

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

SESSION 2019

EPREUVE DE COMPOSITION FRANCAISE

DUREE : 3 heures

AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISE

→ Employer exclusivement de l'encre noire

→ Numéroté les feuillets

Sujet :

Michel Serres affirme « On ne se sauve que par le savoir, investissement bien plus sûr que le compte en banque ! Pour une personne, une classe sociale, une famille ou une nation, l'avenir c'est la société de la connaissance. »

Après avoir analysé ce point de vue, vous direz si vous partagez la position de Michel Serres. Vous proposerez un développement organisé.

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

SESSION 2019

☒-☒-☒-☒

**EPREUVE DE LANGUE
VERSION D'ANGLAIS**

DUREE : 1 heure

AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISE

- Employer exclusivement de l'encre noire
- Numéroté les feuillets

CONSIGNE :

Traduire le texte, titre inclus

The New York Times

An Unvaccinated Boy Got Tetanus. His Oregon Hospital Stay: 57 Days and \$800,000.

A 6-year-old boy was playing on a farm when he cut his forehead, a laceration that was simple enough to tend to at home. But six days later, his parents realized something was seriously wrong: he was clenching his jaw, having trouble breathing and experiencing involuntary muscle spasms. The boy, who had not received vaccinations, was taken to Oregon Health & Science University and was found to have tetanus, the state's first documented pediatric case of the disease in more than 30 years, according to a new report by the Centers for Disease Control and Prevention.

The case, from 2017, [...] quickly leapt to the top of the report's list of most-viewed articles and generated much discussion online. The article described a harrowing recovery and offered a warning of the dangers associated with the preventable disease: the boy spent 57 days in the hospital and racked up medical bills of more than \$800,000.

"I honestly never thought I would see this disease in the United States," said Dr. Judith A. Guzman-Cottrill, a pediatric infectious disease specialist at Oregon Health & Science University, who helped care for the boy and was the lead author of the article. She said she never wanted to see it again. "It was difficult — for many of us — to see him suffer," she said on Saturday.

The article came amid continuing tensions over vaccinations in the United States, which is experiencing a measles outbreak, with a concentration in the Pacific Northwest. Oregon has one of the highest rates of unvaccinated residents in the country, with 7.5 percent of kindergarten-age children unvaccinated for nonmedical reasons, according to the C.D.C.

This month, a teenager who defied his mother's antivaccine beliefs and started getting shots when he turned 18 testified before Congress about the importance of countering fraudulent claims about vaccines. This week, Facebook announced its first policy to combat misinformation about vaccines, following in the footsteps of Pinterest and YouTube.

Parents who do not vaccinate their children have expressed worries about side effects, concerns over cost, moral or religious objections, and fears that vaccines lead to autism — an idea that has been widely debunked.

[...]

Still, the experience did not change the position of the boy's parents.

The New York Times, March 9 2019

SESSION 2019

EPREUVE PROFESSIONNELLE A CARACTERE TECHNIQUE

DOMAINE : CONCEPTION, PRODUCTION ET MISE A JOUR

DES BASES DE DONNEES GEOGRAPHIQUES

Durée : 5 heures

Cartographie Haute Définition pour les Véhicules autonomes



Contexte

Stratégie nationale pour le véhicule autonome

La Stratégie nationale pour le développement du véhicule automatisé vise à définir les orientations communes aux acteurs publics et privés concernés par les facettes multiples de ce sujet, et s'appuie notamment sur une consultation des différentes parties prenantes. La cartographie numérique de précision (aussi appelée cartographie HD dynamique), est identifiée comme un des enjeux stratégique en lien avec la connectivité du véhicule.

Le véhicule automatisé possède schématiquement trois sources d'information lui permettant à la fois de se repérer, d'interagir voire de communiquer avec son environnement :

- Les capteurs : multiples dans leur nombre et leurs caractéristiques, ils sont les yeux du véhicule, lui permettant de détecter son environnement. Les capteurs sont aujourd'hui la principale source d'information des véhicules automatisés. Les technologies des capteurs connaissent en revanche des limites de portée (de l'ordre de la centaine de mètres), mais

également de détection (par exemple détection d'un panneau caché derrière un convoi de poids lourds).

