entre les points 1 et 2, en prenant en compte les informations données par le logiciel CIRCE (cf document 3).

2.3 **Réalisez le calcul** du cheminement encadré 2000 – 1 – 2 – 3000 (document 4). Les coordonnées définitives des points 1 et 2 seront exprimées au centimètre.

2.4 Le cahier des charges fixe la **classe de précision planimétrique** du levé à **2 cm**. A l'issue du levé, dix points durs de contrôle ont été mesurés par GPS (document 5). A partir du tableau qui recense les coordonnées de ces points et de l'extrait de l'arrêté du 16 septembre 2003 (document 6), contrôlez que le levé respecte la classe de précision ? Vous prendrez pour les calculs, un coefficient de sécurité C égal à 2.

QUESTION 3 – Complètement du plan topographique

Le document 7 correspond à la zone sud-est du site archéologique.

3.1 Tracer en bleu la flèche nord « Lambert 93 ».

3.2 Sur cet extrait, le tracé des courbes de niveau a été omis. Afin d'avoir une idée de la morphologie du terrain, il vous est demandé de dessiner avec soin, en rouge, la courbe de niveau d'altitude 139.00 m.

3.3 Quelle est l'altitude du point A ?

QUESTION 4 – Détermination des éléments d'un levé complémentaire

Durant la campagne de fouille de 1990, l'archéologue a réalisé plusieurs sondages sur le site. Le plan du sondage numéro n°11 a fait ressortir des murs du 12^{ème} siècle (document 8).

Ayant quelques connaissances en topographie, l'archéologue a déterminé avec un tachéomètre la position de douze points, de ce sondage, dans un système de coordonnées locales. Il a également mesuré quelques cotes.

Point	X (m)	Y (m)
10	518.08	228.12
11	534.04	213.67
12	520.97	212.74
13	520.97	227.74
14	530.97	227.74
15	530.97	212.74
16	522.17	217.94
17	524.44	224.12
18	525.69	225.79
19	530.05	221.46
20	527.49	225.07
21	518.08	228.12

Cotes mesurées sur le terrain :

Distance 16-17 = 6.58 m
Distance 17 – 18 = 2.09 m
Distance 19 – 20 = 4.42 m

Suite aux opérations topographiques récentes, les points 10 et 11 ont été retrouvés sur le terrain et observés par GPS, les coordonnées ont été déterminées en Lambert 93 par post-traitement (le mode temps réel n'étant pas disponible).

A l'issue du traitement, les coordonnées suivantes en Lambert 93 ont été obtenues :

Point	E (m)	N (m)
10	550224.77	6308215.54
11	550221.13	6308194.32

Afin de préparer l'implantation des points, il est nécessaire de les connaître dans le système Lambert 93.

4.1 Calculez la valeur de l'angle de rotation et le rapport d'homothétie entre les deux systèmes de coordonnées dans lesquels les points 10 et 11 sont connus.

