



**Concours d'admission au grade d'élève ingénieur des travaux géographiques et cartographiques de l'État ouvert au titre de l'année 2009**

**Épreuve professionnelle à caractère technique**

**Domaine : Acquisition de données géoréférencées**

**Durée de l'épreuve : 5 heures**

Le candidat traitera les deux parties.

- La 1<sup>ère</sup> partie traite un sujet de Géodésie. Elle est notée sur 10 points
- La 2<sup>ème</sup> partie traite un sujet de Photogrammétrie. Elle est notée sur 10 points.

Il est recommandé au candidat de partager le temps consacré aux deux parties de façon équilibrée.

La qualité de la présentation et de la rédaction sera prise en compte par le jury

La calculatrice est autorisée

Le document suivant est autorisé « Présentation du système GPS » et est fourni par le jury.

## Première Partie : Géodésie

### Réponse à appel d'offre

Le Gabon vient de découvrir dans le Sud Est du pays une zone de 200 x 200 km très riche en pétrole et en minerais en particulier de l'uranium.

Après une longue négociation le ministre d'état des ressources naturelles décide d'accorder l'exploitation de cette zone à un consortium Chinois.

Celui-ci veut mettre en place un système de positionnement précis et performant sur le site afin de gérer au mieux l'espace et les activités minières et pétrolières.

Le cahier des charges a été rédigé par des non spécialistes mais sachant exactement ce qu'ils voulaient faire.

La demande en terme de coordonnées :

- avoir la possibilité d'obtenir des coordonnées de points à 1 cm (à un sigma) en planimétrie en WGS84 sur l'ensemble de la zone
- Pouvoir obtenir des altitudes à 5 cm (à un sigma) sur l'ensemble de la zone en utilisant le GPS. Il existe déjà un réseau de nivellement de précision.

### Question 1 : (2 points)

Cette demande parait elle correctement rédigée ? Si non pourquoi ?  
Les demandes sont elles réalisables ? Expliquer votre réponse.

La demande en terme de service :

Pouvoir positionner tous les véhicules dans la zone en temps réel avec une précision de 1 m 24h/24, 365j/365.

Pouvoir implanter les futures infrastructures à 1ou 2 cm en planimétrie et en temps réel.

Pouvoir déterminer en temps réel à 10 cm en 3D, les zones minières en exploitation pour déterminer les volumes extraits.

Pouvoir réaliser des points de référence avec une précision de 1 centimètre en planimétrie

### Question 2 : (3,5 points)

Vous êtes un bureau d'étude topométrique et vous devez faire une offre globale de structure géodésique répondant aux mieux à l'ensemble de ces besoins.

Vous devrez détailler votre offre d'un point de vue technique en particulier bien expliciter toutes les structures à mettre en place, leur fonctionnement et leur rôle exact.

Enfin il faudra justifier que votre proposition réponde bien à toutes les demandes du client.

## Le système GPS

### Question 1 : (1 points)

Rappeler les 3 grands modes de positionnement par GPS suivant la précision cherchée. (Type de positionnement, type de récepteurs, type de mesures et de traitements...).

### Question 2

L'équation simplifiée de la mesure de code est la suivante :

$$\sqrt{(x_s - x_r)^2 + (y_s - y_r)^2 + (z_s - z_r)^2} = c \cdot \Delta t_{\text{obs}} - c dt_e + c dt_r$$

où  $\begin{pmatrix} x_s \\ y_s \\ z_s \end{pmatrix}$  sont les coordonnées du satellite

$\begin{pmatrix} x_r \\ y_r \\ z_r \end{pmatrix}$  sont les coordonnées du récepteur

$\Delta t_{\text{obs}}$  est la mesure réalisée par le récepteur

$dt_e$  est le décalage d'horloge du satellite

$dt_r$  est le décalage d'horloge du récepteur

$c$  la vitesse de la lumière

### Question 2-1 : (0,5 points)

1 - Quelles sont les inconnues dans cette équation ?

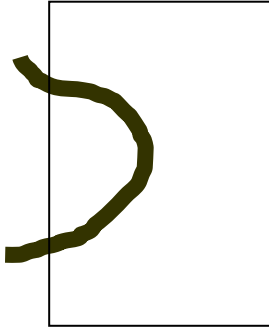
### Question 2-2 : (3 points)

Vous observez 6 satellites, écrire le système des moindres carrés qui permet de résoudre l'équation d'observation de code. Vous explicitez complètement le contenu de l'ensemble des matrices utilisées.

