

Some Exams for the Students of ENIT, Faculty of Science of Tunis and ISET of Nabeul

Quelques Examens Donnés aux Etudiants de l'ENIT, la Faculté des Sciences de Tunis et l'ISET de Nabeul Proposés par

Abdelmajid BEN HADJ SALEM

Edition v1. Juillet 2026

Abstract

This article presents some exams given to the students of the ENIT, Faculty of Sciences of Tunis and the ISET of Nabeul concerning geodesy, astronomy of position and mathematical cartography.

Résumé

Cet article représente des sujets d'examens donnés aux étudiants de l'ENIT, la Faculté des Sciences de Tunis et l'ISET de Nabeul. Les sujets concernent la géodésie, l'astronomie de position et la cartographie mathématique.

Abdelmajid BEN HADJ SALEM

Résidence Bousten 8, Av. Mosquée Raoudha, 1181 Soukra-Raoudha,
Tunisia.

E-mail : abenhadjsale@gmail.com

© Juillet 2026 - Abdelmajid BEN HADJ SALEM

A la Mémoire de mes Parents.

**A ma Femme, ma Fille, mon Fils et ma
Petite-fille.**

A mes Professeurs, à mes Amis et Collègues.

Table des matières

1	Examens de l'ENIT	3
2	Examens de la Faculté des Sciences de Tunis	5
3	Examens de l'ISET de Nabeul	11

Préface

Je présente dans ce document quelques sujets que j'ai donnés aux étudiants du niveau Techniciens Supérieurs ou de la Licence de l'option Géomatique de la Faculté des Sciences de Tunis et de l'ISET de Nabeul et du niveau Mastère concernant les étudiants qui ont participé aux cours du Diplôme spécialisé en géomatique à l'ENIT.

Les sujets touchent à la géodésie, l'astronomie de position et la cartographie mathématique.

Je souhaite bonne lecture aux étudiants candidats aux diplômes en Géomatique.

Enfin, pour signaler toute correction à cette publication, prière de nous écrire à l'adresse : abenhadjsalem@gmail.com, et je vous remercie d'avance.

Tunis,
25 Juillet 2026

*Abdelmajid
Ben Hadj Salem, Dipl.-Ing.
Ingénieur Général Géographe*

Chapitre 1

Examens de l'ENIT

ENIT¹ - Mastère de Géomatique
Année Universitaire 2003-2004

Septembre 2004

Examen de Géodésie
Durée 2h - Documents du cours et calculatrices autorisés -

Exercice (8 points)

On définit une surface S par les équations :

$$OM = \begin{cases} X = u \cos v \\ Y = u \sin v \\ Z = u \cot \alpha \end{cases}$$

- 1- Calculer les composantes des vecteurs OM'_u et OM'_v .
- 2- Calculer les coefficients E, F, G de la première forme fondamentale de la surface S .
- 3- En déduire l'expression de ds^2 .
- 4- Les coordonnées (u, v) sont-elles orthogonales? symétriques?
- 5- Calculer le vecteur unitaire normal n à S au point M .
- 6- Calculer les coefficients L, M et N . En déduire la deuxième forme fondamentale.

Problème (12 points)

On a mesuré une distance suivant la pente entre les points A (altitude $A = H_A = 1319.79\text{ m}$) et B (altitude $B = H_B = 1025.34\text{ m}$) avec $D_p = 16483.873\text{ m}$.

- 1- Calculer la distance D_0 distance réduite à l'ellipsoïde par la formule rigoureuse, on prendra le rayon de la terre $R = 6378\text{ km}$.
- 2- Calculer la distance D_r réduite à la représentation plane Lambert si l'altération linéaire de la zone est de -14 cm/km .
- 3- La direction AB a un azimut géodésique $Az_g = 297.56225\text{ gr}$. Donner l'expression du gisement G de AB en fonction de Az_g, γ la convergence des méridiens et dv la correction de la corde, sachant que la représentation plane utilisée est le Lambert Sud Tunisie et que le point A est au nord du parallèle origine.