4.2 Calculez les coordonnées Lambert 93 des points 16, 17, 18, 19 et 20, mettez en évidence les contrôles réalisés.

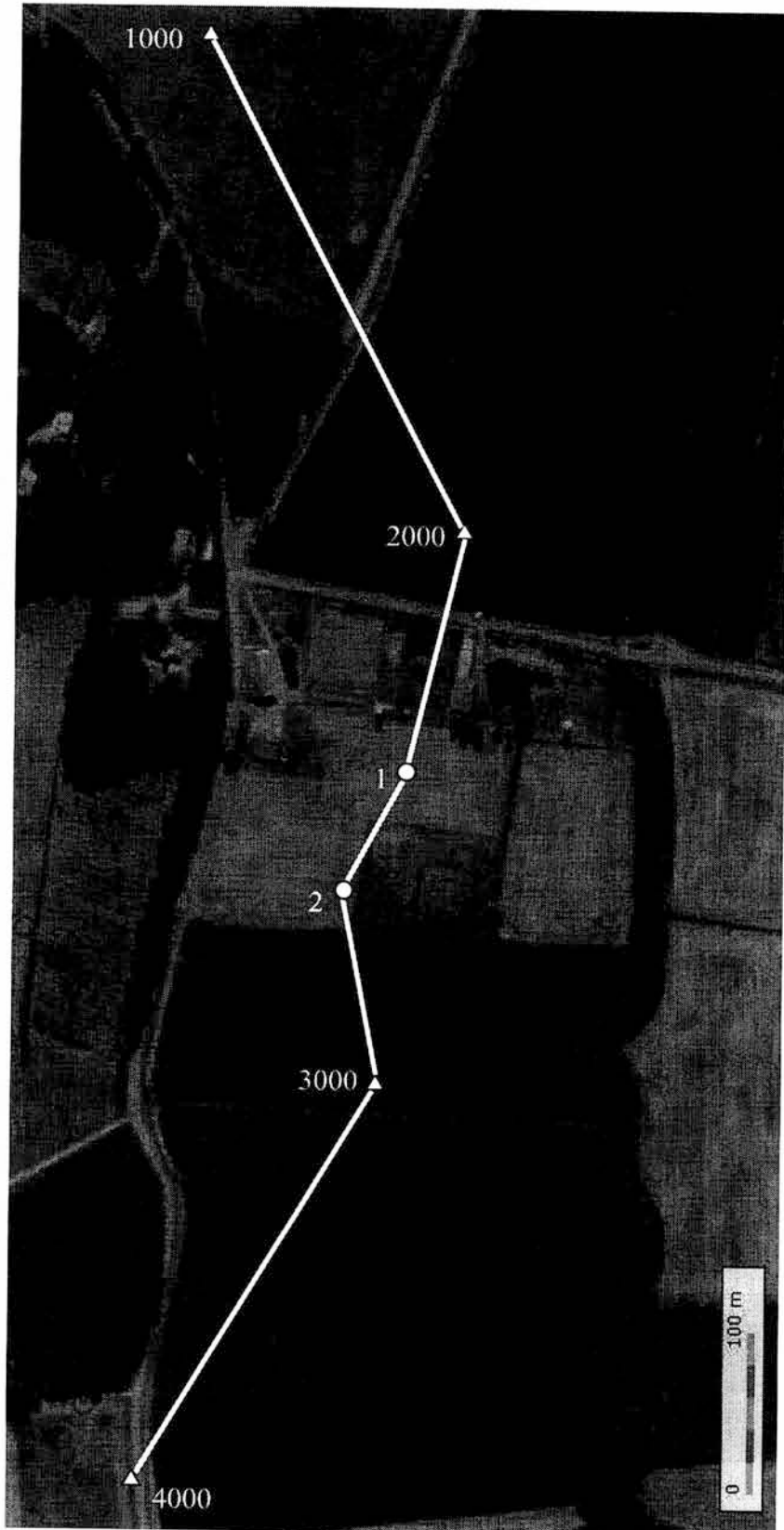
4.3 Sur le plan du sondage (document 8) les points 16-17 et 19-20 définissent deux alignements droits de murs. Le point 18 est, d'après l'archéologue, le point de passage d'un mur circulaire. Ce mur circulaire est tangent aux deux alignements droits.

Complétez le report en dessinant cet arc de cercle et laissez apparaître, au crayon, les traits de construction.

4.4 Relevez graphiquement le rayon de cet arc et indiquez-le sur le plan.

DOCUMENT 2

Croquis du cheminement réalisé



BTS GEOMETRE – TOPOGRAPHE		Session 2010	
GTRST	Epreuve U 42 : Recherche de solutions et traitement des données	Page : 7 / 14	

DOCUMENT 3

Carnet des observations de terrain du cheminement

Ligne	Elément	Matricule	Paramètres
			Pression : 992 mb , Température : 20°C Rayon de la Terre : 6380 km
000001	Point	1000	X = 550809.782 , Y = 6308241.948
000002	Point	2000	X = 550766.070 , Y = 6307906.622
000003	Point	3000	X = 550531.518 , Y = 6307649.715
000004	Point	4000	X = 550273.126 , Y = 6307528.028
000005	Station	2000	HI = 1.550
000006	Reference	1000	AH = 0.000
000007	Reference	1	HP = 1.550 , AH = 240.244 , AV = 102.365 , DI = 152.415
000008	Station	1	HI = 1.590
000009	Reference	2000	HP = 1.590 , AH = 0.000 , AV = 97.769 , DI = 152.398
000010	Reference	2	HP = 1.590 , AH = 227.465 , AV = 98.562 , DI = 95.229
000011	Station	2	HI = 1.450
000012	Reference	1	HP = 1.450 , AH = 0.000 , AV = 101.329 , DI = 95.241
000013	Reference	3000	HP = 1.450 , AH = 146.404 , AV = 102.110 , DI = 118.899
000014	Station	3000	HI = 1.510
000015	Reference	2	HP = 1.510 , AH = 0.000 , AV = 97.805 , DI = 118.913
000016	Reference	4000	AH = 249.623

