

**BTS GEOMETRE-TOPOGRAPHE**

**EPREUVE PROFESSIONNELLE A CARACTERE TECHNIQUE (E4)**

**Sous-Epreuve U4.2  
RECHERCHE DE SOLUTIONS ET TRAITEMENT DES DONNEES**

**SESSION 2014**

**Durée : 4 heures**

**Coefficient : 4**

**Matériel autorisé :**

Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (n°99-186, 16/11/1999).

**Documents à rendre avec la copie :**

Document réponse n°1..... page 12/13

Document réponse n°2..... page 13/13

Les documents réponses sont fournis en deux exemplaires.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Le sujet se compose de 13 pages, numérotées de 1/13 à 13/13.

BTS GEOMETRE TOPOGRAPHE		Session 2014
U4.2 : RECHERCHE DE SOLUTIONS ET TRAITEMENT DES DONNEES	Code : GTRST	Page : 1/13

### **Conseils aux candidats :**

- 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 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 rendez.

### **Composition du dossier qui vous est remis :**

- Sous-dossier « Sujet » : pages 2 à 5
- Sous-dossier « Documents et Documents Réponses 1 et 2 » : pages 6 à 13.

### **Barème et temps conseillé**

Questions	Barème	Temps
Lecture du sujet		20'
1. Contrôle d'un point de canevas déterminé au GNSS	23	50'
2. Contrôle du levé – Arrêté de 2003	14	30'
3. Comparaison Altitude par GNSS et Nivellement direct	15	50'
4. Préparation d'une implantation	15	40'
5. Profils en travers et calcul de cubatures	13	50'
Totaux	80	240 mn

## **Sujet**

### **Exposé de la situation :**

Le conseil général du Pas-de-Calais a pour projet de relier la route départementale 301 (dite « Rocade Minière ») à la route départementale 86 par un tronçon à deux voies, appelé route départementale 941. Ce tronçon permettra le désengorgement de la ville de Bruay-La-Buissière.

Votre cabinet est chargé des travaux topographiques de levé et d'implantation du projet.

Ayant la charge de ce chantier, vous répondrez aux questions qui suivent en vous appuyant sur le dossier « Documents » et en complétant les Documents Réponse n°1 et n°2 à joindre à votre copie.

### **Contenu du dossier « Documents »**

Désignation	Document N°	Page
Plan du canevas de 6 stations	1	6
Coordonnées des 6 stations et extrait du carnet de terrain	2	7
Coordonnées des sites RDF (extrait du logiciel CIRCE)	3	8
Extrait de l'arrêté de 2003	4	9
Plan d'implantation d'un bâtiment	5	10
Profil en travers n°7	6	11

BTS GEOMETRE TOPOGRAPHE		Session 2014
U4.2 : RECHERCHE DE SOLUTIONS ET TRAITEMENT DES DONNEES	Code : GTRST	Page : 2/13

**Nota : les cinq questions qui suivent sont indépendantes.**

### **Question 1 : Contrôle d'un point de canevas déterminé au GNSS**

Pour effectuer le lever topographique du futur contournement, vous avez déterminé les coordonnées de 6 stations (St1 à St6) par GNSS. Ces 6 stations sont repérées sur le document 1. Leurs coordonnées sont dans le tableau I du document 2. Vous devez contrôler les coordonnées E (Est), N (Nord) et h (Hauteur sur l'ellipsoïde) fournies par votre système GNSS.

Pour ce faire, pendant votre levé des points de détail, vous avez visé depuis chaque station les stations les plus proches, et les points du RDF visibles. L'étude se limitera ici au contrôle de la station St2. Le tableau II du document 2 vous donne un extrait du carnet de terrain.

Les coordonnées des points RDF vous sont données sur le document 3 (extrait du logiciel Circé).