1. ENIT : Ecole Nationale des Ingénieurs de Tunis.

- 4- On donne $dv = -13.7 \text{ dmgr}$ et $\lambda = 9.3474734 \text{ gr}$ la longitude de A , calculer G .
- 5- En déduire les coordonnées (X_B, Y_B) de B si $X_A = 363\,044.79 \text{ m}$ et $Y_A = 407\,020.09 \text{ m}$.
- 6- Déterminer les coordonnées géographiques (φ, λ) de B .
On rappelle que $a = 6\,378\,249.20 \text{ m}$ et $e^2 = 0.0068\,0348\,77$.

Chapitre 2

Examens de la Faculté des Sciences de Tunis

Département de Géologie
Année Universitaire 2010-2011

LAGTE 1

Contrôle Continu de Système de Positionnement Global
Durée 1h - Documents du cours et calculatrices autorisés -

Problème

On considère un point M de coordonnées géodésiques dans le système géodésique GPS :

$$M : \quad \varphi = 40.2563 \text{ gr}, \quad \lambda = 11.6287 \text{ gr}, \quad H_e = 518.26 \text{ m}$$

- 1- Calculer les coordonnées tridimensionnelles $(X, Y, Z)_{GPS}$ du point M dans le système géodésique GPS. On donne : $a = 6\,378\,137.00 \text{ m}$ et $e^2 = 0.0066\,9438$.
- 2- On passe du système géodésique GPS au système géodésique terrestre en utilisant le modèle suivant :

$$\mathbf{X} = \mathbf{T} + (1 + m)\mathbf{X}_{GPS}$$

où $\mathbf{T}$ représente le vecteur translation, $1 + m$ le facteur d'échelle et $\mathbf{X}$ le vecteur position dans le système géodésique terrestre. On donne :

$$\mathbf{T} = \begin{pmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 263.31 \text{ m} \\ -13.56 \text{ m} \\ -435.66 \text{ m} \end{pmatrix}, \quad 1 + m = 0.999985$$

Calculer les coordonnées géodésiques tridimensionnelles (X, Y, Z) de M dans le système géodésique terrestre.

- 3- Calculer les coordonnées géodésiques $(\varphi', \lambda', H'_e)$ de M dans le système géodésique terrestre. On calculera φ' en gr à 4 chiffres après la virgule. On donne $a = 6\,378\,249.20 \text{ m}$ et $e^2 = 0.0068\,0348\,77$.

Rappels :

$$\begin{pmatrix} X = (N + H_e)\cos\varphi.\cos\lambda \\ Y = (N + H_e)\cos\varphi.\sin\lambda \\ Z = (N(1 - e^2) + H_e)\sin\varphi \end{pmatrix}, \quad N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2\sin^2\varphi}}$$

Département de Géologie
Année Universitaire 2010-2011

LAGTE 1

Contrôle Continu de Système de Positionnement Global
Durée 1h - Documents du cours et calculatrices autorisés -

Problème

Soit un point M de coordonnées géodésiques dans le système géodésique terrestre :

$$M : \quad \varphi = 41.2528 \text{ gr}, \quad \lambda = 11.5479 \text{ gr}, \quad H_e = 251.81 \text{ m}$$

- 1- Calculer les coordonnées tridimensionnelles (X, Y, Z) de M dans le système géodésique terrestre. On donne : $a = 6\,378\,249.20 \text{ m}$ et $e^2 = 0.0068\,0348$.
- 2- Un point P situé sur le même parallèle que le point M a pour coordonnées tridimensionnelles dans le système géodésique terrestre :

$$X = 5\,005\,837.66 \text{ m}, \quad Y = 932\,367.80 \text{ m}, \quad Z = 3\,828\,615.21 \text{ m}$$

Calculer la longitude et l'altitude ellipsoïdique du point P .

- 3- Les deux points M et P ont été observés par GPS et on a obtenu leurs coordonnées GPS suivantes :

$$M : \quad X' = 5\,008\,050.58 \text{ m}, \quad Y' = 918\,589.26 \text{ m}, \quad Z' = 3\,828\,995.31 \text{ m}$$

$$P : \quad X' = 5\,005\,574.81 \text{ m}, \quad Y' = 932\,382.30 \text{ m}, \quad Z' = 3\,828\,049.16 \text{ m}$$

On considère que le passage du système GPS au système géodésique terrestre est donné par :

$$\mathbf{X} = \mathbf{T} + \mathbf{X}'$$

$\mathbf{X}'$ dans le système GPS et $\mathbf{T}$ le vecteur translation entre les deux systèmes. Calculer les composantes du vecteur $\mathbf{T}$ moyen.

