



## **Concours d'admission au grade d'élève ingénieur des travaux géographiques et cartographiques de l'État ouvert au titre de l'année 2010**

Épreuve professionnelle à caractère technique

Durée : 5 heures  
Calculatrice fournie

Domaine : acquisition de données géo-référencées

### **Partie 1 : Géodésie**

**Trois documents fournis avec le sujet. Aucun autre document autorisé.**

Barème : Chaque question sera notée sur 1 point

Vous êtes chargé d'installer au Soudan un réseau GPS permanent temps réel centimétrique (NRTK) sur la zone pétrolière qui couvre une superficie de 500 x 500 km. L'installation de ce réseau va permettre de mettre à niveau la géodésie sur cette zone, en particulier en termes de système de référence planimétrique et altimétrique.

Ce réseau devra permettre de faire du positionnement à quelques centimètres en temps réel sur l'ensemble de la zone et du positionnement statique en post traitement au centimètre.

L'existant est constitué d'un réseau, que l'on appellera dans la suite NTS, de bornes installées en 1945 et observées entre 1946 et 1970.

Une partie de ces bornes a été observée par GPS en 2003 et les coordonnées exprimées en ITRF2000 à l'époque 2000.0. Ce système géodésique sera appelé dans la suite RGS.

Il existe aussi 3 stations de l'IGS proches de la zone et dont les coordonnées sont connues en ITRF2005 à l'époque 2005.0

Enfin, il existe un réseau de nivellement dont les altitudes sont purement géométriques.

#### **Etude de l'existant :**

1 - Quelles techniques ont été utilisées pour sa réalisation ? Quelle est a priori la précision du réseau NTS ? Justifier vos réponses.

2 - Quelle est la qualité du réseau de nivellement ? Que faudrait-il faire pour l'améliorer ?

Justifier votre réponse et décrivez l'ensemble des opérations à entreprendre pour obtenir un réseau moderne.

3 - Pourquoi les coordonnées du système géodésique sont exprimées à l'époque 2000.0 ? Justifier votre réponse.

### **Installation du nouveau réseau :**

#### **Partie GPS**

4 - Quel type de récepteur préconisez vous ? Quelle est la densité de stations pour ce type de réseau ? Justifier votre réponse

5 - Quelle infrastructure telecom faut il mettre en place pour faire du temps réel ?

#### **Partie système de référence**

6 - Comment déterminer les coordonnées des nouvelles stations ? Justifier votre réponse.

7 - Comment définir le nouveau système de référence à partir de l'ITRF2005 ? Justifier votre réponse

8 - Comment effectuer le passage entre le nouveau système et le RGS ? Justifier votre réponse

9 - Comment effectuer le passage entre le nouveau système et la NTS afin de garantir une précision de passage de l'ordre de 5 centimètres ? Justifier votre réponse.

Le commanditaire veut aussi obtenir des altitudes directement par GPS.

10 - Quel(s) est(sont) le(s) produit(s) à réaliser pour avoir des altitudes directement par GPS ? Comment le(s) obtenir ? Justifier votre réponse.

**Annexe 1** : paramètres de transformation entre l'ITRF2000 et l'ITRF2005 à l'époque 2000.0 (<http://itrf.ensg.eu>)

| TX (mm) | TY (mm) | TZ (mm) | D $10^{-9}$ | R1 (mas) | R2 (mas) | R3 (mas) |
|---------|---------|---------|-------------|----------|----------|----------|
| 0,1     | -0,8    | 5,8     | 40          | 0        | 0        | 0        |

## Partie 2 : Photogrammétrie

Aucun document autorisé.

Barème : partie I sur 3 points ; partie II sur 3 points; partie III sur 2 points, partie IV sur 2 points

Vous dirigez une société spécialiste de l'acquisition et du traitement des données aériennes numériques. On vous commande un modèle 3D réaliste de la ville de Khartoum, au Soudan, de résolution 5 cm (voir plan ci-dessous ; la ville est presque plate : altitudes entre 380 et 400m).



On considère que les autorisations nécessaires aux opérations ont déjà été négociées par votre contact sur place.