#### Contrôle du G0 (V0) de la station St2

- 1.1 Calculer les G0 de la station sur chacune des 4 références.
- 1.2 Vous constatez des valeurs légèrement différentes entre les G0 calculés sur les références St1, St3 et les références du RDF. Justifier cette différence.
- 1.3 Les 4 valeurs du G0 de la station 2 restent cohérentes. Quel est l'intérêt pour l'opérateur de viser deux points du RDF externes à son canevas GNSS ?
- 1.4 Dans l'optique de conserver l'homogénéité du levé par rapport au canevas, calculer le G0 moyen à adopter pour le calcul des points de détail .

#### Contrôle des distances réduites

- 1.5 Après avoir calculé la hauteur ellipsoïdale moyenne du chantier, calculer le coefficient de réduction à l'ellipsoïde (Rayon de la terre : 6380 km). Vous noterez ce coefficient sous la forme de ppm.
- 1.6 A l'aide du document 3, calculer le coefficient d'altération linéaire à appliquer en ppm.
- 1.7 A l'aide du carnet de terrain document 2, calculer la distance projetée entre les stations St1-St2.
- 1.8 Comparer cette distance à celle issue des coordonnées GNSS. Conclure.

#### Contrôle des dénivelées entre stations :

- 1.9 A l'aide du carnet de terrain, calculer la dénivelée directe entre St1 et St2, puis celle inverse entre St2 et St1 (vous tiendrez compte de la correction de niveau apparent). Calculez la dénivelée moyenne.
- 1.10 Comparer cette dénivelée moyenne avec celle issue des coordonnées GNSS. Conclure.

BTS GEOMETRE TOPOGRAPHE		Session 2014
U4.2 : RECHERCHE DE SOLUTIONS ET TRAITEMENT DES DONNEES	Code : GTRST	Page : 3/13

## Question 2 : Contrôle du levé – Arrêté de 2003

Pour la réalisation du plan topographique, le client vous impose une classe de précision planimétrique [xx] de 20mm.

On a déterminé un échantillon de 18 points. Vous trouverez dans le tableau ci-dessous les écarts entre les coordonnées initiales de ces points et les coordonnées de ces mêmes points après un lever de contrôle effectué avec un instrument 2 fois plus précis.

N° du point	$(x_{\text{contrôle}} - x_{\text{objet}})$ en mm	$(y_{\text{contrôle}} - y_{\text{objet}})$ en mm
101	16	6
102	7	13
103	13	18
104	18	11
105	2	12
1000	12	1
201	2	5
202	2	2
203	14	12
204	38	45
205	4	2
301	16	1
302	4	8
303	13	8
304	10	16
305	4	17
306	16	12
307	5	13

- 2.1 A l'aide du document 4, indiquer si les points répondent à la classe de précision qui vous a été imposée. Justifiez votre réponse en donnant le détail de vos calculs.

## Question 3 : Comparaison Altitude par GNSS et Nivellement direct

Pour contrôler les altitudes calculées par GNSS de vos stations, vous décidez d'effectuer un nivellement simple entre deux repères IGN, repère D.M.K3-116 (Altitude : 112.338m) et D.M.K3-119 (Altitude : 99.228m). Le niveau utilisé a une précision de  $\pm 2$ mm pour 1 km de cheminement double. La longueur du cheminement est de 1.64 km.

- 3.1 En tenant compte de la précision du niveau et de la précision relative entre les deux repères donnée dans le tableau ci-dessous, calculer la tolérance de fermeture de votre cheminement.