Remarque : Les valeurs des DI du carnet ne sont pas corrigées des paramètres atmosphériques

- Formule de calcul de la correction des paramètres atmosphériques :

$$Ca_{(mm/km)} = 282.2 - \frac{0.2908 \times p}{1 + 0.00366 \times t}$$

Avec : *p* en millibar et *t* en degré Celsius

- Copie d'écran du logiciel Circé de l'IGN :

The screenshot shows the 'Système d'arrivée' (Arrival System) configuration window. The parameters are as follows:

- Système d'arrivée:** RGF93
- Type:** Planes
- Projection:** LAMBERT-93
- E(m):** 550809.000
- N(m):** 6308241.000
- Unité:** Grades
- Hauteur Ellipsoïdale(m):** 197.582
- Altitude:** 149.000
- Méridien Origine:** Greenwich
- Convergence des méridiens:** 1.49606
- Altération linéaire:** 109.7 mm/km

DOCUMENT 4 : DOCUMENT REPONSE

(à remettre avec la copie)

Tableau de calcul du cheminement

Station	Angle (gon)	Gisement (gon) <i>compensé</i>	Dr (m) <i>Distance réduite au plan de projection</i>	Δ _E (m) <i>compensé</i>	Δ _N (m) <i>compensé</i>	E (m) <i>définitives</i>	N (m) <i>définitives</i>
1000						550809.782	6308241.948
2000						550766.070	6307906.622
1			152.321				
2			95.221				
3000			118.849			550531.518	6307649.715
4000						550273.126	6307528.028
		Corr α = mgon	Σ _{Dr} = m	Ferm _E = m	Ferm _N = m		

Tolérance α = mgon

Fermeture plani = m

Tolérance plani = ±0.050 m

DOCUMENT 5

Tableau de coordonnées des points de contrôle

Numéro	Points issus du levé tachéométrique		Points issus du contrôle GPS	
	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)
P1	550439.773	6308084.485	550439.778	6308084.471
P2	550389.364	6308114.006	550389.359	6308114.012
P3	550395.344	6308144.564	550395.349	6308144.561
P4	550382.626	6308089.309	550382.613	6308089.321
P5	550424.208	6308069.712	550424.219	6308069.714
P6	550395.951	6308097.570	550395.968	6308097.561
P7	550415.702	6308093.614	550415.712	6308093.622
P8	550447.196	6308092.528	550447.198	6308092.519
P9	550435.044	6308069.137	550435.033	6308069.155
P10	550386.470	6308034.566	550386.458	6308034.549

DOCUMENT 6

Arrêté du 16 septembre 2003 portant sur les classes de précision applicables aux catégories de travaux topographiques réalisés par l'Etat, les collectivités locales et leurs établissements publics ou exécutés pour leur compte

NOR : EQUI0300864A

I. - Spécifications et classes de précision

Art. 2. - Les écarts déterminés lors des contrôles des levés topographiques permettent de vérifier le respect de la classe de précision de ceux-ci. Lors de levés d'objets géographiques, les mesures d'écarts s'appliquent sur des points caractéristiques des objets levés, bien identifiés et ne présentant aucun caractère d'ambiguïté. Ces points sont comparés aux points correspondants du terrain nominal. La précision d'un levé d'objets géographiques peut être spécifiée soit par un gabarit d'erreurs spécifique, soit par un modèle standard.

Art. 3. - La position des points est définie par 1, 2 ou 3 coordonnées, et parmi celles-ci on ne comptabilise ensemble que celles qui suivent un même modèle statistique, selon la nature des levés (un levé altimétrique concerne une coordonnée, un levé planimétrique, deux, un levé tridimensionnel isotrope, trois, mais un levé tridimensionnel dont le modèle statistique planimétrique est différent du modèle statistique altimétrique fera l'objet de traitements séparés pour les deux coordonnées planimétriques et pour la coordonnée altimétrique). L'écart en position E_{pos} pour un point donné, par rapport à sa position issue d'un contrôle, est défini par la distance euclidienne, c'est-à-dire la racine carrée de la somme des carrés des écarts sur chacune des coordonnées soumise à la même classe de précision.