## Partie 2 : Photogrammétrie

Vous dirigez une société spécialiste de l'acquisition et du traitement des données aériennes numériques. Le maire de l'agglomération de Toulouse, souhaitant acquérir une base de données 3D de sa ville, s'adresse à vous.

Pour cet exercice, on assimilera l'agglomération de Toulouse à un rectangle de 8km sur 14km, presque plat (altitude moyenne de 140m, altitudes allant de 130 à 150m). La Garonne large d'une centaine de mètres traverse la ville dans sa partie occidentale (voir schéma ci-dessous).



### Prise de vues aériennes (4 points)

1. (*cette question est indépendante du reste de l'exercice*) Avec la caméra DMC de Zeiss, dont les caractéristiques sont données en annexe, quel est le plus petit pixel stéréo que l'on peut obtenir avec un avion volant à 350km/h ? On supposera un recouvrement stéréoscopique d'au moins 60%.

Sachant que vous disposez d'un avion volant à 350 km/h, d'une caméra DMC de Zeiss, et que le client demande des images à 15cm de résolution sol, avec une tolérance de plus ou moins 10%, ainsi que des recouvrements longitudinal et latéral de 60% et 15%, calculez :

2. le nombre optimisé d'axes de vol et le nombre d'images par axe ;
3. l'altitude de vol pour assurer partout la résolution demandée ;
4. la cadence de prise de vues ;
5. la taille du relief maximum qui sera vu en stéréo avec les recouvrements demandés (on utilisera la formule :  $R=50\%+Z_{max}/2H$ , où R désigne le recouvrement, H la hauteur de vol, et  $Z_{max}$  le plus haut relief de la zone). Indiquez si cette valeur risque de poser problème ;
6. la taille du filé minimum en supposant que le système de compensation de filé est hors service (on vérifiera ainsi que celui-ci est indispensable !).
7. Quels effets disgracieux la Garonne peut-elle causer sur les images ?
8. Les images brutes en couleurs (Rouge, Vert, Bleu, Proche Infra Rouge) étant demandées par le client, combien de DVD lui seront-ils livrés ?

### Mise en place des images (2 points)

Les images doivent être mises en place en vue d'une exploitation photogrammétrique. Vous disposez d'un logiciel d'aérotriangulation, permettant la prise en compte de données de trajectographie GPS.

9. La prise de vues étant équipée d'une trajectographie GPS, indiquez le nombre, le type et l'emplacement des points d'appui et des points de contrôle nécessaires à l'aérotriangulation du bloc d'images. *(sans réponse à la question n° 2, vous donnerez néanmoins les règles habituellement appliquées).*
10. Expliquez précisément comment le logiciel se sert des points de contrôle pour donner une évaluation objective de la qualité de l'aérotriangulation.
11. Quel autre type de point faudra-t-il mesurer sur les images avant de lancer le calcul d'aérotriangulation. Discutez dans ce contexte des méthodes existantes pour les mesurer.

#### **Production de données 3D (2 points)**

Le client souhaite une saisie en 3D des rues, du mobilier urbain, de tous les bâtiments (toits, lucarnes, balcons), de la végétation au sol et en sursol, à une précision de 10 cm en planimétrie et en altimétrie.

12. Discutez de l'adéquation des caractéristiques de la prise de vues avec les données demandées.
13. Quelles images brutes permettront d'automatiser l'extraction de la végétation ?

#### **Production d'une orthoimage (2 points)**

Le client dispose d'un MNT au sol commandé précédemment à un fournisseur de données laser aéroportées. La résolution de ce MNT est de 30cm, sa précision de 50cm. Il dispose par ailleurs (cf. question ci-dessus) d'une base de données 3D. Il vous commande une orthoimage de résolution 20cm qu'il souhaite utiliser comme un produit de communication.

14. Rappelez quelles seront les données en entrée de la production de cette orthoimage ?

Comme vous produisez régulièrement des orthoimages de résolution 1m pour des gestions de parcelles agricoles, vous essayez de produire l'orthoimage demandée par le client avec vos outils habituels.