### I. Prise de vues aériennes

1. Choisissez la résolution de la prise de vues aériennes permettant de répondre à la commande. Spécifiez la ensuite, en termes de recouvrements, hauteur de vol, nombre d'axes et de photos, sachant que la caméra embarquée dans l'avion de tourisme est un Canon EOS 5D Mark II équipé d'un objectif 28mm (voir spécifications en annexe). Vous tiendrez compte de la nécessité d'avoir de très forts recouvrements pour restituer complètement un modèle numérique de la ville.
2. Justifiez le besoin de multistéréo pour extraire les bâtiments.
3. Quelle est la hauteur maximale d'un bâtiment vu en stéréo sur cette prise de vues ?

## II. Aérotiangulation des images

4. Combien de points d'appui préconisez-vous pour le calcul d'aérotiangulation, et où les placez-vous (schéma demandé) ?
5. A combien de temps estimez-vous la mesure de ces points d'appui, et comment comptez-vous l'organiser ?

Les points de liaison sont extraits automatiquement.

6. Donnez la définition des points de liaison.
7. Où placeriez-vous les points de liaison en mode manuel ?
8. Décrivez complètement un processus robuste d'extraction automatique des points de liaison.
9. Sachant que les points d'appui proviennent d'une stéréopréparation classique, quelle pondération a priori des mesures image et appui proposez-vous en entrée du calcul d'aérotiangulation ?
10. Que se passerait-il si on divisait la pondération des mesures appui par dix ?

## III. Production d'un modèle 3D de la ville

On suppose dorénavant l'aérotiangulation validée. L'extraction du modèle 3D est désormais possible.

11. Donnez des spécifications géométriques possibles d'un tel modèle, et proposez au moins deux méthodes pour l'obtenir, en indiquant les avantages et les inconvénients de chacune.

Le modèle géométrique ainsi obtenu est dans un premier temps texturé par les images aériennes.

12. Pourquoi certaines façades sont-elles mal rendues ?
13. Que proposez vous pour y remédier (détaillez le système d'acquisition et traitements) ?

## IV Production d'une orthoimage

14. A quelle résolution est-il raisonnable de produire une orthoimage utilisant les données précédemment introduites (images aériennes et modèle 3D) ?
15. Montrez sur un schéma détaillé le processus complet d'orthorectification, montrant aussi les éventuels traitements radiométriques.

## Annexe 2 : caractéristiques du Canon EOS 5D Mark II



|                    |   |
|--------------------|---|
| Body material      | Magnesium alloy   |
| Sensor             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>36 x 24 mm CMOS sensor</b></li> <li>• RGB Color Filter Array</li> <li>• Built-in fixed low-pass filter (with self-cleaning unit)</li> <li>• 22.0 million total pixels</li> <li>• 21.1 million effective pixels</li> <li>• 3:2 aspect ratio</li> </ul>   |
| Lenses             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Canon EF lens mount (does not support EF-S lenses)</li> <li>• No field of view crop (1.0x)</li> </ul>  |
| Dust reduction     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• "EOS Integrated Cleaning System"</li> <li>• Self-cleaning sensor unit (filter in front of sensor vibrates at high frequency at start-up and shutdown - can be disabled)</li> <li>• Dust Delete Data - Data from a test shot is used to 'map' dust spots and can be later removed using Canon DPP Software</li> </ul> |
| Image processor    | DIGIC 4   |
| A/D conversion     | 14 bit  |
| Image sizes (JPEG) | • <b>5616 x 3744</b> (21.0 MP)  |
| File formats       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• RAW (.CR2; 14-bit)</li> <li>• JPEG (EXIF 2.21) - Fine / Normal</li> <li>• RAW + JPEG (separate files)</li> <li>• sRAW1, sRAW2 (see above)</li> </ul>   |
| Auto focus         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 9-point TTL CMOS sensor</li> <li>• 6 "Invisible Assist AF points"</li> <li>• Centre point cross type F5.6 or faster</li> <li>• Center point additionally sensitive with lenses of F2.8 or faster</li> <li>• AF working range: -0.5 - 18 EV (at 23°C, ISO 100)</li> </ul>   |
| Sensitivity        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO 100 - 6400</li> <li>• 0.3 or 1.0 EV increments</li> <li>• Auto ISO (100-3200)</li> <li>• Expansion options: <ul style="list-style-type: none"> <li>ISO 50 (L1)</li> <li>ISO 12800 (H1)</li> <li>ISO 25600 (H2)</li> </ul> </li> </ul>  |
| Shutter            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Focal-plane shutter</li> <li>• 150,000 exposure durability</li> <li>• 30 - 1/8000 sec</li> <li>• 0.3 or 0.5 EV increments</li> <li>• Flash X-Sync: 1/200 sec</li> <li>• Bulb</li> </ul>  |
| Aperture values    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• F1.0 - F91</li> <li>• 0.3 or 0.5 EV increments</li> <li>• Actual aperture range depends on lens used</li> </ul>  |
| Firmware           | User upgradable   |
| Portrait grip      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optional WFT-E4 (WiFi / LAN / USB mass storage)</li> <li>• Optional BG-E6 battery grip</li> </ul>  |