- 4- Calculer les coordonnées géodésiques GPS (X'_I, Y'_I, Z'_I) du point I milieu du segment MP .
- 5- En déduire les coordonnées géodésiques terrestres tridimensionnelles (X_I, Y_I, Z_I) du point I .

Département de Géologie
Année Universitaire 2005-2006

Filière Géomatique

Examen du Cours : Représentations Cartographiques
Classe TG1 - Session Principale, Juin 2006
Durée 2h - Documents du cours et calculatrices autorisés -

Problème (14 points)

En un point A de coordonnées géodésiques $\varphi = 41.4582 \text{ gr}$ et $\lambda = 12.0867 \text{ gr}$ à l'Est de Greenwich, on vise un point M .

- 1- Dans quelle zone de Lambert Tunisie se trouve le point A ? Calculer ses coordonnées planes (X, Y) .
 - 2- L'azimut géodésique de la direction AM est $Azg = 68.2431 \text{ gr}$. Calculer G le gisement de la direction AM .
 - 3- La distance AM réduite à l'ellipsoïde de référence est $D_e = 3267.32 \text{ m}$. Sachant que l'altération linéaire dans la région des points A et M vaut -11.4 cm/km , calculer la distance AM réduite au plan.
 - 4- Calculer les coordonnées (X, Y) de M .
 - 5- Déterminer les coordonnées (φ', λ') de M .
- On donne $a = 6\,378\,249.20 \text{ m}$; $e^2 = 0.0068\,0348\,77$; $k = 0.9996\,25544$.

Exercice (6 points)

Soit S la sphère de rayon R . A un point $p(\varphi, \lambda)$ de S , on lui fait correspondre le point $P(X, Y)$ du plan OXY , muni d'une base orthonormée, par la représentation plane suivante définie par les formules :

$$P(X, Y) = \begin{cases} X = R \cos \lambda \\ Y = R \tan \varphi \end{cases}$$

- 1- Quelles sont les images des méridiens ($\lambda = \text{constante}$) et des parallèles ($\varphi = \text{constante}$).
- 2- Soit dS la longueur infinitésimale correspondante sur le plan, calculer dS . Montrer que le module linéaire m est tel que :

$$m^2 = \frac{\frac{d\varphi^2}{\cos^4 \varphi} + \sin^2 \lambda d\lambda^2}{d\varphi^2 + \cos^2 \varphi d\lambda^2}$$

- 3- En déduire les modules linéaires m_1 le long du méridien ($\lambda = \text{cte}$) et m_2 le long du parallèle ($\varphi = \text{cte}$). Cette représentation est-elle conforme? Pourquoi?

Département de Géologie
Année Universitaire 2008-2009

Filière Géomatique

Examen de Systèmes de Positionnement Global

Session de Rattrapage, Juin 2009

Durée 1 h30 mn - Documents du cours et calculatrices autorisés -

Dans le cadre de levé d'une zone, on a observé 4 points connus dans le système géodésique local par la méthode GPS. On note leurs coordonnées tridimensionnelles locales par (X_i, Y_i, Z_i) pour $i = 1, 4$ et leurs coordonnées GPS par (X'_i, Y'_i, Z'_i) pour $i = 1, 4$. On considère que le passage du système GPS au système local est donné par :

$$\mathbf{X} = \mathbf{T} + \mathbf{X}' \quad (2.0.1)$$

où $\mathbf{X} = (X, Y, Z)^T$ est le vecteur local, $\mathbf{X}' = (X', Y', Z')^T$ le vecteur GPS et $\mathbf{T} = (T_x, T_y, T_z)^T$ le vecteur translation entre les deux systèmes.

