



**CORRIGÉ**

**EXAMEN**

**Année 2011-2012**

On répondra directement sur les feuilles d'examen en indiquant en pied de page ses NOM et Prénom. L'usage de documents n'est pas autorisé.

**1. Modèles de localisation**

a. Qu'appelle-t-on « image géoréférencée » ?

1

Une image est géoréférencée si l'on connaît les coordonnées terrestres d'une partie ou de tous les points de l'image. Pour ces points, la relation suivante est vérifiée :

$$\begin{cases} \lambda = f_\lambda(l, p, aux...) \\ \varphi = f_\varphi(l, p, aux...) \end{cases}$$

Où :

- (l,p) sont le coordonnées en ligne et pixel du point dans le référentiel image,
- (λ,φ) sont le coordonnées du point (l,p) dans un système de référence de coordonnées terrestre,
- aux sont des données auxiliaires.

b. Qu'appelle-t-on « géoréférencer une image » ?

1

Géoréférencer une image consiste à associer à des points (l<sub>i</sub>,p<sub>i</sub>) d'une image des coordonnées terrestres (λ<sub>i</sub>,φ<sub>i</sub>) extraits d'un document de référence cartographique (carte, image géocodée, points géodésiques, levé GPS...). Les N points d'appui sont des couples de coordonnées exprimées comme ci-dessous :

Où :

$$((l_i, p_i); (\lambda_i, \varphi_i)), i = 1..N$$

- (l<sub>i</sub>,p<sub>i</sub>) sont le coordonnées dans le référentiel image du i<sup>ème</sup> point d'appui,
- (λ<sub>i</sub>,φ<sub>i</sub>) sont le coordonnées dans le référentiel terrestre du i<sup>ème</sup> point d'appui.

c. Qu'appelle-t-on « image géocodée » ?

1

Soit SRC le système de référence de coordonnées d'une image (« projection native » de l'image), une image géocodée est une image dont les coordonnées terrestres de tout point sont données par la formule élémentaire suivante :

$$\begin{cases} \lambda = \lambda_0 + p \times GSD_w \\ \varphi = \varphi_0 - l \times GSD_h \end{cases}$$

Où :

- (l,p) sont le coordonnées en ligne et pixel du point dans le référentiel image,
- (λ,φ) sont le coordonnées du point (l,p) dans le SRC de l'image,
- (λ<sub>0</sub>,φ<sub>0</sub>) sont le coordonnées du coin supérieur gauche de l'image dans le SRC,
- GSD<sub>v</sub> est la distance verticale d'échantillonnage au sol (hauteur du pixel),
- GSD<sub>h</sub> est la distance horizontale d'échantillonnage au sol (largeur du pixel).

d. Trouver l'expression du « Modèle de localisation inverse » d'une image géocodée.

2

L'expression fournie en question c ci-dessus est le « modèle de localisation direct » d'une image géocodée. Le modèle de localisation inverse s'obtient en inversant simplement ces deux expressions linéaires :

$$\begin{cases} l = \frac{\varphi_0 - \varphi}{GSD_h} \\ p = \frac{\lambda - \lambda_0}{GSD_w} \end{cases}$$

Où :

- (l,p) sont le coordonnées en ligne et pixel du point dans le référentiel image,
- (λ,φ) sont le coordonnées du point (l,p) dans le SRC de l'image,
- (λ<sub>0</sub>,φ<sub>0</sub>) sont le coordonnées du coin supérieur gauche de l'image dans le SRC,
- GSD<sub>v</sub> est la distance verticale d'échantillonnage au sol (hauteur du pixel),
- GSD<sub>h</sub> est la distance horizontale d'échantillonnage au sol (largeur du pixel).

NOM : ..... Prénom : .....



## 2. Eléments de géodésie et de mécanique spatiale

a. Donner la définition des 3 surfaces suivantes en les illustrant de figures :

- Surface topographique :

0,5

Surface de séparation entre la phase gazeuse (atmosphère) et les phases solides ou liquides à la surface de la Terre. La surface topographique définit le relief.