Nom du réseau	Ordre	Ecart-type (en mm x km <sup>1/2</sup> )
NGF / Bourdalouë	1	10
NGF / Lallemand	1	2,6
NGF / IGN69	1	2
NGF / IGN69	2	2,3
NGF / IGN69	3	3
NGF / IGN69	4	3,6

BTS GEOMETRE TOPOGRAPHE		Session 2014
U4.2 : RECHERCHE DE SOLUTIONS ET TRAITEMENT DES DONNEES	Code : GTRST	Page : 4/13

- 3.2 Les données du cheminement sont consignées dans le document-réponse n°1. Les dénivelées ont été calculées. Calculer la fermeture de votre cheminement et l'altitude compensée de St1.
- 3.3 L'ondulation (donnée par la grille RAF09) sur votre chantier est de 43,63m. Comparer l'altitude de St1 calculée à la question 3.2 avec celle obtenue par GNSS. Conclure.
- 3.4 La précision de la grille RAF09 est de  $\pm 2\text{cm}$ . La précision de la hauteur ellipsoïdale de la station St1 donnée par votre système GNSS est de  $\pm 3\text{cm}$ . Calculer la précision sur l'altitude de St1 déduite de la hauteur ellipsoïdale.

#### Question 4 : Préparation d'une implantation

Votre cabinet est chargé d'effectuer, en même temps que votre chantier, l'implantation d'un bâtiment. On vous demande donc d'implanter le bâtiment carré défini par les quatre points 11-12-13-14 le plus proche possible de l'intersection de la rue du Bruay et de la rue d'Haillcourt (voir contraintes document 5). Vous procédez à un lever des points 1 à 4 au tachéomètre dans un système local. Les coordonnées de ces points vous sont fournies (Document 5).

- 4.1 Déterminer les coordonnées du point 13 en respectant les différentes marges de recul imposées. (Expliquez la progression de vos calculs). En déduire les coordonnées des points 11, 12 et 14.
- 4.2 Votre implantation se fera avec votre matériel GNSS. Connaissant les coordonnées des points 1 à 4 (points matérialisés sur le terrain) et 11 à 14 en système local, proposer une méthode d'implantation.

#### Question 5 : Profils en travers et calcul de cubatures

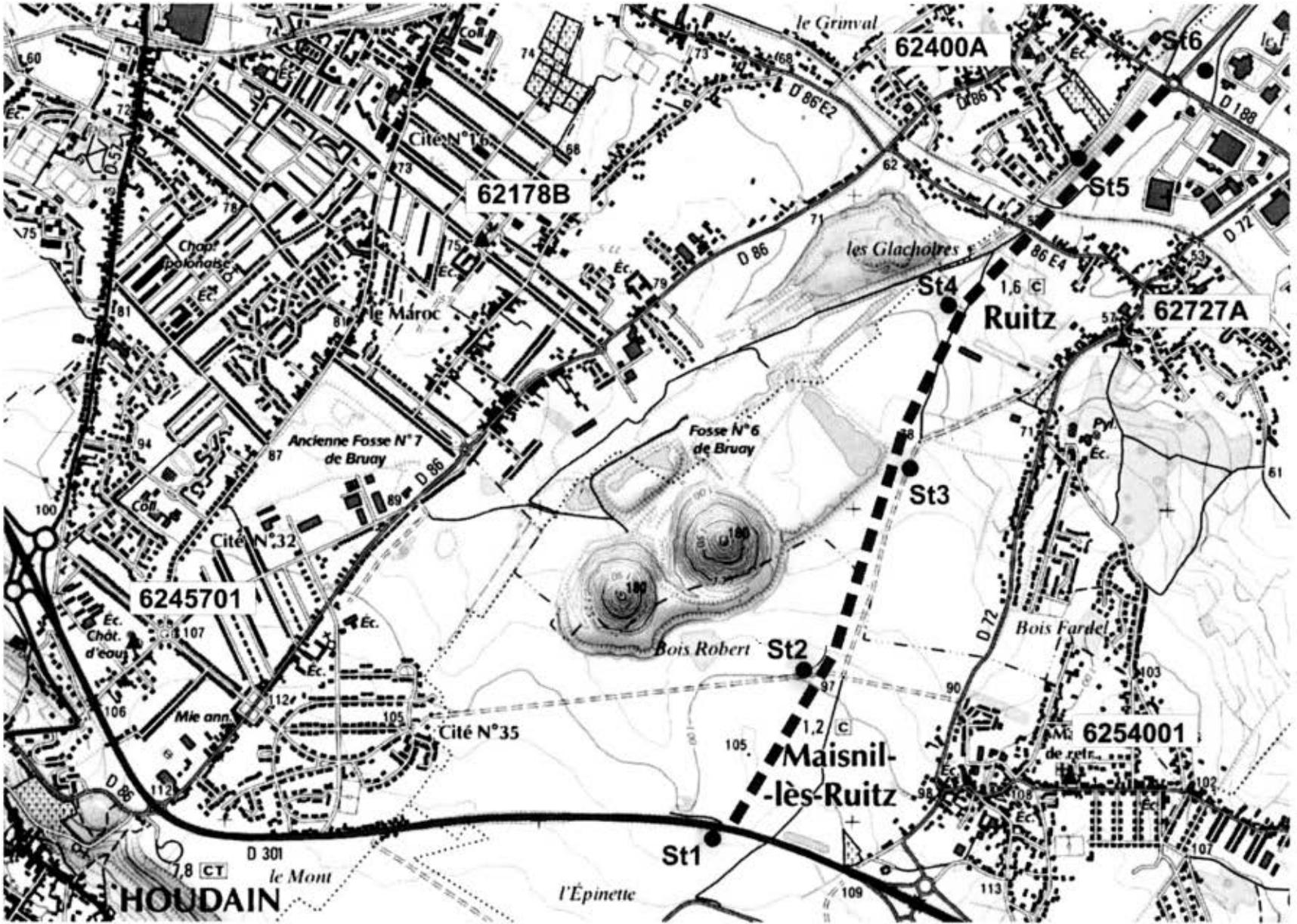
Le document réponse 2 est le profil en travers simplifié N°6 des terrassements de la future chaussée. Vous devez implanter les points d'entrée en terre et fournir un calcul de cubature déblai – remblai.