15. Le résultat sera-t-il correct (réponse à justifier) ?

Annexe : la DMC



DMC

La caméra aérienne numérique DMC de Z/I Imaging est composée des éléments suivants :

4 caméras dédiées à l'acquisition multi-spectral :

- Rouge, Vert, Bleu et proche Infra Rouge
- CCD 3k x 2k pixels de 12 $\mu$ m
- focale 25 mm / f:4.0

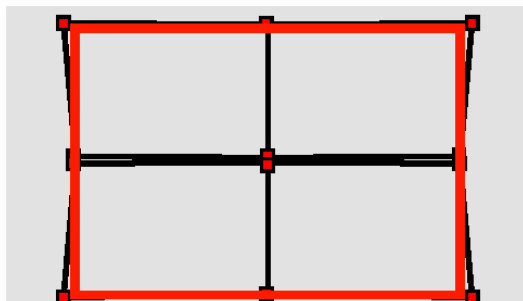


4 caméras dédiées à l'acquisition panchromatique :

- CCD 7168 \* 4096 pixels de 12 $\mu$ m
- **Image finale : 7680 \* 13824 pixels**
- focale 120 mm / f:4.0
- Ouverture de champ : 69.3° par 42°



L'image en couleurs recomposées est la suivante (7680 pixels sur 13824 pixels).



Sens de vol

Rectangle rouge : emprise de chaque caméra multispectrale

Rectangles noirs : emprise des 4 images panchromatiques 7168 \* 4096 pixels qui seront assemblées pour faire une image plus grande (7680 \* 13824 pixels)

Au final l'emprise couleur correspondant à l'emprise noir et blanc est de 1600 x 2880 pixels du fait du rapport des focales 120/25 = 4.8. Le rapport de pansharpening est d'environ 23 pixels panchromatiques pour un pixel couleur.

Caractéristiques complémentaires :

1. Compensation de filé électronique
2. Capacité de stockage en vol de 840 Goctets ce qui représente plus de 2000 images
3. Résolution radiométrique de 12 bits à l'acquisition
4. Bandes spectrales : B : 400-580 nm, V : 500-650 nm, R : 590-675 nm, pIR1 : 675-850 nm, pIR2 : 740-850 nm
5. Cadence de prises de vues : 2 sec/image
6. Temps de pose et ouverture : du 1/50 au 1/300 de sec et de f:4 à f:22
7. Objectifs spécialement conçus en collaboration avec Carl Zeiss pour des caractéristiques optiques optimisées
8. Prix du système : 940 000 \$



## **Concours d'admission au grade d'élève ingénieur des travaux géographiques et cartographiques de l'État ouvert au titre de l'année 2009**

### **Epreuve d'Anglais**

**Durée : 1 heure  
Aucun document autorisé**

*Consigne : Traduire le texte, titre inclus*

#### **Italian Earthquake: a Nation Mourns**

On Monday morning at about 3.32am, while I was fast asleep, I heard a noise and felt my bed move. It took me couple of seconds to realise that it was an earthquake. Though the earth only shook for two seconds, it seemed to last for ages. I ran to the window to look outside. Lights were blazing in the windows of all the surrounding buildings; everyone was awake and peering out.

Here in Rome we're used to earthquakes; we've had them in the past and we thought this was just another one. The next morning I realised the gravity of the situation. I switched on the TV to see frightening pictures of building rubble all over the streets. The epicentre of the earthquake had been in L'Aquila, which is about 200km away from us. L'Aquila is a unique city. It's popular with elderly people, who stay there in the medieval buildings, as well as students of the university. I went there after the quake and was shocked and saddened to see all of these buildings reduced to rubble. The streets were teeming with desperate people whose houses had been destroyed.

Later the homeless were put up in tents. The people of Abruzzo are called the Abruzzesi and are generally known to be of strong character. Certainly, as I walked around L'Aquila that day I was struck by how calm and brave everyone was. They seemed so dignified, hiding their emotions from the lights and glare of the TV cameras.

The government have set up several tents and the survivors are still camping in



them. Officials look after them and provide them with food and water. However, some of the survivors expressed their concern that today they may be under the spotlight, but after some time they would be forgotten and left to their fate.

Amid all the despair over the destruction and the loss of life, I heard whispers about the rampant corruption of the construction companies, which were said to have flouted safety rules and regulations.

About 298 people have perished in this devastating earthquake, but I get the feeling the final death toll will be more. The funeral is taking place today. It will be a very emotional event.

It is going to be monumental task to rebuild L'Aquila. It might take years, even decades. My heart goes out to those who lost their dear ones; it must be like a bad dream they wish they could forget.