- Géoïde :

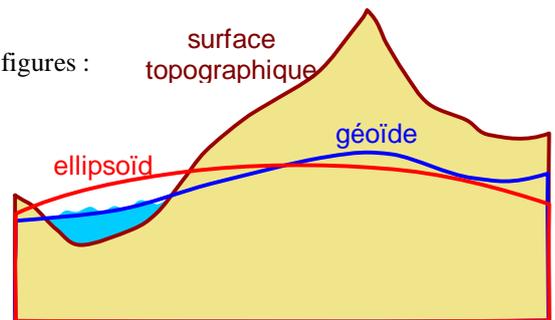
0,5

Surface équipotentielle du champ de gravitation jaugée au niveau moyen des mers.

- Ellipsoïde :

0,5

Modèle mathématique d'une ellipse de révolution autour de son petit axe et approximant le géoïde localement ou au niveau global (ex. WGS 84).



b. Ecrire les coordonnées (107,9075° ; -34,5°) en notation sexagésimale.

0,5

107,9075° = 107° 54' 27''  
-34,5° = -34° 30'

c. Quelle est l'autre notation en degrés décimaux de (107,9075° ; -34,5°) ?

0,5

107,9075° = 107,9075° E  
-34,5° = 34,5° S

d. Dans quelle projection UTM se trouve le point (107,9075° ; -34,5°) ?

0,5

UTM 48 S

Donner la formule permettant de retrouver le numéro de la zone horizontale.

0,5

$$\text{Zone\_horizontale} = E \left[ \frac{\text{longitude}}{6^\circ} + 31 \right]$$

e. Quelle est la signification de l'acronyme UTM ?

0,5

Universal Transverse Mercator

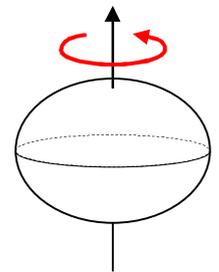
f. Quelle différence y-a-t'il entre UTM-31N et UTM-31S ?

1

UTM-31N et UTM-31S correspondent tous deux au système de référence de coordonnées "Universal Transverse Mercator" en zone horizontale (fuseau) n°31 (autour du méridien central à +3°).

UTM-31N est utilisé dans l'hémisphère nord avec un « false northing » à 0 mètres.

UTM-31S est utilisé dans l'hémisphère sud avec un « false northing » à 10 000 000 mètres (10 000 km).





### 3. Commentaires du programme « Placemarks.kml »

a. Quel est la classe des trois objets restitués dans le script KML « Placemarks.kml » ?  
Indiquer pour chaque objet leur position dans un repère géodésique (6 décimales au maximum).

3

1. Point – Repère ponctuel en longitude=-6.441 234°, latitude=32.095 352° et élévation=2358 mètres par rapport au sol.
2. LineString – Polyligne formée des 3 sommets de coordonnées (-6.479 946°,32.108 904°), (-6.427 076°,32.145 432°), (-6.390 011°,32.152 161°) épousant le sol.
3. LinearRing – Polygone fermé composé des 3 sommets de coordonnées (-6.545 118°,32.187 096°), (-6.452 883°,32.105 796°), (-6.371 467°,32.185 920°) épousant le sol.

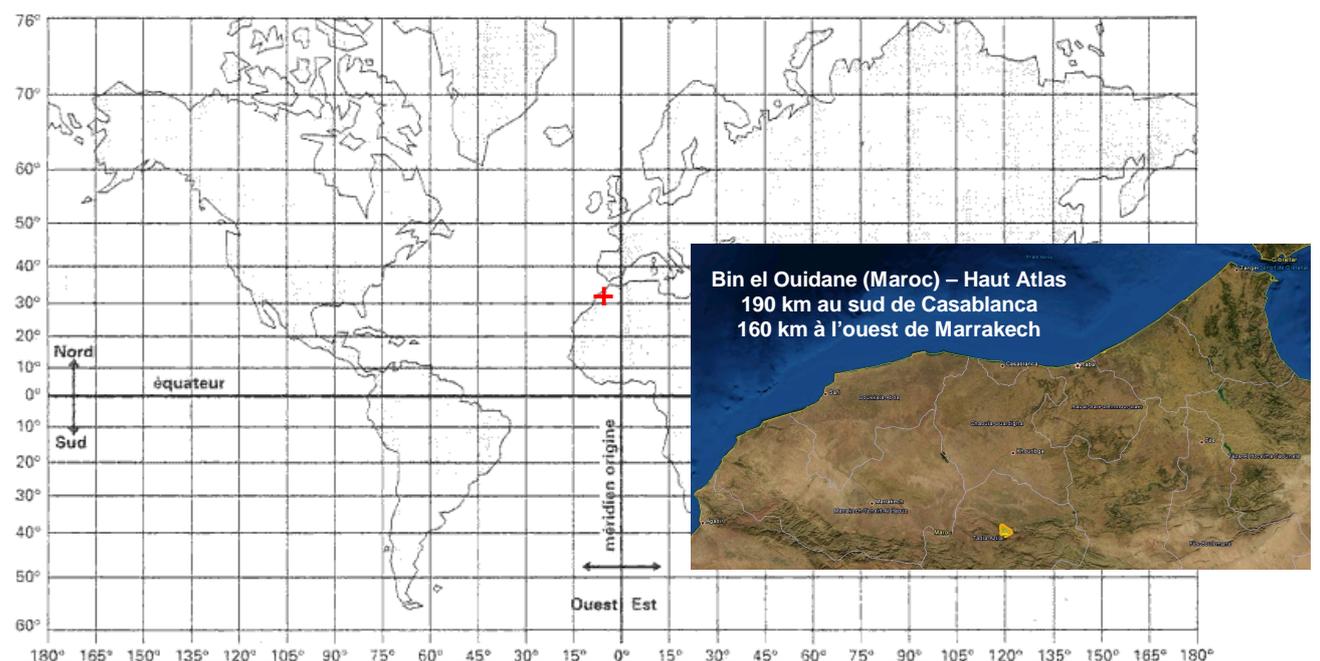
b. En esquissant un repère orthonormée, dessiner avec soin les trois objets du script « Placemarks.kml ».