## **Concours d'admission au grade d'élève ingénieur des travaux géographiques et cartographiques de l'État ouvert au titre de l'année 2010**

Épreuve professionnelle à caractère technique

Durée : 5 heures  
Aucun document autorisé  
Calculatrice fournie

Domaine : exploitation des bases de données

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

Suite à la tempête Xynthia qui a balayé la France en février 2010, et à ses conséquences dramatiques sur certaines zones du littoral Atlantique, la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer (MEEDDM), a décidé de systématiser la réalisation de plans de préventions des risques d'inondation en zone littorale, tout en améliorant la précision des plans existants.

La DGPR dispose déjà de l'ensemble des données du Référentiel à Grande Echelle (RGE) de l'IGN (BD ALTI, BD ORTHO, BD TOPO, BD PARCELLAIRE, BD ADRESSE).

Pour déterminer avec précision des zonages associés à différents niveaux de risque, la DGPR estime la précision altimétrique du RGE insuffisante. Elle souhaiterait acquérir un modèle numérique de terrain d'une précision d'environ 20 cm sur l'ensemble de la bande littorale. Par ailleurs, elle souhaite une description plus précise de certains objets géographiques situés sur le littoral (digues notamment).

L'application qui sera mise en place devra permettre de calculer ces différents zonages et d'évaluer quelles sont les parcelles et bâtiments touchés par les risques d'inondation. Trois types de zonages sont prévus :

- les zones à risque mortel, inconstructibles, dans lesquelles d'éventuels habitants devront être expropriés, indemnisés, et les bâtiments démolis ;
- les zones à risque non mortel, habitables et constructibles à certaines conditions, dans lesquelles les habitants sont susceptibles d'être évacués en cas d'alerte ;
- les zones sans risque d'inondation.

La DGPR fait appel à vous et à votre expertise dans le domaine des bases de données géographiques, pour la conseiller sur les solutions techniques qui pourraient être mises en œuvre pour répondre à son besoin.

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 distinguerez, sur le même schéma, les données issues du RGE, les données complémentaires plus précises à acquérir, et les données calculées [il est demandé aux candidats de ne pas utiliser de crayon de couleur pour des raisons techniques de photocopie noir et blanc des copies].

Vous indiquerez les principales classes d'objets et relations qui existent entre elles, leurs principaux attributs et leur forme géométrique (ponctuelle, linéaire ou surfacique).

### **Question 2. Processus d'acquisition des données complémentaires à celles du RGE**

- a. Comment compléter le thème « bâti », avec d'éventuels nouveaux objets ou en renseignant les hauteurs de bâti non renseignées dans le RGE ?
- b. Expliquez les principes de calcul des zonages associés aux différents niveaux de risque d'inondation.
- c. La saisie des données complémentaires sera réalisée à un niveau local par les DDT (Directions Départementales des Territoires et de la mer). Proposez, en justifiant vos choix un mode d'organisation de la base de données et de l'application permettant cette saisie déconcentrée.

### **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

- a. Quels sont les bâtiments et parcelles situés dans les zones à risque mortel ?
- b. Sur la base d'un montant d'indemnisation au  $m^2$  de terrain et au  $m^2$  habitable, calculez une estimation globale du montant que l'Etat devra déboursier pour exproprier les propriétaires situés dans ces zones à risque mortel.
- c. Connaissant les populations des communes concernées en basse et haute saison, comment calculer une estimation du nombre de personnes à évacuer des zones de risque intermédiaire, en cas d'alerte météo ?