- 5.1 Calculer pour les trois points d'entrée en terre (PET), leur distance à l'axe et leur altitude. Vous noterez ces valeurs sur le document réponse N°2.
- 5.2 Calculer les surfaces de déblai et remblai pour ce profil en travers. Vous noterez ces surfaces sur le document réponse N°2.

Le document 6 présente le profil en travers N°7 avec les surfaces de déblai-remblai déjà calculées. Ce profil est espacé de 25m du profil N°6.

- 5.3 Calculer les volumes de terre en déblai et remblai situés entre ces 2 profils. Vous ne tiendrez pas compte du foisonnement des terres. Vous noterez ces volumes sur le document réponse N°2.

BTS GEOMETRE TOPOGRAPHE		Session 2014
U4.2 : RECHERCHE DE SOLUTIONS ET TRAITEMENT DES DONNEES	Code : GTRST	Page : 5/13



**TABLEAU I : COORDONNEES DES STATIONS ST1 A ST6**

Station	E (m)	N (m)
St 1	1 669 482.85	9 250 441.73
St 2	1 669 783.59	9 250 943.65
St 3	1 670 087.13	9 251 603.15
St 4	1 670 196.42	9 252 100.00
St 5	1 670 654.76	9 252 604.18
St 6	1 671 001.13	9 252 840.19

Station	h (m) hauteur ellipsoïdale
St 1	148.16
St 2	140.54
St 3	126.43
St 4	114.16
St 5	104.26
St 6	104.85

**TABLEAU II : EXTRAIT DU CARNET DE TERRAIN**

Station : St1		Ht : 1.65 m		
Point visé	Hz (grade)	V (grade)	Dp (m)	Hp (m)
6254001	0.000			
St2	351.752	100.868	585.218	1.30

Station : St2		Ht : 1.70 m		
Point visé	Hz (grade)	V (grade)	Dp (m)	Hp (m)
62727A	213.338			
6254001	292.720			
St1	0.000	99.213	585.206	1.30
St3	193.093	100.522	726.032	1.30

Nota : les distances Dp sont les distances inclinées corrigées de toutes les erreurs systématiques du distancemètre.