1



c. Reporter par une croix la position de la région de « Placemarks.kml ».

1





- d. Indiquer dans un schéma les paramètres de prise de vue de la scène décrite dans « Placemark.kml ». On reportera avec soin la valeur numérique des paramètres avec une seule décimale.

1

direction  
(heading = -60.9°)

observateur (camera)

distance  
(range=27 805.2 m)

inclinaison  
(tilt = 64.1°)

cible (target)

- longitude = -6.468 996°
- latitude = 32.180762°
- élévation = 0

- e. La balise « StyleMap » rassemble deux styles : « normal » et « highlight ». A quoi correspondent ces deux styles ?

1

Ces deux modes traduisent l'état de visualisation d'un objet placemark :

- **normal** – ce style est celui par défaut d'un objet placemark lorsque cet objet n'est pas mis en évidence en particulier.
- **highlight** – est le style activé lorsque le curseur passe sur l'objet placemark. Cet objet est alors mis en évidence et peut recevoir des événements tels le changement de style de visualisation ou produire des événements tels l'affichage d'une fenêtre de pop-up.

- f. Quelles sont les différences de visualisation de la placemark Point entre les modes « normal » et « highlight ».

1

- En mode « normal » le symbole est la punaise jaune usuelle alors qu'en mode « highlight » le symbole est l'image « mon\_logo32x32.ico » sous le répertoire courant.
- En mode « normal » la taille du symbole est augmenté d'un facteur 1.1 alors qu'en mode « highlight » le symbole est augmenté d'un facteur 1.5.

- g. Quelles sont les différences de visualisation de la placemark LineString entre les modes « normal » et « highlight ».

1

- En mode « normal » la polyligne est affichée de couleur jaune alors qu'en mode « highlight » la polyligne est affichée en rouge.
- En mode « normal » l'épaisseur du trait est de 3 points alors qu'en mode « highlight » cette épaisseur du trait est de 6 points.

- h. Quelles sont les différences de visualisation de la placemark LinearRing entre les modes « normal » et « highlight ».

1

- En mode « normal » le contour du polygone est de couleur verte alors qu'en mode « highlight » le contour du polygone est de couleur rouge.
- En mode « normal » l'intérieur du polygone est de couleur jaune avec une opacité de 50% alors qu'en mode « highlight » l'opacité est de valeur 0% (soit complètement transparente, la couleur jaune n'est plus vue).