Une mesure n'est considérée comme mesure de contrôle que lorsque sont mis en œuvre des procédés fournissant une précision meilleure que celle de la classe de précision recherchée, avec un coefficient de sécurité C au moins égal à 2. C est le rapport entre la classe de précision des points à contrôler et celle des déterminations de contrôle, classe de précision qui est elle-même évaluée selon les règles de l'art. La taille et la composition de l'échantillon d'objets géographiques de contrôle sont précisées par contrat.

Art. 4. - Un gabarit d'erreurs est déterminé par une courbe, un histogramme ou une table de valeurs, précisant pour chaque catégorie d'objets géographiques, et pour chaque classe de valeurs d'écarts, le nombre toléré d'écarts dépassant le seuil correspondant.

Pour chaque catégorie d'objets géographiques, on spécifiera le pourcentage d'écarts pouvant dépasser un premier seuil donné, puis le pourcentage de ceux pouvant dépasser un second seuil donné, etc., et ceci pour autant de seuils que souhaité. On pourra en particulier, si besoin est, spécifier un seuil qu'aucun écart ne devra dépasser. La taille et la composition du gabarit d'erreurs sont précisées par contrat.

n	1	2	3
k	3,23	2,42	2,11

Art. 5. - Pour tout échantillon comportant N objets géographiques, on calcule l'écart moyen en position $E_{moy pos}$. Celui-ci est défini par la moyenne arithmétique des écarts en position E_{pos} relevés sur les points des objets géographiques. On dit que la population dont est issu l'échantillon comportant N objets est de classe de précision $[xx]$ cm lorsque simultanément les trois conditions a , b , et c , sont remplies :

a) L'écart moyen en position $E_{moy pos}$ de l'échantillon est inférieur à

$$[xx] \times \left(1 + \frac{1}{2 \times C^2}\right) \text{ cm}$$

(C étant le coefficient de sécurité des mesures de contrôle),

b) Le nombre N' d'écarts dépassant le premier seuil

$$T = k \times [xx] \times \left(1 + \frac{1}{2 \times C^2}\right)$$

n'excède pas l'entier immédiatement supérieur à

$$0,01 \times N + 0,232 \times \sqrt{N}$$

(où k prend les valeurs indiquées dans la table 1 en fonction du nombre n de coordonnées caractérisant la position des objets géographiques et suivant la même loi statistique).

Table 1 : valeurs du coefficient k en fonction du nombre n de coordonnées caractérisant la position des objets géographiques considérés et suivant la même loi statistique.

Lorsque $N < 5$, aucun écart supérieur à T n'est admis (cf. table 2).

Table 2 : exemples de nombre N' maximaux d'écarts dépassant le premier seuil T acceptés pour un échantillon de N éléments.

N	De 1 à 4	De 5 à 13	De 14 à 44	De 45 à 85	De 86 à 132	De 133 à 184	De 185 à 240	De 241 à 298	De 299 à 369	De 360 à 422	De 423 à 487
N'	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