BTS GEOMETRE TOPOGRAPHE		Session 2014
U4.2 : RECHERCHE DE SOLUTIONS ET TRAITEMENT DES DONNEES	Code : GTRST	Page : 7/13

Circé France

A propos de Circé | Transformation standard | Transformation grille

Nom du point: 6254001

Mode:  Interactif  Fichier

Système de départ: RGF93 Type: Planes Projection: LAMBERT-93

E(m): 670529.36 N(m): 7039699.9

Unité: Degrés Minutes Secondes

Hauteur Ellipsoïdale: 0 Altitude: 132

Méridien Origine: Greenwich

Composante Verticale (mètres):  pas d'info  Hauteur  Altitude

Système altimétrique: IGN69

Système d'arrivée: RGF93 Type: Planes Projection: CC50

E(m): 1670574.080 N(m): 9250585.012

Unité: Grades

Hauteur Ellipsoïdale(m): 175.622 Altitude: 132.000

Convergence des méridiens: 0.35270 Altération linéaire: -54.3 mm/km

Méridien Origine: Greenwich

La transformation sans changement de système ne dégrade pas la précision des coordonnées en plan. La précision alt est de 1 à 5cm.

Circé France

A propos de Circé | Transformation standard | Transformation grille

Nom du point: 62727

Mode:  Interactif  Fichier

Système de départ: RGF93 Type: Planes Projection: LAMBERT-93

E(m): 670765.25 N(m): 7041098.95

Unité: Degrés Minutes Secondes

Hauteur Ellipsoïdale: 0 Altitude: 95.5

Méridien Origine: Greenwich

Composante Verticale (mètres):  pas d'info  Hauteur  Altitude

Système altimétrique: IGN69

Système d'arrivée: RGF93 Type: Planes Projection: CC50

E(m): 1670750.110 N(m): 9251981.879

Unité: Grades

Hauteur Ellipsoïdale(m): 139.120 Altitude: 95.500

Convergence des méridiens: 0.35069 Altération linéaire: -52.5 mm/km

Méridien Origine: Greenwich

La transformation sans changement de système ne dégrade pas la précision des coordonnées en plan. La précision alt est de 1 à 5cm.

**EXEMPLES D'APPLICATION DE L'ARRÊTÉ DU 16 SEPTEMBRE 2003 PORTANT SUR LES  
CLASSES DE PRÉCISION APPLICABLES AUX CATÉGORIES DE TRAVAUX  
TOPOGRAPHIQUES RÉALISÉS PAR L'ÉTAT, LES COLLECTIVITÉS LOCALES ET LEURS  
ÉTABLISSEMENTS PUBLICS OU EXÉCUTÉS POUR LEUR COMPTE**

**Classe de précision planimétrique interne**

La précision interne est évaluée par comparaison des coordonnées obtenues à l'issue des calculs de compensation effectués en réseau libre. Dans ce calcul, on considère comme inconnues les coordonnées des points du réseau d'appui (sauf un point dont les coordonnées seront arbitrairement imposées, ainsi qu'une orientation). On ne demande d'ailleurs pas aux calculs de déterminer ces inconnues. On recherche ensuite, par moindres carrés, la translation et la rotation d'ensemble du chantier à appliquer au « réseau libre » pour que les coordonnées ainsi obtenues soient aussi proches que possible de celles des N points ayant fait l'objet de contrôles.