## Annexe A – « Placemarks.kml »

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2"
  xmlns:gx="http://www.google.com/kml/ext/2.2"
  xmlns:kml="http://www.opengis.net/kml/2.2"
  xmlns:atom="http://www.w3.org/2005/Atom">
<Document>
  <name>Placemarks</name>
<!-- ***** -->
  <Style id="style_point_normal">
    <IconStyle>
      <scale>1.1</scale>
      <Icon>
        <href>http://maps.google.com/mapfiles/kml/pushpin/ylw-
          pushpin.png</href>
      </Icon>
      <hotSpot x="20" y="2" xunits="pixels" yunits="pixels"/>
    </IconStyle>
  </Style>
  <Style id="style_point_highlight">
    <IconStyle>
      <scale>1.5</scale>
      <Icon>
        <href>mon_logo32x32.ico</href>
      </Icon>
      <hotSpot x="20" y="2" xunits="pixels" yunits="pixels"/>
    </IconStyle>
  </Style>
<!-- ***** -->
  <StyleMap id="map_style_point">
    <Pair>
      <key>normal</key>
      <styleUrl>#style_point_normal</styleUrl>
    </Pair>
    <Pair>
      <key>highlight</key>
      <styleUrl>#style_point_highlight</styleUrl>
    </Pair>
  </StyleMap>
<!-- ***** -->
  <Style id="style_line_string_normal">
    <LineStyle>
      <color>ff00ffff</color>
      <width>3</width>
    </LineStyle>
  </Style>
```

```
<Style id="style_line_string_highlight">
  <LineStyle>
    <color>ff0000ff</color>
    <width>6</width>
  </LineStyle>
</Style>
<!-- ***** -->
  <StyleMap id="map_style_line_string">
    <Pair>
      <key>normal</key>
      <styleUrl>#style_line_string_normal</styleUrl>
    </Pair>
    <Pair>
      <key>highlight</key>
      <styleUrl>#style_line_string_highlight</styleUrl>
    </Pair>
  </StyleMap>
<!-- ***** -->
  <Style id="style_linear_ring_normal">
    <LineStyle>
      <color>ff00ff00</color>
      <width>5</width>
    </LineStyle>
    <PolyStyle>
      <color>7f00ffff</color>
    </PolyStyle>
  </Style>
  <Style id="style_linear_ring_highlight">
    <LineStyle>
      <color>ff0000ff</color>
      <width>5</width>
    </LineStyle>
    <PolyStyle>
      <color>0000ffff</color>
    </PolyStyle>
  </Style>
<!-- ***** -->
  <StyleMap id="map_style_linear_ring">
    <Pair>
      <key>normal</key>
      <styleUrl>#style_linear_ring_normal</styleUrl>
    </Pair>
    <Pair>
      <key>highlight</key>
      <styleUrl>#style_linear_ring_highlight</styleUrl>
    </Pair>
  </StyleMap>
```

NOM : ..... Prénom : .....



*Université de Marne-La-Vallée*  
Institut Gaspard MONGE



```

<!-- ***** -->
<open>1</open>
<LookAt>
  <longitude>-6.468996200146881</longitude>
  <latitude>32.18076163000133</latitude>
  <altitude>0</altitude>
  <heading>-60.92218534345969</heading>
  <tilt>64.13596112045428</tilt>
  <range>27805.22468574227</range>
</LookAt>
<!-- ===== -->
<Placemark>
  <name>Point</name>
  <styleUrl>#map_style_point</styleUrl>
  <Point>
    <extrude>1</extrude>
    <altitudeMode>relativeToGround</altitudeMode>
    <coordinates>-6.441234394345413,32.09535238514725,2358</coordinates>
  </Point>
</Placemark>
<!-- ===== -->
<Placemark>
  <name>LineString</name>
  <styleUrl>#map_style_line_string</styleUrl>
  <LineString>
    <tessellate>1</tessellate>
    <coordinates>
      -6.479946462021325,32.10890439880973,1678
      -6.427076436468513,32.14543246878137,1678
      -6.390010910521072,32.15216099861724,1678
    </coordinates>
  </LineString>
</Placemark>
<!-- ===== -->
<Placemark>
  <name>LinearRing</name>
  <styleUrl>#map_style_linear_ring</styleUrl>
  <Polygon>
    <tessellate>1</tessellate>
    <altitudeMode>clampToGround</altitudeMode>
    <outerBoundaryIs>
      <LinearRing>
        <coordinates>
          -6.545118326417856,32.18709625212016,427
          -6.452882633861511,32.10579559735016,427
          -6.371466967933323,32.18592036953789,427
          -6.545118326417856,32.18709625212016,427
        </coordinates>
      </LinearRing>
    </outerBoundaryIs>
  </Polygon>
</Placemark>

```

```

</outerBoundaryIs>
</Polygon>
</Placemark>
<!-- ===== -->
</Document>
</kml>

```