



## CONCOURS D'ADMISSION AU GRADE D'ELEVE INGENIEUR DES TRAVAUX GEOGRAPHIQUES ET CARTOGRAPHIQUES DE L'ETAT

SESSION 2011

### EPREUVE DE COMPOSITION FRANÇAISE

Durée : 3 heures

AUCUN DOCUMENT AUTORISE

### SUJET :

Le 1<sup>er</sup> mars dernier, au cours d'une séance solennelle de l'Académie Française consacrée aux défis de l'éducation, l'académicien Michel Serres affirmait :

*« Sans que nous nous en apercevions, un nouvel humain est né, pendant un intervalle bref, celui qui nous sépare de la Seconde Guerre mondiale. [...] Depuis soixante ans, intervalle unique dans notre histoire, il et elle n'ont jamais connu de guerre, ni bientôt leurs dirigeants ni leurs enseignants. Bénéficiant des progrès de la médecine et, en pharmacie, des antalgiques et anesthésiques, ils ont moins souffert, statistiquement parlant, que leurs prédécesseurs. Ont-ils eu faim ? Or, religieuse ou laïque, toute morale se résumait à des exercices destinés à supporter une douleur inévitable et quotidienne : maladie, famine, cruauté du monde ».*

Après avoir lu la citation ci-dessus, tirée de Michel Serres, vous répondrez à la question suivante par un développement argumenté et structuré en vous appuyant sur des exemples précis empruntés à divers domaines culturels.

*Dans quelle(s) mesure(s) souscrivez-vous à cette analyse ? Pensez-vous que la société actuelle ait connu un changement de vie qui implique un changement de valeurs radical ? Si oui, en quoi nos modes de vie et de pensée se voient-ils affectés ?*



**CONCOURS D'ADMISSION AU GRADE D'ELEVE INGENIEUR DES TRAVAUX  
GEOGRAPHIQUES ET CARTOGRAPHIQUES DE L'ETAT**

**SESSION 2011**

**EPREUVE PROFESSIONNELLE A CARACTERE TECHNIQUE**

**DOMAINE : ACQUISITION DE DONNEES GEO-REFERENCEES**

**Durée : 5 heures**

**Epreuve de géodésie**

**Etude de l'implantation d'un réseau GNSS permanent et d'un système de  
référence associé**

Documents fournis : cours sur les projections (Serge Botton)

Calculatrice fournie

*Barème sur 10 : partie GNSS, question 1 sur 2 points, question 2 sur 1,5 point,  
question 3 sur 1 point ; partie système géodésique, question 1 sur 2 points, question 2  
sur 0,5 point, question 3 sur 1,5 point, question 4 sur 1,5 point.*

**SUJET :**

L'Algérie, afin de pouvoir gérer au mieux ces ressources en pétrole, décide d'installer dans le Sud sur une zone de 1000 km x 1000 km, un réseau GNSS permanent ainsi qu'un nouveau système de référence avec un modèle de géoïde associé.

**Les spécifications sont les suivantes :**

Pouvoir faire du GNSS statique avec une précision de l'ordre de 1 centimètre à un sigma.

Pouvoir faire du positionnement cinématique temps réel centimétrique type NRTK.

Pouvoir disposer d'altitude avec une précision d'un mètre à un sigma.

Les réseaux de géodésie classique et de nivellement qui couvrent la zone sont classifiés secret défense, vous n'y avez pas accès.

## **Partie réseau GNSS**

Question 1 : Vous avez le choix entre des récepteurs bifréquences GPS non évolutifs, ou des récepteurs bifréquences multiconstellations GPS – GLONASS pouvant facilement évoluer vers GALILEO. Quelle solution choisissez-vous ? Etudier les avantages et les inconvénients des deux solutions et proposer une solution.

Question 2 : Afin de tenir compte des types de positionnement demandés, quelle densité de récepteurs doit-on installer ? Justifier votre réponse.

Question 3 : Une fois les récepteurs installés, quelles infrastructures en particulier telecom doit on mettre en place pour répondre à la demande du commanditaire ? Justifier votre réponse.

## **Partie système géodésique**

Question 1 : Comment réaliser le nouveau système de référence, sachant qu'il existe dans la zone 3 stations IGS (International GNSS Service) dont les coordonnées sont connues en ITRF2008.

Expliquez les différentes étapes pour arriver à un système utilisable dans la zone demandée.

Question 2 : quelles constantes mathématiques (ellipsoïde, unités,...) proposez vous pour ce système ?