On obtient ainsi une série d'écarts :

$$E_i = \sqrt{(x_{\text{contrôle}} - x_{\text{objet}})^2 + (y_{\text{contrôle}} - y_{\text{objet}})^2}$$

dont on prend la moyenne :

$$E_{m_p} = \frac{\sum (E_i)}{N}$$

Si l'on travaille uniquement en planimétrie, avec donc  $k = 2,42$ , et un coefficient de sécurité des mesures de contrôles  $C = 2$  (mesures de contrôles de classe deux fois plus précise que la classe de précision [xx] visée), on procède alors aux 3 tests suivants :

**TEST A :**

L'écart moyen en position «  $E_{m_p}$  » de l'échantillon doit être inférieur à  $[xx] \cdot (1 + \frac{1}{2c^2})$  ;

**TEST B :**

Parmi les N points testés, un nombre N' ne peut dépasser la valeur :

$$T = k \cdot [xx] \cdot (1 + \frac{1}{2c^2})$$

avec N' l'entier immédiatement supérieur à :  $0,01 \cdot N + 0,232 \cdot \sqrt{N}$  , sachant que si  $N < 5$ ,  $N' = 0$  ;

**TEST C :**

Aucun écart en position  $E_i$  dans l'échantillon n'excède :

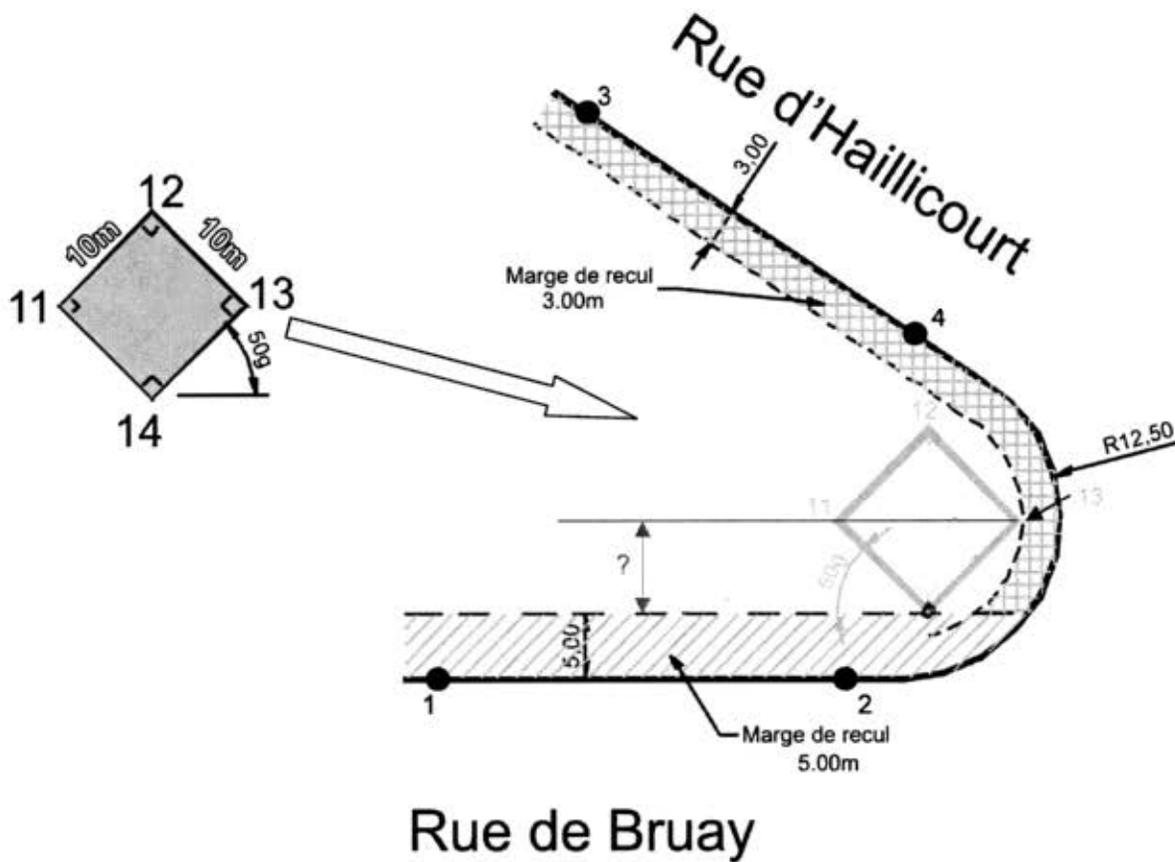
$$1,5 \cdot k \cdot [xx] \cdot (1 + \frac{1}{2c^2})$$