TABLE 2.1 – Tableau des coordonnées

Points	X(m)	Y(m)	Z(m)	X'(m)	Y'(m)	Z'(m)
1	5 035 236.4	887 997.3	3 800 393.3	5 034 973.1	888 011.7	3 800 827.3
2	5 040 999.4	999 205.7	3 789 908.9	5 040 737.5	900 219.3	3 790 342.4
3	5 040 231.1	893 739.9	3 792 398.7	5 039 968.6	893 753.9	3 792 832.4
4	5 038 234.2	905 176.2	3 792 175.6	5 037 972.1	905 189.6	3 792 608.7
5				5 027 140.5	915 679.3	3 804 438.6

1- Calculer les composantes du vecteur translation moyen T_m calculé sur les 4 points 1,2,3 et 4. (voir le tableau ci-dessus).

2- On observe par GPS le point n°5 et on obtient ses coordonnées tridimensionnelles GPS (X', Y', Z') telles que :

$$X' = 5\,027\,140.5\,m; Y' = 915\,679.3\,m; Z' = 3\,804\,438.6\,m$$

Utilisant (2.0.1), montrer que les coordonnées tridimensionnelles (X, Y, Z) du point n°5 dans le système local sont :

$$\mathbf{X}_5 = (X_5 = 5\,027\,402.95\,m, Y_5 = 915\,665.45\,m, Z_5 = 3\,804\,005.00\,m)^T$$

3- Déterminer les coordonnées géodésiques (φ, λ, h) du point 5. (φ, λ) seront calculées à 4 chiffres après la virgule.

4. Calculer les coordonnées planes (X, Y) Lambert Tunisie du point 5.

Les paramètres de l'ellipsoïde local sont : $a = 6\,378\,249.20\,m; e^2 = 0.0068\,0348\,77$.

Département de Géologie
Année Universitaire 2010-2011

LAGTE 1

Examen de Système de Positionnement Global
Session Principale, Juin 2011
Durée 1h - Calculatrices autorisées -

Problème

On considère deux points A et B de coordonnées géodésiques dans le système géodésique GPS :

$$\begin{aligned} A : \quad \varphi'_A &= 36.6306 \text{ gr}, \quad \lambda'_A = 10.7896 \text{ gr}, \quad h'_A = 137.50 \text{ m} \\ B : \quad \varphi'_B &= 36.6317 \text{ gr}, \quad \lambda'_B = 10.7915 \text{ gr}, \quad h'_B = 171.33 \text{ m} \end{aligned}$$

1- Calculer les coordonnées tridimensionnelles $(X', Y', Z')_A, (X', Y', Z')_B$ des points A et B dans le système géodésique GPS. On donne : $a = 6\,378\,137.00 \text{ m}$ et $e^2 = 0.0066\,9438$.

2- On pose :

$$\Delta X = X'_B - X'_A; \quad \Delta Y = Y'_B - Y'_A; \quad \Delta Z = Z'_B - Z'_A$$

Calculez les coefficients $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$. Sachant que l'azimut géodésique de la direction AB est donné par la formule :

$$\text{tg}(Az'_g) = \frac{-\Delta X \sin \lambda'_A + \Delta Y \cos \lambda'_A}{\Delta Z \cos \varphi'_A - \sin \varphi'_A (\Delta X \cos \lambda'_A + \Delta Y \sin \lambda'_A)}$$

Calculer la valeur numérique de Az'_g .

3- On passe du système géodésique GPS au système géodésique terrestre en utilisant le modèle suivant :

$$\mathbf{X} = \mathbf{T} + \mathbf{X}'_{GPS}$$

où $\mathbf{X}$ le vecteur position dans le système géodésique terrestre, $\mathbf{T}$ représente le vecteur translation, et $\mathbf{X}'_{GPS}$ le vecteur position GPS. On donne :

$$\mathbf{T} = \begin{pmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 263.31 \text{ m} \\ -13.56 \text{ m} \\ -435.66 \text{ m} \end{pmatrix}$$

Calculer les coordonnées géodésiques tridimensionnelles $(X, Y, Z)_A$ et $(X, Y, Z)_B$ de A et B dans le système géodésique terrestre.

4- Calculer les coordonnées géodésiques (λ_A, h_A) de A dans le système géodésique terrestre sachant que $\varphi_A = 36.6287 \text{ gr}$.