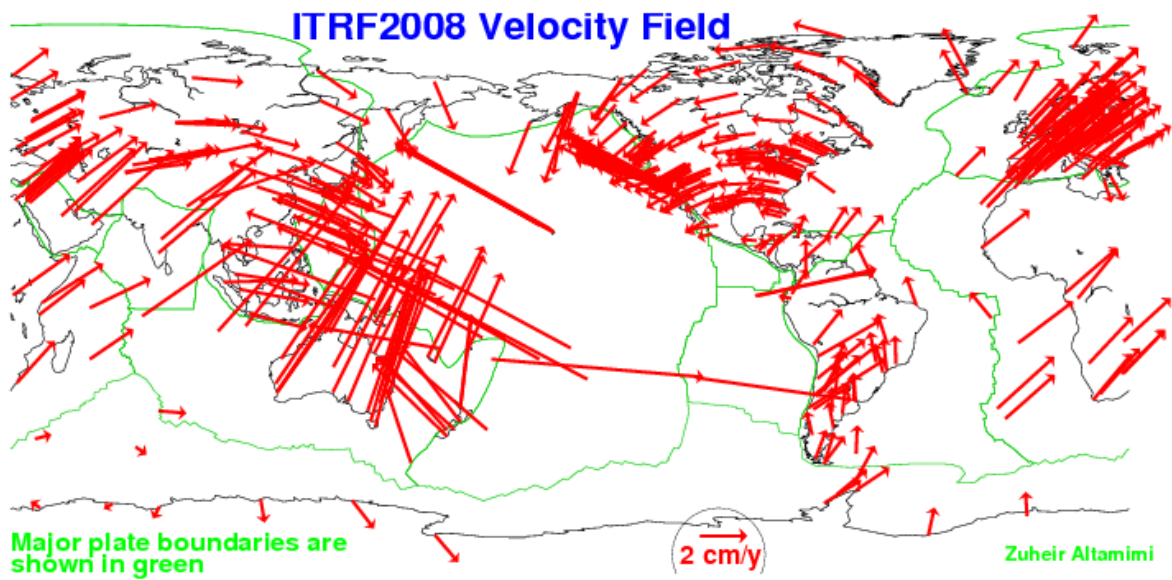
Question 3 : Afin de pouvoir exploitez facilement ce nouveau système géodésique, le commanditaire désire avoir une projection ou un système de projections dont l'altération linéaire soit inférieur à 10cm/km. Que proposez-vous ? Justifier votre réponse.

Question 4 : Que donne le GNSS sur la composante verticale ? Comment obtenir des altitudes par GNSS ? Comment répondre à la demande sur les altitudes sachant qu'il n'est pas possible d'avoir accès aux données des réseaux de nivellement ? Justifier vos réponses.

Annexe 1 : carte de l'Algérie



Annexe 2 : cartes des vitesses de l'ITRF2008



## **Epreuve de photogrammétrie**

Sans Document  
Calculatrice fournie

*Barème sur 10 : partie I sur 3 points ; partie II sur 1 point; partie III sur 2 points, partie IV sur 2 points, partie V sur 2 points*

### **SUJET :**

Vous dirigez une société spécialiste de l'acquisition et du traitement des données aériennes numériques. Vous disposez d'un logiciel complet de photogrammétrie numérique.

L'UNESCO vous commande un modèle 3D à haute résolution de la casbah d'Alger.

- Alger est bâtie sur les contreforts des collines du Sahel algérois. La casbah a été érigée sur le flanc d'une de ces collines qui donne sur la pointe ouest de la baie d'Alger sur un dénivelé de 150 mètres environs. On assimile la zone d'intérêt au rectangle jaune représenté sur la photo ci-dessous (on considère que le dénivelé du sol topographique est compté du bord Ouest du rectangle jaune jusqu'à son bord Est).



- La casbah est connue pour ses maisons hautes de parfois 20m, et ses ruelles souvent trop étroites pour laisser passer des voitures.

### I. Prise de vues aériennes (PVA)

La caméra embarquée dans l'avion de tourisme (vitesse 120km/h) est soit un Leica M9 équipé d'un objectif 35mm, soit un Leica M9 équipé d'un objectif 90 mm, soit une applanix (voir spécifs en pièce jointe).

1. Choisissez, en justifiant votre choix, la meilleure caméra pour ce travail.
2. Quelle est la meilleure résolution pour cette prise de vue, sachant qu'on n'a pas le droit de voler en dessous de 600m au dessus du sol ?
3. Quel temps d'obturation doit-on choisir pour que son impact soit raisonnable en termes de qualité image (moins d'un demi-pixel de filé) ?
4. Combien d'images faut-il prendre, sachant qu'on demande un recouvrement longitudinal et latéral de 80% ?
5. Calculez le B/H de cette prise vue, et commentez-le.