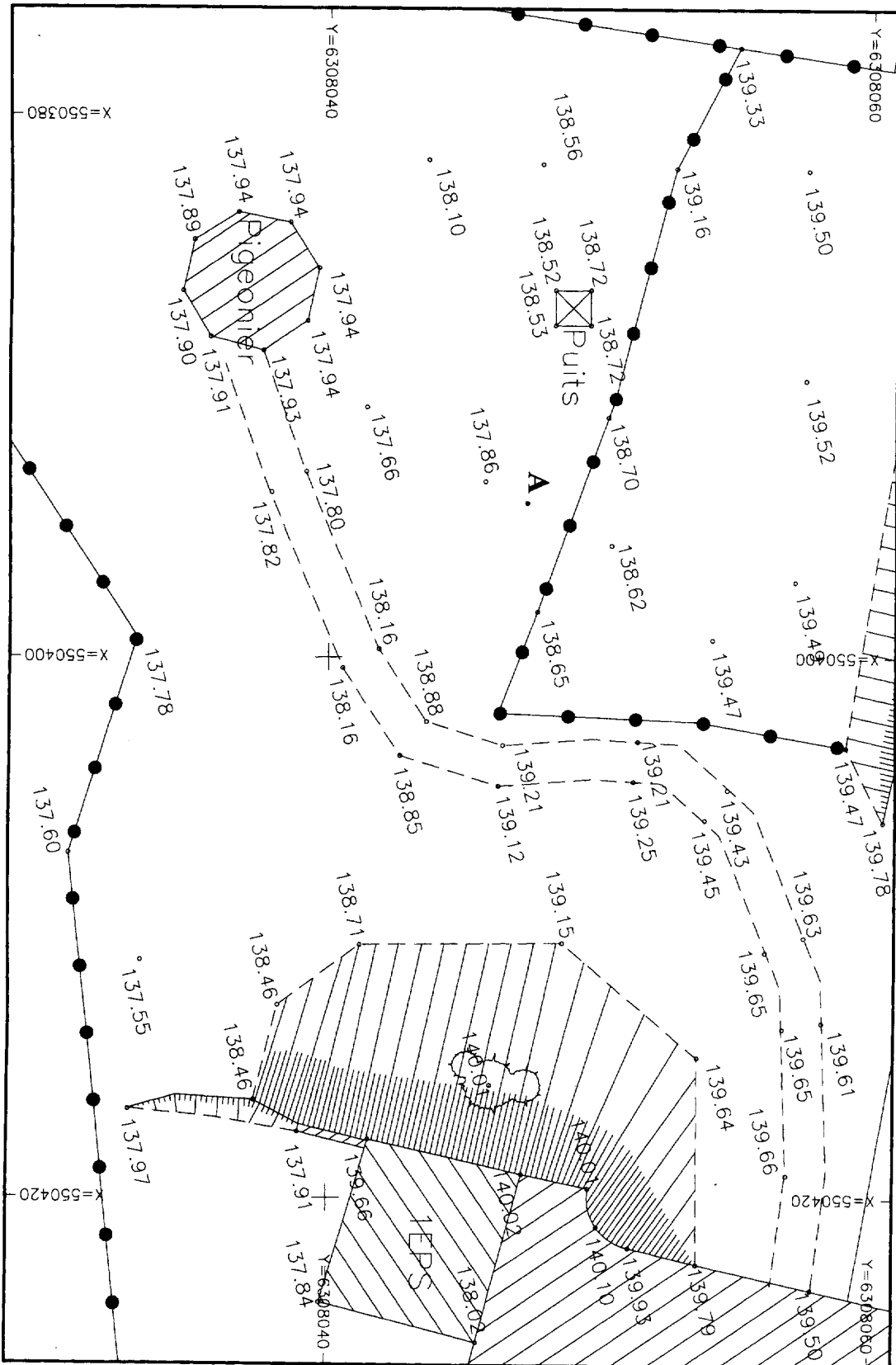
c) Aucun écart en position dans l'échantillon n'excède le second seuil

$$T = 1,5 \times k \times [xx] \times \left(1 + \frac{1}{2 \times C^2}\right)$$

DOCUMENT 7 : DOCUMENT REPONSE

(à remettre avec la copie)

Extrait du plan topographique de la zone sud-est du site archéologique.