- La connectivité : qu'elle soit entre véhicules (V2V) ou entre infrastructure et véhicule (I2V), elle permet au véhicule d'interagir avec l'environnement dans une logique d'information et d'optimisation de la conduite.
- La cartographie : intégrée dans le véhicule et/ou téléchargée en cours de trajectoire, la cartographie peut intervenir comme support majeur de la conduite automatisée en complément des capteurs et de la connectivité. Elle semble pouvoir se décliner en deux types, pouvant être assimilés à deux couches d'informations distinctes :
 - ✓ une Cartographie Spatiale Haute Définition pouvant contenir des informations précises sur la géométrie de la route (longitudinales et latérales), sur la signalisation routière, ou encore des amers visuels géolocalisés très précisément permettant au véhicule de se localiser par rapport à ces points de repère.
 - ✓ une Cartographie Dynamique Temporelle pouvant contenir des informations évolutives de trafic, de conditions météorologiques, la signalisation d'accidents ou de travaux, la présence de piétons d'animaux.

La stratégie nationale sur le véhicule automatisé propose les principales orientations suivantes :

- identifier les situations ou évènements les plus critiques rencontrés par le véhicule automatisé dans lesquels la connectivité (V2V ou I2V) et/ou la cartographie de précision pourraient améliorer la perception élargie du véhicule [...] ;
- identifier les besoins fonctionnels de cette cartographie, tels que la définition d'amers ou points de repère prioritaires pour améliorer la reconstitution de l'environnement du véhicule, et son positionnement relatif.

La cartographie numérique de précision présente, en lien avec la connectivité du véhicule, des potentialités importantes pour élargir et affiner l'horizon de perception du véhicule. Ceci peut être utile à plusieurs titres :

- compléter les informations collectées par les capteurs, voire prendre le relais de ceux-ci dans certains cas : dysfonctionnement des capteurs (masque lié aux intempéries par exemple), capteurs en dehors de leur domaine de pertinence (marquage effacé par exemple), ou encore redondance de la cartographie par rapport aux capteurs en vue d'améliorer la robustesse du dispositif et donc la sûreté de fonctionnement,
- permettre une meilleure anticipation par les véhicules de certains évènements (exemple : zone de travaux).

Cependant, la cartographie numérique de précision est confrontée à des limites technologiques (Précision, temps de latence, sécurité, etc), ou sécuritaires (propriété, origine et certification des données, intrusions, etc). Les constructeurs doivent trouver le bon niveau de curseur dans la balance capteurs/cartographie dans la conception des véhicules : de nombreux capteurs peuvent permettre de se passer d'une cartographie de précision, et réciproquement. Ceci est particulièrement vrai pour la collecte d'information où l'équilibre entre capteurs et cartographie dépend du système d'automatisation retenu, tandis qu'il est prouvé que la cartographie dépasse les possibilités offertes par les capteurs en ce qui concerne l'amélioration de l'anticipation du véhicule.

Principales caractéristiques pour la cartographie HD :

Une haute précision de la localisation :

Le premier enjeu auquel doit répondre la cartographie dynamique est celui de la précision de la localisation du véhicule. Les meilleurs systèmes de localisation par GPS permettent aujourd'hui une localisation de l'ordre du mètre à la dizaine de mètres, alors qu'une localisation de l'ordre du décimètre voire centimètre est requise dans le cas d'une conduite automatisée. Pour atteindre ce niveau de précision, la cartographie HD doit permettre au véhicule de se repérer non seulement de manière absolue à l'aide de la localisation par satellite, mais aussi relativement à l'environnement immédiat du véhicule, notamment à l'aide d'unités de mesures inertielles, ou via certains repères fixés sur les infrastructures que l'on définira comme amers.

Un haut niveau de détail de l'environnement :

Le second enjeu concerne la reconnaissance et la réaction du véhicule face aux perturbations de son environnement. Les capteurs qui équipent les véhicules et les guident dans leur environnement n'ont qu'une portée maximale de 100 à 200 mètres vers l'avant du véhicule, ce qui fait du véhicule automatisé un véhicule « myope ». Bien que l'on puisse attendre une amélioration de la portée des capteurs, l'anticipation des manœuvres en toute sécurité requiert un « champ de vision » élargi et plus profond que pourrait permettre la cartographie HD.

La modélisation d'une voie nécessite non seulement une connaissance de la géométrie de la voie avec ses limites, mais aussi des attributs riches telles que le type de voie, la signalisation verticale et horizontale, ainsi que la limitation de vitesse en vigueur. Dans bien des situations, les capteurs seuls ne semblent pas capables d'apporter le niveau d'information nécessaire.