### **Question 4. Edition et mise à jour des plans de préventions de risques d'inondations (PPRI)**

La base de données détenue par la DGPR doit permettre de produire chaque année des documents cartographiques par commune, qui peuvent constituer les plans de prévention des risques d'inondations (PPRI) et être annexés aux plans locaux d'urbanisme (PLU) s'ils sont approuvés par les maires et les préfets.

Il est à noter que seuls les documents cartographiques signés par les autorités administratives ou leur image numérique peuvent être portés à la connaissance des professionnels de l'urbanisme et du public. Ce sont les seuls documents opposables, contrairement à la base de données qui n'a pas de valeur juridique.

- a. *Comment envisagez-vous la mise à jour annuelle de la base de données, notamment pour les thèmes bâti (constructions, démolitions) et altimétrie (construction ou rehaussement de digues, par exemple).*
- b. *Proposez un processus et une organisation permettant à la DGPR d'éditer chaque année des documents cartographiques par commune. Estimez, même grossièrement, la charge et le coût annuel de ce processus.*
- c. *Une fois les documents validés et approuvés, quel(s) mode(s) de diffusion, et à l'attention de quel(s) public(s) envisageriez-vous ?*



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

**SESSION 2010**

**EPREUVE DE COMPOSITION FRANÇAISE**

**Durée : 3 heures**

**AUCUN DOCUMENT AUTORISE**

*« Contrairement à ce que l'on croit généralement, les progrès de la scolarisation et la baisse des inégalités des chances scolaires sont sans effet sur la mobilité sociale. [...] Les individus avaient de forts désirs de promotion sociale par l'école. Et ceux-ci ne se réalisent pas. La baisse de l'inégalité scolaire a abouti paradoxalement à renforcer la frustration des individus, dont les attentes de promotion ont été déçues. »*

Après avoir lu la citation ci-dessus, tirée de l'ouvrage de Pierre Bréchon, *Les grands courants de la sociologie*, (P. U. de Grenoble, 2000), vous répondrez à cette assertion par un développement argumenté et structuré ; vous direz si vous partagez ce jugement et si vous considérez que le système éducatif français leurre les individus sur leur avenir.

## Concours d'admission au grade d'élève ingénieur des travaux géographiques et cartographiques de l'État ouvert au titre de l'année 2010

### Epreuve d'Anglais

**Durée : 1 heure**  
**Aucun document autorisé**

*Consigne : Traduire le texte, titre inclus*

## Fashion an organic future



Sometimes, it seems harder than ever to be green. The decision to buy organic food, ethical clothing and environmentally friendly products may seem clear, yet the industry has received so many knocks recently, it's hard to choose the right path.

The leak of emails from East Anglia University seemed to pour doubt on the extent of global warming; research has shown that conventionally farmed food has as many nutrients as organic; Government advertisements about climate change have been criticised for seeming too partisan. With these issues proclaimed loudly in the media, we could be excused for giving up the struggle to become greener and more environmentally aware.

The good news is that, as with many stories there are two sides, and there are more reasons than ever for choosing environmentally and ethically. Luckily, there are plenty of companies bringing quality products to shops and websites across the country. So shake off your winter blues and make your life green.

[...]

A choice of organic fruit and vegetables and free-range, organic meat, fish, poultry and dairy products is now easily available and affordable. Look for food that is grown locally to you whenever possible, and take advantage of box schemes and farmers' markets which bring locally grown, seasonal, organic food to your door. It won't have sat on a supermarket shelf for days, will have low food miles and will be the freshest, most nutritious food around. If local produce isn't available (bananas for example) opt for Fairtrade and always read labels to ensure you're informed about where your food comes from.

Growing your own has never been more popular. A 2009 survey by the National Society of Allotment and Leisure Gardeners showed there are 49 people waiting for every 100 allotments in England – compared with four people per 100 plots in 1996. Raising your own crops, even keeping your own chickens for freshly laid eggs, means you are confident of where and how your food has been produced.

[...]

Mahatma Gandhi said: "Become the change you seek in the world." The path towards a better, less-polluted planet is achievable, and every one of us can, and should, have an impact on our planet's future by choosing all our household products wisely. If you want to explore ways to bring greener products into your life, it has never been easier.

*The Independent*, March 30<sup>th</sup> 2010.