## II. Pré-Traitement des données

Certains traitements de photogrammétrie sont plus performants en utilisant des pyramides d'images. On rappelle qu'une pyramide d'images est une succession d'images récursivement dérivées les unes des autres par un sous-échantillonnage de facteur  $s$ .

6. Montrez que la taille d'une pyramide d'images est une suite géométrique. AN : Calculez la taille de la pyramide d'une des images de votre PVA, obtenue en sous-échantillonnant récursivement les images d'un facteur 2.

## III. Calage des images

Pour caler les images, on utilise le détecteur SIFT, capable d'extraire des détails homologues appariés par paire d'images, à partir de tout un ensemble d'images. Le résultat est un fichier contenant des lignes respectant le format ci-dessous (7 champs):

n°point image<sub>i</sub> ligne colonne image<sub>j</sub> ligne colonne

Exemple :

133 1020 3645 2036 1021 1033 4566 (le point n° 133 a les coordonnées 3645/2036 sur l'image 1020 et les coordonnées 1033/4566 sur l'image 1021).

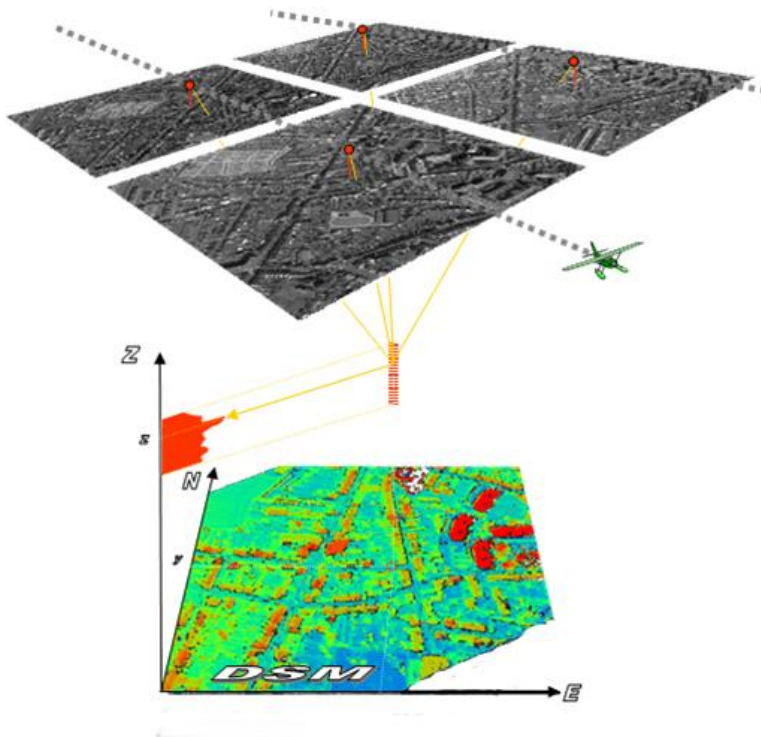
7. Proposez une méthode pour produire à partir du rendu de SIFT, des points de liaison multiples (vous définirez au préalable le vocabulaire : « points de liaison » et « points de liaison multiples »).
8. Les points de liaison ainsi calculés permettent de calculer une aérotriangulation « en l'air ». Quelle transformation mathématique permettrait de passer de coordonnées exprimées dans ce référentiel « en l'air » à un référentiel terrain ?
9. De quelles données, et en quelle quantité, aurez-vous besoin pour déterminer cette transformation mathématique ?
10. Une fois le calcul d'aérotriangulation fait, quelle méthode proposez-vous pour le valider ?
11. Sous quelle forme livrerez-vous les images et le calage des images (l'aérotriangulation) à l'Institut National de Cartographie et de Télédétection qui doit les utiliser pour de la saisie stéréoscopique sur un logiciel de photogrammétrie différent du vôtre ?



#### IV. Production d'un MNS

Une fois le calcul d'aérotriangulation validé, vous calculez par corrélation automatique un Modèle Numérique de Surface de même résolution que les images de la PVA.

12. Expliquez le schéma suivant qui indique comment se fait l'extraction du MNS par corrélation d'images



13. Quelle place occupe ce MNS sur votre disque sachant qu'un point est codé sur 4 octets ?

#### V. Production d'un modèle 3D vecteur

Après une saisie 2D de l'emprise des bâtiments de la casbah, l'extraction du modèle 3D vecteur est possible grâce au processus BATI3D. Les façades de ce modèle sont texturées par les images aériennes, mais le rendu est souvent médiocre, du fait de l'étroitesse des rues.