L'enjeu est donc de compléter les informations des capteurs pour que les véhicules puissent anticiper les obstacles et avoir la meilleure connaissance possible des conditions de circulation sur la route. La carte est alors envisagée comme un cadre pour les données des capteurs. Les capteurs détectent l'environnement « immédiat » du véhicule, la carte permet quant à elle d'avoir connaissance de ce qui arrive en amont de l'itinéraire emprunté. Ces connaissances peuvent être relatives à la nature de l'infrastructure telle qu'elle a été cartographiée, que l'on pourrait qualifier de statique (tracé en plan, profil en long, etc.), mais également des connaissances à caractère dynamique, relatives à des obstacles, accidents ou autres perturbations en cours ou à venir étant donnée la situation. Pour ces dernières, la question de la pertinence de la cartographie par rapport à la connectivité se pose.

Dans certains cas de défaillance des capteurs (marquages au sol effacés, conditions météorologiques perturbatrices, convoi de camions bloquant la vue d'une signalisation verticale,...) la cartographie semble pertinente pour prendre le relai et devenir la source d'information prioritaire.

Ici nous allons nous intéresser aux besoins liés au déplacement du véhicule sur la chaussée et ses équipements statiques : positionnement latéral et longitudinal, connaissance de la géométrie de l'infrastructure (tracé en plan, profil en long, profil en travers) pour éviter toute perte de contrôle (couple géométrie routière/vitesse).

Spécifications de la cartographie HD :

La cartographie HD est une base de données mise à disposition dans les véhicules et qui comprend les caractéristiques suivantes :

Les objets à acquérir

Cette liste est non exhaustive mais permet d'avoir un premier objectif à atteindre. :

- Géométrie de la route :
 - o Tracé ou axe en plan : précision submétrique. Intersection, bretelle
 - o Profil en long. précision moins forte
 - o Profil en travers.
 - o Voies de circulation (insertion, bandes d'arrêt d'urgence, sorties d'autoroute, limites de la chaussée, carrefour et sens giratoire, ...)
- Amers :
 - o unité de bord de route (systèmes implantés en bord de route, permettant de communiquer des informations tant à destination des usagers et de certains véhicules, que des gestionnaires d'infrastructures),
 - o éléments remarquables de l'infrastructure ou décor
- Informations liées au trafic et à sa gestion
 - o Limitation de vitesse
 - o Panneau à Messages Variables
 - o Gares de péage
 - o Interdiction de dépassement
- Information liées aux conditions de circulation
- Information relatives aux espaces de stationnement
 - o Localisation, disponibilité, caractéristiques
- Réglementation et signalisation routière
 - o Typologie : danger, priorité (intersections et priorité), prescription (obligation et interdiction), indication)
 - o Précision : submétrique (« de l'ordre de la largeur d'une ligne blanche »), métrique (stop, annonce de croisement, ...), zonage (zone limite de vitesse, agglomération, ...)
 - o Panneaux (tous)
 - o Bornes kilométriques et plaquettes de repérage
 - o Plaque de rue
 - o Symbole d'indication d'itinéraire
 - o Feux
 - o Lignes (longitudinales, transversales, ...)
 - o Marquage complémentaire
 - o Barrières et glissières
- Ouvrage d'art (ponts et tunnels)

Les précisions annoncées :

Aujourd'hui elles ne sont pas complètement arrêtées: métrique, submétrique, de l'ordre de 10 cm. Les précisions sont différentes suivant les objets

La mission de la DGITM

La direction générale des infrastructures, des transports et de la mer (DGITM) prépare et met en œuvre la politique nationale des transports terrestres et maritimes. La DGITM s'inscrit dans la dynamique du développement durable et de la transition énergétique favorisant les modes et les usages les plus respectueux de l'environnement, dans leurs domaines de pertinence.

Parmi ses missions, la DGITM doit assurer la planification intermodale des infrastructures de transport, en prenant pleinement en compte tous leurs effets directs et indirects sur l'environnement, l'économie, les territoires et la recherche d'une plus grande complémentarité, pour une mobilité durable, innovante au service de tous les usagers des transports.

A ce titre la DGITM entend réguler l'usage des véhicules autonomes et garder une maîtrise des cartographies HD produites et mises à disposition dans les véhicules.