On donne $a = 6\,378\,249.20 \text{ m}$ et $e^2 = 0.0068\,0348\,77$. On rappelle :

$$\begin{pmatrix} X = (N + h) \cos \varphi \cos \lambda \\ Y = (N + h) \cos \varphi \sin \lambda \\ Z = (N(1 - e^2) + h) \sin \varphi \end{pmatrix}, \quad N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}}$$

Chapitre 3

Examens de l'ISSET de Nabeul

ISSET¹ de Nabeul
Année Universitaire 2000-2001

Avril 2001

Devoir Surveillé de Géodésie et d'Astronomie
Classe : TOPO3

Durée 1h 30mn -Documents du cours et calculatrices autorisés -

Exercice 1 (6 points)

Au lieu de latitude $\varphi = 38^\circ$ nord, on veut chercher les hauteurs h_1 et h_2 de l'étoile de déclinaison $\delta = +55^\circ$ respectivement à son passage supérieur et à son passage inférieur au méridien du lieu. Déterminer h_1 et h_2 .

Exercice 2 (6 points)

On donne les deux points :

$$M : \quad \varphi_M = 37.44756 \text{ gr}, \quad \lambda_M = 10.89942 \text{ gr},$$

$$N : \quad \varphi_N = 37.41695 \text{ gr}, \quad \lambda_N = 11.08149 \text{ gr}$$

- 1- Utilisant la trigonométrie sphérique, calculer le côté MN .
- 2- Donner l'expression des azimuts Az de M vers N et Az' de N vers M et les calculer numériquement.
- 3- Calculer $Az - Az'$, que concluez-vous ?

Exercice 3 (8 points)

On donne les coordonnées tridimensionnelles suivantes d'un point A :

$$A = \begin{cases} X = 5\,102\,603.85 \text{ m} \\ Y = 916\,806.87 \text{ m} \\ Z = 3\,703\,034.99 \text{ m} \end{cases}$$

1. ISSET : Institut Supérieur des Etudes Technologiques.

L'ellipsoïde de référence est l'ellipsoïde GRS80 dont les paramètres sont :

$$a = 6\,378\,137.00 \text{ m},$$

$$e^2 = 0.0066\,9438\,0023.$$

1- Calculer le demi-petit axe b .

2- Déterminer les coordonnées géodésiques (φ, λ, h) du point A .

ISET
Année Universitaire 2002-2003

Novembre 2002

Devoir Surveillé de Géodésie

Classe : TOPO3

Durée 1h 15mn -Documents du cours et calculatrices autorisés -

Exercice 1 (4 points)

Au lieu de latitude $\varphi = 38^\circ$ nord, on veut chercher les hauteurs h_1 et h_2 de l'étoile de déclinaison $\delta = +55^\circ$ respectivement à son passage supérieur et à son passage inférieur au méridien du lieu. Déterminer h_1 et h_2 .

Exercice 2 (6 points)

On donne les coordonnées tridimensionnelles suivantes d'un point M :

$$M = \begin{cases} X = 4\,300\,094.681 \text{ m} \\ Y = 1\,062\,806.87 \text{ m} \\ Z = 4\,574\,775.629 \text{ m} \end{cases}$$

L'ellipsoïde de référence a les paramètres suivants :

$$a = 6\,378\,137.00 \text{ m},$$

$$e^2 = 0.0066\,9438.$$

1- Calculer le demi-petit axe b .

2- Déterminer les coordonnées géodésiques (φ, λ, h) du point M . φ et λ seront calculés en grades avec 5 chiffres après la virgule.

Problème (10 points)

On définit une surface S par les équations :

$$OM(\varphi, \lambda) = \begin{cases} X = (a + R \cos \varphi) \cdot \cos \lambda \\ Y = (a + R \cos \varphi) \cdot \sin \lambda \\ Z = R \sin \varphi \end{cases} \quad \text{avec } a > R \text{ deux constantes positives}$$

1- Calculer les composantes des vecteurs OM'_φ et OM'_λ .

2- Calculer les coefficients E, F et G de la première forme fondamentale de la surface S .

3- En déduire l'expression de $(ds)^2$.

4- Les coordonnées (φ, λ) sont-elles orthogonales ? symétriques ?

5- Calculer un vecteur normal de S au point M .