**Conclusion :** Si ces trois conditions sont vérifiées, alors les erreurs internes sont de classe [xx].

BTS GEOMETRE TOPOGRAPHE		Session 2014
U4.2 : RECHERCHE DE SOLUTIONS ET TRAITEMENT DES DONNEES	Code : GTRST	Page : 9/13

Hypothèses d'implantation :

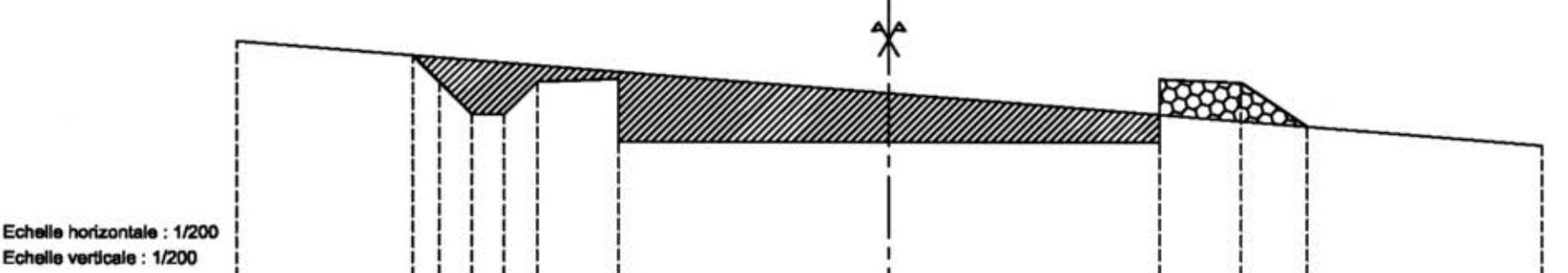
- Le point 13 doit se trouver à la limite de la marge de recul de 3.00m
- Le point 14 doit se trouver en limite de la marge de recul de 5.00m
- La façade 11-14 forme un angle de 50g par rapport à la rue de Bruay



N° Points	X (m)	Y (m)
1	145.00	525.00
2	175.00	525.00
3	159.36	565.20
4	180.25	551.23