Question 1 : modélisation (5 points)

En utilisant le formalisme de votre choix (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 ainsi que leur cardinalité, les principaux attributs et la nature géométrique des objets (ponctuelle, linéaire ou surfacique) et la dimension des objets (2D/ 3D). Vous préciserez si besoin les hypothèses que vous prenez sur la structure des données.

Question 2 : production (6 points)

Développez une argumentation avantages/inconvénients de chaque démarche ou chaque proposition

- Quels sont les modes d'acquisition qui vous semblent les plus pertinents par type d'objet que doit contenir la cartographie?
- Est-il nécessaire de faire une acquisition complète ou peut-on exploiter des données déjà produites? Développez une argumentation avantages/inconvénients de chaque démarche.
- comment assurer la précision demandée? Comment assurer un contrôle pertinent ?
- comment assurer une mise à jour des informations et une mise à disposition de la cartographie en adéquation avec le besoin de sécurité requis ?

Question 3 : exploitation (4 points)

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) :

- Combien de feux sont présents dans le département de Haute-Savoie ?
- Quelle est la Région de France contenant le plus grand nombre de gares de péage ?
- Un véhicule parcourt l'autoroute A4 entre le pont de Nogent Sur Marne et l'entrée sur Paris. Quelle longueur de tunnel va-t-il traverser ?

- d) Le conseil départemental du Vaucluse s'inquiète du déplacement des camions de pompiers et de leur capacité à faire demi-tour dans certaines voies. Quel kilométrage de voies est disponible dans la commune d'Avignon pour qu'un camion puisse réaliser un demi-tour (ie pas de barrière, glissières ou terreplein central en milieu de chaussée, pas de sens unique) ?

Question 4 : diffusion (3 points)

Cette donnée doit être utilisée par de multiples acteurs, publics et privés, dans le cadre de déplacement de véhicules autonomes.....

Quels vecteurs de communication et quels supports vous semblent opportuns à mettre en œuvre pour porter ces informations à connaissance ?

Veillez proposer des solutions techniques permettant de répondre à ce besoin. Vous détaillerez notamment les moyens matériels et humains à mettre en œuvre.

De plus, afin de permettre à l'état français d'exercer son contrôle et de maîtriser l'homologation des véhicules et la qualité des informations qu'ils intègrent, il faudrait que cette base de données soit partagée, jugée incontestable et souveraine. Quelles actions envisagez-vous afin de faciliter cela ?

Question 5 : Perspectives (2 points)

Le véhicule autonome est envisagé en premier lieu sous forme de navette et circulant notamment sur les axes autoroutiers. Le constat est donc, que dans un premier temps, le véhicule autonome ne se suffira pas pour permettre entièrement le déplacement des usagers (style domicile – travail ou domicile – loisirs).

Il devra donc être complété par d'autres moyens. Quels sont d'après vous les moyens de transport nécessaires pour assurer le trajet complet et quelles sont d'après vous les données utiles pour faciliter ce transport intermodal qui pourraient venir compléter la base de données « cartographie HD » ?

Ces données sont-elles faciles à obtenir, à mettre à jour ?

Durée : 5 heures
Aucun document autorisé

Barème : partie I sur 5 points ; partie II sur 3 points; partie III sur 3 points, partie IV sur 8 points, partie V sur 1 points.

La commune de Meaux en Seine et Marne a décidé d'investir dans le développement durable cette année et souhaite communiquer sur les installations qu'elle envisage.

Une partie de la grande place de la mairie va être réservée pour installer le parking des voitures électriques. Le prestataire sélectionné a fourni un plan des installations envisagées, en NTF et en projection d'Albers.

Les toits des bâtiments administratifs, quant à eux, vont être équipés de panneaux solaires. Le prestataire sélectionné par la commune a fourni les coordonnées planimétriques et altimétriques des panneaux solaires dans le système de référence légal en France.

L'emprise des bâtiments administratifs figure sur un plan cadastral informatisé (cf. Fig1) correctement géoréférencé dans le système de référence légal en France.



Figure 1 : Plan cadastral du centre de Meaux

La projection d'Albers est une projection conique équivalente directe. Expliquez ce que cela veut dire.

Quelle est la principale propriété d'une projection équivalente ?

Quels sont les avantages et les inconvénients d'utiliser une projection équivalente ?