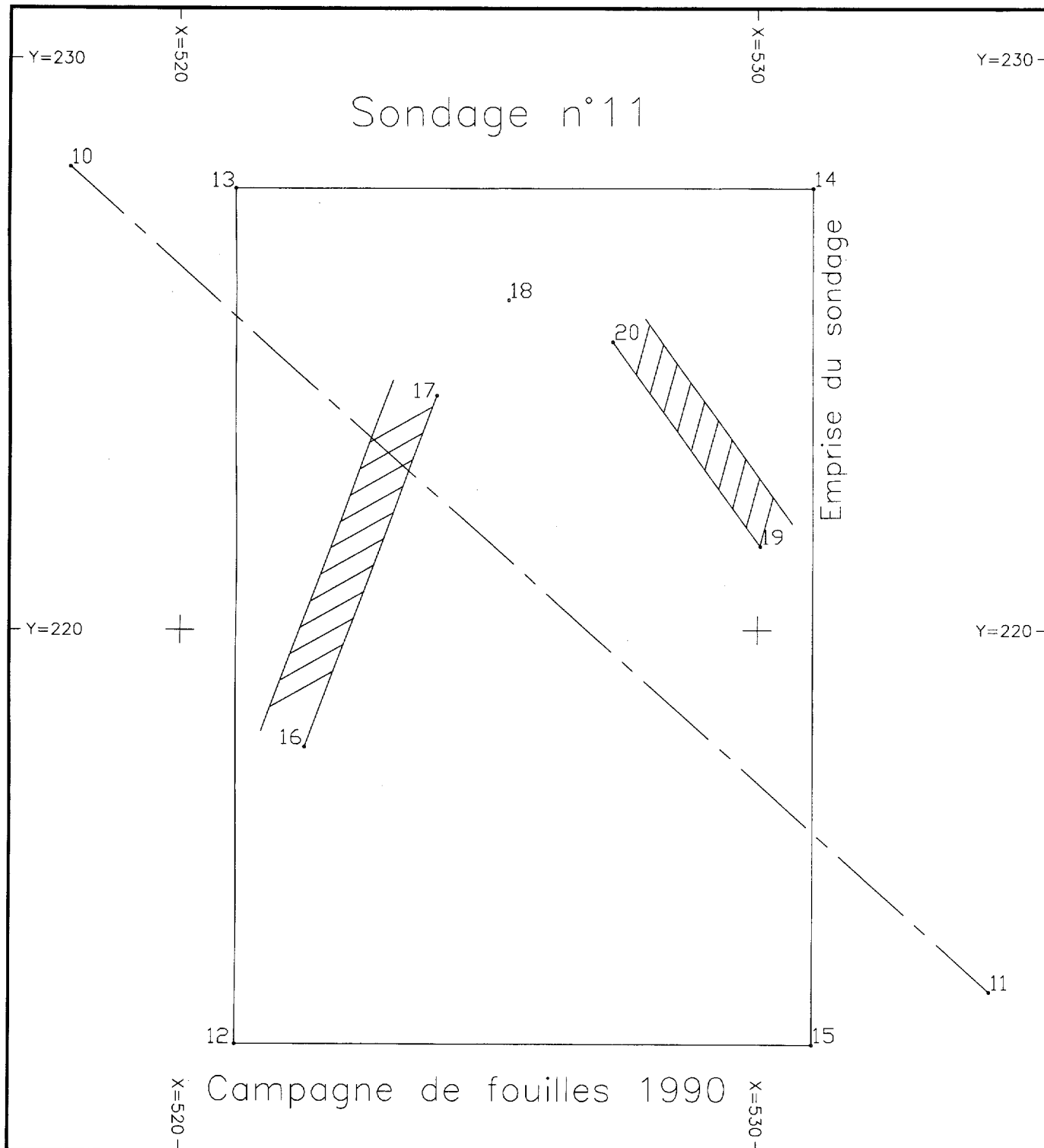


BTS GEOMETRE - TOPOGRAPHE		Session 2010
GTRST	Epreuve U 42 : Recherche de solutions et traitement des données	Page : 12 / 14

DOCUMENT 8 : DOCUMENT REPONSE

(à remettre avec la copie)

Plan du sondage n°11



DOCUMENT 9

Fiches signalétiques des repères de nivellement

Repère : **T'.D.Q3 - 81**

Type : M REPERE CYLINDRIQUE DU NIVELLEMENT GENERAL

Année de détermination : 1991

Département : TARN-ET-GARONNE

Commune : BOUILLAC

Numéro INSEE : 82020

Feuille au 1:50000 : GRENADE

No : 2042 Quart : N.O.

Voie suivie : D.3

de COMBEROUGER (D.77) à D.6

Côté : DROIT

pk : 13.94 km

Coordonnées Lambert 3 X = 503.06 Y = 173.40

Localisation du repère :

PONT SUR LE RUISSEAU DE NADESSE
PARAPET AMONT, FACE OPPOSEE A LA ROUTE
A 1.15 M DE L'EXTREMITE RIVE GAUCHE
A 0.91 M AU-DESSOUS DE L'ARETE SUPERIEURE

Repère signalé en bon état en 2003

Altitude normale : **144.232** m Système d'altitude IGN 1969

Repère : **T'.D.Q3 - 82**

Type : M REPERE CYLINDRIQUE DU NIVELLEMENT GENERAL

Année de détermination : 1991

Département : TARN-ET-GARONNE

Commune : BOUILLAC

Numéro INSEE : 82020

Feuille au 1:50000 : GRENADE

No : 2042 Quart : N.O.

Voie suivie : D.3

de COMBEROUGER (D.77) à D.6

Côté : GAUCHE

pk : 13.20 km

Coordonnées Lambert 3 X = 503.66 Y = 173.12

Localisation du repère :

AU LIEU-DIT "LES BOUSQUETS", ENTRE LES CARREFOURS AVEC LA D.55
PONCEAU
PARAPET AVAL, FACE OPPOSEE A LA ROUTE
A L'AXE
A 0.22 M AU-DESSOUS DE L'ARETE SUPERIEURE

Repère signalé en bon état en 2003

Altitude normale : **163.381** m Système d'altitude IGN 1969