'The Guardian Weekly' April 10th 2009 by Francesco Alesi



## Concours d'admission au grade d'élève ingénieur des travaux géographiques et cartographiques de l'État ouvert au titre de l'année 2009

### Epreuve d'Espagnol

Durée : 1 heure  
Aucun document autorisé

*Consigne : Traduire le texte, titre inclus*

### Obama, los hispanos y la educación

**El tema que más rápidamente se asocia con los hispanos en Estados Unidos es el de inmigración, por eso algunos se sorprendieron de que el presidente Barack Obama decidiera hablar de educación con líderes en su primer encuentro con líderes empresariales de la comunidad.**

Este martes el mandatario habló en Washington ante la conferencia Anual de la Cámara de Comercio Hispana de EE. UU., una de las reuniones de líderes empresariales de origen latinoamericano más importante del país.

Obama dijo que para poner las escuelas del país a nivel mundial, entre otros objetivos, se trabajará en aumentar el número de graduados universitarios para 2020, se apoyará a las escuelas especializadas y se intentará reducir el número de estudiantes que abandonan la escuela sin concluir con los estudios secundarios.

Esta última es una problemática que afecta especialmente a los hispanos. Se estima que el 22% de ellos no termina la secundaria., lo cual representa tres veces más que la cifra de los estudiantes blancos no hispanos.

Los especialistas aseguran que el estadounidense es uno de los sistemas educativos más costosos y menos eficientes del mundo desarrollado.

Según datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), en promedio, un año de educación primaria en EE. UU. cuesta US\$9.000, mientras que en Francia cuesta poco más de US\$5.300.

Pese a ello, muchos esperaban que Obama se refiriera a otra reforma: la de las leyes de inmigración, que es una demanda de la comunidad hispana y hasta de gobiernos extranjeros como el de México y de algunas naciones de América Central.

Aunque cuando se piensa en lo hispano se piensa inmediatamente en la Inmigración no puede decirse que la comunidad latina sea ajena al debate educativo.

Según datos presentados la semana pasada por la Oficina del Censo de EE. UU., el 20% de los estudiantes en nivel primario es de origen hispano, y esa proporción aumenta a medida que se analizan los niveles más bajos de escolaridad.

Además, el Censo proyecta un crecimiento de la tendencia, dado que la comunidad latina es la de más rápida expansión en el país, no tanto por la llegada de nuevos inmigrantes, sino por la ampliación de las familias ya asentadas en territorio estadounidense. (...)

*Carlos Chirinos*  
*BBC Mundo, Washington*  
*18/03/2009*



## **Concours d'admission au grade d'élève ingénieur des travaux géographiques et cartographiques de l'État ouvert au titre de l'année 2009**

Épreuve professionnelle à caractère technique (durée 5 heures)

Domaine : exploitation des bases de données

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

Un comité interprofessionnel d'une grande région viticole a décidé de mettre en place un site internet pour mieux faire connaître et mettre en valeur la production viticole de sa région, et contribuer au développement du tourisme œnologique. Il souhaite que ce site utilise largement des données géographiques et cartographiques.

Ces données peuvent être classées en deux catégories :

- des données géographiques de référence :
  - orthophotographie
  - base de données topographiques (avec notamment les réseaux routier et hydrographique, le bâti, la toponymie et le thème administratif)
  - base de données parcellaires (cadastre, remis en géométrie et assemblé)
  - cartes scannées
  
- des données géographiques « métier » :
  - limites des zones des différentes appellations d'origine contrôlée (AOC)
  - localisation des domaines viticoles (ensemble de parcelles de vigne appartenant à un même propriétaire)
  - informations sur les parcelles viticoles (type de cépage, âge moyen des vignes, etc.)
  - localisation des chais et éventuels points de vente ou dégustation, pour chaque domaine viticole.

Le site doit permettre d'une part, aux professionnels et producteurs viticoles, de faire figurer et renseigner leur domaine dans la base de données, et d'autre part aux particuliers, de consulter ces informations et de préparer d'éventuelles escapades dans le vignoble.

Le comité interprofessionnel viticole (CIV) fait appel à vous et votre expertise dans le domaine des bases de données géographiques.