# PROFIL EN TRAVERS N°7

 SURFACE REMBLAI : 4.05 m<sup>2</sup>  
 SURFACE DEBLAI : 30.17 m<sup>2</sup>



Echelle horizontale : 1/200  
Echelle verticale : 1/200

Altitude Plan de comparaison : 30m

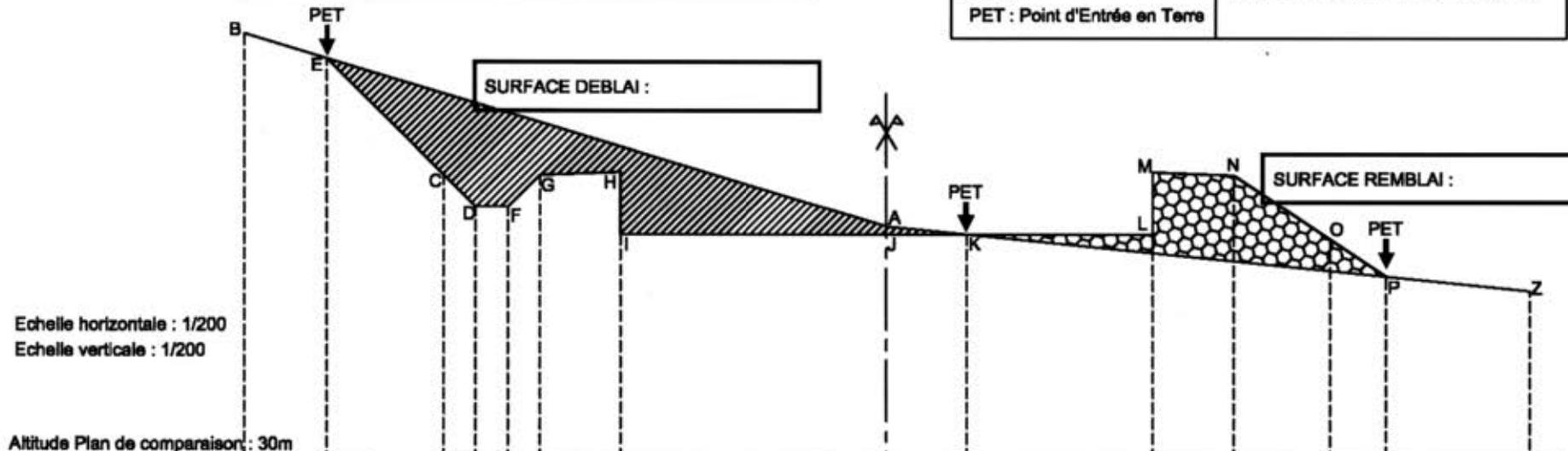
Distance à l'axe	-20.00	-14.61	-13.80	-12.80	-11.80	-10.80	-8.30	0.00	8.30	10.80	12.83	20.00
Altitude T.N.	40.09	39.68	38.85	37.85	37.85	38.85	38.95	38.51	37.00	38.85	37.50	36.93
Altitudes Projet		39.68	38.85	37.85	37.85	38.85	37.00	37.00	38.95	38.85	37.50	
Diff. Projet-TN												
Surface D/R												

Date :	21/02/2013	Equipe :	Niveau :	LEICA NA728
Matricule du point de départ :	D.M.K3-116	Altitude :	112,338	
Matricule du point d'arrivée :	D.M.K3-119	Altitude :	99,228	
Tolérance de fermeture ( mm ) :		Fermeture (mm) :		
Nombre de stations :	13	Compensation (mm) :		

N° point	Dist.	R	V	N° Détail	V Détail	DZ	Z	Z Détail
D.M.K3-116	1640	0,702					112,338	
1			1,569			-0,867		
1		0,400						
2			1,852			-1,452		
2		0,815						
3			1,680			-0,865		
3		0,548						
4			1,248			-0,700		
4		0,487						
5			1,895			-1,408		
5		0,548						
6			1,304			-0,756		
6		0,258						
7			1,423			-1,165		
7		0,589						
ST1			1,195			-0,606		
ST1		0,458						
8			1,648			-1,190		
8		0,212						
9			1,824			-1,612		
9		0,658						
10			1,664			-1,006		
10		0,785						
11			1,244			-0,459		
11		0,458						
D.M.K3-119			1,469			-1,011	99,228	

# PROFIL EN TRAVERS N°6

 SURFACE REMBLAI  
 SURFACE DEBLAI  
 PET : Point d'Entrée en Terre  
 Pente du talus de remblai (DZ/DH) : 2/3  
 Pente du talus de déblai (DZ/DH) : 1/1



Echelle horizontale : 1/200  
Echelle verticale : 1/200

Altitude Plan de comparaison : 30m

Distance à l'axe	-20,00							0,00								20,00
Altitude T.N.	43,25							37,25								35,25
Altitudes Projet			38,85	37,85	37,85	38,85	37,00	37,00			38,95	37,00	38,95	36,85	36,84	
Diff. Projet-TN			-5,40	-6,00	-6,00	-1,85	-0,25	0,00			1,95	0,00	1,95	-0,01	-0,01	
Surface D/R																

Réponse question 5.3 :

VOLUME DES TERRES EN DEBLAI	
-----------------------------	--

VOLUME DES TERRES EN REMBLAI	
------------------------------	--