Heureusement l'UNESCO vous accorde des crédits supplémentaires pour équiper un véhicule terrestre de systèmes de prise de vues.

14. Décrivez précisément l'ensemble (type de véhicule, système(s) de prise de vues, éventuellement système(s) de positionnement, chaîne de traitement), pour produire des images géoréférencées des façades entières. Vous discuterez à part du cas des façades donnant dans des ruelles très étroites.
15. Expliquez comment ces images terrestres pourront être précisément calées sur la PVA.



**CONCOURS D'ADMISSION AU GRADE D'ELEVE INGENIEUR DES TRAVAUX  
GEOGRAPHIQUES ET CARTOGRAPHIQUES DE L'ETAT**

**SESSION 2011**

**EPREUVE PROFESSIONNELLE A CARACTERE TECHNIQUE**

**DOMAINE : EXPLOITATION DE BASES DE DONNES GEOGRAPHIQUES**

**Durée : 5 heures**

*Barème : chacune des 4 questions est notée sur 5 points*

**SUJET :**

Une grande ville française, dont le service d'urbanisme est déjà équipé d'un SIG et d'une base de données urbaines vecteur, a décidé d'enrichir son système avec des données orthophotographiques à haute résolution, et des données thermiques, pour estimer la qualité d'isolation de ses bâtiments.

La prise de vue aérienne est réalisée en hiver, par temps froid, simultanément à une acquisition d'images infrarouges thermiques. La prise de vue doit permettre la production d'une orthophotographie d'une résolution de 10 cm et d'une précision de 20 cm.

L'objectif de la municipalité est de mesurer l'état initial et contrôler l'évolution de la qualité d'isolation des bâtiments. Il est, d'autre part, d'informer et de sensibiliser les habitants aux possibilités de réduire la facture énergétique et l'émission des gaz à effet de serre.

La base de données urbaine vecteur déjà exploitée possède une précision planimétrique de 20 cm. Elle comporte notamment les objets suivants :

- les parcelles ;
- les bâtiments ;
- les adresses ;
- le réseau de voirie nommé ;
- les découpages administratifs, zonages du plan local d'urbanisme et règlements associés.

Les objets *bâtiments*, qui sont au cœur de l'application que la ville souhaite développer, possèdent les attributs suivants :

- la date de construction ;
- la vocation de l'immeuble (bâtiment d'habitation, bâtiment administratif, commercial, etc.) ;
- dans le cas d'immeubles d'habitation, le caractère social ou privé des logements ;
- dans le cas d'immeubles d'habitation, le caractère individuel ou collectif.

L'interprétation de l'imagerie thermique étant complexe et nécessitant des compétences de spécialiste, les images sont envoyées à un laboratoire spécialisé, chargé d'analyser ces données, en les recoupant avec d'autres informations (types de matériaux notamment). A l'issue de ce travail, le laboratoire est capable d'attribuer à chaque bâtiment une température de surface, correspondant à celle du toit, et c'est cette seule information qui sera ajoutée à la base de données vecteur.

Il vous est demandé de répondre aux questions suivantes, en précisant les hypothèses que vous serez amené à faire.

### **Question 1. Modélisation des données**

*En utilisant le formalisme de votre choix (Merise, UML, HBDS ou autre), proposez un schéma des données géographiques nécessaires à l'application exposée ci-dessus.*

*Vous indiquerez les principales classes d'objets et relations qui existent entre elles, leurs principaux attributs et leur forme géométrique (ponctuelle, linéaire ou surfacique). Vous préciserez si besoin les hypothèses que vous prenez sur la structure des données existantes.*

[en raison de contraintes techniques de duplication des copies, il vous est demandé de ne pas utiliser de couleurs différentes sur votre schéma]

### **Question 2. Intérêt et interopérabilité des différentes sources de données**

- a. *Pouvez-vous définir les termes « résolution » et « précision » qui caractérisent une orthophotographie numérique ?*
- b. *Le fait que la base de données vecteur d'origine et la nouvelle orthophotographie aient la même précision géométrique garantit-il la cohérence entre les données vecteur et les données images ? Argumentez votre réponse.*
- c. *Quels sont les avantages et inconvénients d'une orthophotographie réalisée à partir d'une prise de vue d'hiver ?*
- d. *Quelles sont les limites de la thermographie aérienne pour mesurer les déperditions d'énergie ?*