Le cadastre travaille dans le système de référence légal, quel est-il en France ?

Comment a-t-il été construit ?

Pour sa projection, le cadastre a adopté les « Coniques Conformes 9 Zones ».

Quelle est la principale propriété d'une projection conforme ?

Quels sont les avantages et les inconvénients d'utiliser une projection conforme ?

Les coordonnées géographiques du centre de Meaux sont :

Longitude : 2°51'14"

Latitude : 48°54'56"

Dans quelle conique conforme se situe-t-on ?

Quels sont en général les avantages ou les inconvénients d'utiliser les Coniques Conformes plutôt que la Lambert93 ?

Quand est-il dans le cas de Meaux ?

La commune dispose d'une orthoimage en couleurs (cf. Fig2), dans le système de référence légal, à une résolution spatiale de 20 cm, qu'elle souhaite utiliser pour communiquer sur ses actions.



Figure 2 : Orthoimage en couleurs (GSD=20cm) du centre de Meaux

Vous expliquerez le principe de réalisation d'une orthoimage par image quand on dispose d'un modèle numérique de terrain (MNT) en vous aidant d'un schéma adapté. Vous préciserez la nature des données strictement indispensables en entrée du processus, ainsi que les données en sortie.

Vous expliquerez le rôle du mosaiquage dans le processus d'une orthoimage à l'échelle de tout un territoire (ville de Meaux par exemple).

Vous proposerez un algorithme de mosaiquage.

Vous rappellerez les problèmes classiques observables sur une telle mosaïque, ainsi que les moyens de les contourner. Vous évaluerez le coût de ces reprises éventuelles.

Les techniciens des services municipaux indiquent qu'un Modèle numérique de surface (MNS) de corrélation leur a été livré par le prestataire qui a fourni l'orthoimage mais ils indiquent ne pas connaître ce produit.

Vous expliquerez le principe de réalisation d'un MNS de corrélation à l'échelle d'un territoire en vous aidant d'un schéma adapté. Vous préciserez la nature des données strictement indispensables en entrée du processus, ainsi que les données en sortie.

Rappelez les écueils classiques rencontrés dans les problèmes de corrélation d'images, et pour chacun d'entre eux, indiquez si les images prises sur le centre-ville de Meaux seront concernées.

Actions de communication sur l'installation des panneaux solaires

Expliquez comment l'on passe de coordonnées NTF en projection d'Albers à des coordonnées dans le système de référence légal français et en projection conique conforme. Vous explicitez toutes les étapes de cette transformation de coordonnées en vous aidant d'un schéma adapté.

Expliquez pourquoi la superposition des coins des panneaux solaires connus en coordonnées planimétriques et altimétriques fournis par le prestataire est décalée par rapport à l'orthoimage.

Sachant qu'on n'a pas les moyens de commander une « vraie » orthoimage, on propose, pour cet objectif de communication, de décaler les points des panneaux solaires pour les faire correspondre aux toits de l'orthoimage.

Enumérez les avantages que présente cette méthode de recalage de points sur l'ortho image (par rapport à la fabrication d'une « vraie » orthoimage).

Quel inconvénient cette méthode présente-t-elle ?

Sachant que l'on dispose des données ci-dessous, proposez l'algorithme complet et détaillé de recalage des coins des panneaux solaires connus en coordonnées planimétriques et altimétriques pour qu'ils soient cohérents par rapport à l'orthoimage :

- les points terrains 3D (E,N,H) à recalcr ;
- Le graphe de mosaiquage de l'orthoimage à pleine résolution ;
- Le géoréférencement de chaque cliché (voir les données exemples S et R ci-dessous) ;
- Le modèle numérique de terrain (MNT) utilisé pour rectifier l'orthoimage.

Application numérique : calculez la position du point de coordonnées 652879, 6979394, 70 sur l'image n°250 de la prise de vues aériennes couvrant Meaux, dont le géoréférencement est le suivant :

S	652886,61	6979394,36	1072,74
R	-0,96509	-0,26180	0,00724
	0,26190	-0,96491	0,01893
	0,00204	0,02016	0,99979

Caméra (2144.49 -2136.01 3262.61)

Toits végétalisés

La mairie compte également végétaliser 1 ha de toits plats dans le centre-ville.

Que recommandez-vous au maire pour évaluer tous les mois de façon fiable et exhaustive le bon état phyto-sanitaire de ces installations ?