Il vous est demandé de répondre aux questions suivantes :

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

*En utilisant le formalisme de votre choix (Merise, UML, SADT ou autre), proposez un schéma de données géographiques permettant de répondre au besoin exposé ci-dessus.*

*En particulier, vous distinguerez bien, sur le même schéma, les données de référence des données métier. Vous indiquerez les principales classes d'objets et relations qui existent entre elles, quelques uns de leurs attributs, et la forme géométrique (ponctuelle, linéaire ou surfacique).*

### **Question 2. Moyens et organisation de la base de données**

Pour mener à bien son projet, le CIV a la possibilité d'acquérir les données géographiques de référence auprès de l'Institut Géographique National, avec les droits d'utilisation adéquats. Le site internet qu'il souhaite développer peut également s'appuyer sur les données et fonctionnalités du Geoportail, grâce à la technologie des API (*Application Programming Interface* ou interface de programmation applicative, qui permet à un système informatique extérieur de recourir aux fonctionnalités d'un autre logiciel).

*Il vous est demandé d'approfondir ces deux scénarios, d'en présenter les avantages et inconvénients respectifs, et de dire en argumentant, lequel a votre préférence.*

*Pour le scénario choisi, vous détaillerez les moyens logiciels, matériels et humains qui vous semblent nécessaires au fonctionnement du système.*

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

*En vous appuyant sur la structure de données détaillée à la question 1, veuillez détailler les requêtes permettant de répondre aux questions suivantes. En particulier, vous expliquerez comment sont réalisés par le système d'information géographique les calculs s'appuyant sur la géométrie des données (calculs d'aires, par exemple) :*

- a. Quels domaines ont une superficie supérieure à 10 hectares ?*
- b. Quels domaines possèdent une partie de leurs vignes en appellation Volnay ?*
- c. Quels domaines possèdent des parcelles situées à moins de 1 km de l'appellation Volnay ?*
- d. Quelles appellations se trouvent dans un rayon de 1 km autour du lieu-dit « les Angles » ?*
- e. Sachant que le rendement maximum en appellation Volnay est de 40 hectolitres par hectare, quelle est la production annuelle maximale en Volnay du domaine « Pierre Durand » ?*

### **Question 4. Cartes et calcul d'itinéraires**

Le CIV souhaite donner aux internautes la possibilité de préparer leurs escapades touristiques dans le vignoble. L'idée est de leur proposer des cartes et itinéraires « à la carte », en fonction d'informations qu'ils vont fournir via un questionnaire. Ainsi, les usagers du site pourront renseigner les villages ou appellations qu'ils souhaitent privilégier, le temps dont ils disposent (de deux heures à plusieurs jours), le moyen de locomotion qu'ils souhaitent utiliser (voiture, vélo, marche à pied).

*Vous préciserez les informations complémentaires à ajouter à votre structure de données pour rendre cette application opérationnelle.*

*Enfin vous proposerez un schéma montrant les interactions entre l'utilisateur du site, le site, et la base de données géographiques, depuis la saisie du questionnaire par l'utilisateur, jusqu'à la production de cartes et itinéraires « sur mesure » imprimables par l'utilisateur.*



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

SESSION 2009

EPREUVE DE COMPOSITION FRANÇAISE

Durée : 3 heures

AUCUN DOCUMENT AUTORISE

### *Composition française*

« Je me souviens d'une étude commandée par le gouvernement Blair (et par lui gardée secrète). Avec froideur - certains diront cynisme - les gains de pouvoir d'achat dus aux pratiques d'achat hautement concurrentielles des supermarchés étaient comparés aux coûts du chômage engendré par ces pratiques. Et c'est ainsi qu'un appui plus sensible encore fut apporté à la grande distribution.

« Un euro le jean ! »

Comment ne pas prendre cette annonce pour ce qu'elle est: une insulte au travail ?

Ainsi va l'espèce humaine de nos pays développés. Elle vitupère la mondialisation et se précipite dans ses temples : les hypers, les mégas, les mammouths et autres mousquetaires du commerce à prix cassés (sur le dos de qui ?) »

*Voyage au pays du coton*, de Erik Orsenna

Après avoir lu le passage ci-dessus, tirée de *Voyage au pays du coton* de Erik Orsenna, vous répondrez à la question suivante par un développement argumenté et structuré en vous appuyant sur des exemples précis empruntés à divers domaines culturels.

*A l'heure où l'Europe et le Monde sont en pleine tourmente économique, pensez-vous, à l'instar de cet exemple, que la mondialisation aliène l'homme dans sa façon de consommer, dans les rapports qu'il entretient avec ses semblables et dans sa vie personnelle même ?*