### **Question 3. Exploitation de la base de données**

*En vous appuyant sur la structure des données proposée à la question 1, veuillez détailler les requêtes permettant de répondre aux questions suivantes (les requêtes pourront être décrites soit littéralement soit à l'aide d'un langage de requête de votre choix, à votre convenance) :*

- a. *Quels sont les bâtiments non chauffés, où à déperdition d'énergie négligeable, dont la température du toit est  $T_0$  ?*
- b. *Quels sont les bâtiments d'habitation dont la température du toit est supérieure à  $T_1$  ?*
- c. *Quelle est la température moyenne des bâtiments d'habitation de la commune ? Et celle du parc des immeubles de logements sociaux de la commune ?*
- d. *Quelle est la température des immeubles construits en 2008 et situés au 25 rue du Général de Gaulle ?*

### **Question 4. Porter à connaissance des habitants**

La commune souhaite communiquer de deux façons auprès de ses habitants sur l'acquisition de données thermiques qu'elle vient de réaliser :

- en réalisant des posters de la commune, à l'échelle du 1/5000, avec ces informations ;
- en développant une application permettant aux habitants de consulter sur internet les informations relatives à leur immeuble, en renseignant leur adresse postale.

*Veuillez proposer des solutions techniques permettant de répondre à ces deux besoins. Vous détaillerez notamment les moyens matériels et humains à mettre en œuvre.*



## CONCOURS D'ADMISSION AU GRADE D'ELEVE INGENIEUR DES TRAVAUX GEOGRAPHIQUES ET CARTOGRAPHIQUES DE L'ETAT

SESSION 2011

EPREUVE D'ANGLAIS

Durée : 1 heure

***AUCUN DOCUMENT AUTORISE***

### **CONSIGNE : TRADUIRE LE TEXTE, TITRE INCLUS**

Day the Earth moved: How the earthquake tilted the world's axis by 25cm (and could even cost us a microsecond a day)

#### **Parts of Japan's coastline shifted 2.4metres**

The earthquake that struck Japan on Friday was so powerful that it actually moved the whole planet by 25cm, experts say. According to Italy's National Institute of Geophysics and Volcanology the 9.0 magnitude quake was so powerful it shifted the axis around which the Earth rotates. And the U.S. Geological Survey reported that the main island of Japan has been shifted 2.4 metres by the force of the disaster.

The shift to the Earth's tilt will have profound, if subtle effects on the length of the day and the passage of the seasons.

The earthquake that struck off the coast of Japan on Friday was a once-in-a-millennium event, scientists say. Like a figure skater drawing in her arms during a pirouette, the speed of the planet's rotation will change as the globe's mass has been redistributed. But Canadian geologists say that the 'very, very tiny' changes won't be seen for centuries. 'Ten inches [25cm] sounds like quite a lot when you hold a ruler in front of you. But if you think of it in terms of the earth as a whole, it's absolutely tiny; it's minute,' University of Toronto professor Andrew Miall told Postmedia News. 'It's going to make minute changes to the length of a day. It could make very, very tiny changes to the tilt of the earth, which affects the seasons, but these effects are so small, it'd take very precise satellite navigation to pick it up.'

Dr Daniel McNamara, a seismologist with the U.S. Geological Survey, told The Huffington Post that the disaster had shifted the parts of Japan's coastline by up to 2.4m and opened up gigantic ruptures in the sea floor. Moreover, he warned that tremors had also sunk the elevation of the country's terrain, leaving parts permanently below sea-level. 'You see cities still underwater; the reason is subsidence,' he said. 'The land actually dropped, so when the tsunami came in, it's just staying.'

Earthquakes of this magnitude are only seen once in every 1,000 years off the coast of Japan, according to Japanese seismologists. Satoko Oki, of the University of Tokyo's Earthquake Research Institute, told the Japan Times the massive quake was caused by a rupture near the boundary between the Pacific and North American tectonic plates. The Pacific plate then slipped under Japan at the Japan Trench, causing violent tremors and sending tsunami as high as ten meters slamming into the island's east coast.

Yuji Yagi, associate professor at Tsukuba University, said an earthquake of this scale could trigger further earthquakes. 'The stress created by a massive quake increases the possibility of other large tremors; extreme caution is needed,' he told Japan Times. Ms Oki warned that the residents of Tokyo shouldn't consider themselves safe and should prepare for a large quake striking the city. Friday's earthquake was the fifth most powerful to hit the world in the past century. The epicenter of the earthquake was 373 km northeast of Tokyo and 130 km east of Sendai, according to the U.S. Geological Survey.

*Daily Mail Reporter, 14<sup>th</sup> March 2011*