

CONCOURS INTERNE ET EXTERNE DE TECHNICIENS SUPÉRIEURS PRINCIPAUX DU DÉVELOPPEMENT DURABLE SESSION 2025

Spécialité entretien et exploitation des infrastructures Domaine gestion et maintenance des routes

Épreuve écrite d'admissibilité n°2 : cas pratique + questions à réponses courtes

Durée : 3 heures	Coefficient : 3	Dossier documentaire : 4 pages	Sujet complet : 10 pages
-------------------------------	---------------------------	--	------------------------------------

Descriptif rapide :

1. Un cas pratique avec mise en situation professionnelle à partir d'un dossier présentant des documents à caractère scientifique faisant appel, éventuellement, à des calculs et raisonnements scientifiques. Pour cette première partie de l'épreuve, le dossier documentaire ne peut excéder 10 pages.
2. Cinq questions à réponse courtes au plus portant sur les principes fondamentaux de la spécialité considérée.

Toute note strictement inférieure à 6 sur 20 est éliminatoire.

À LIRE ATTENTIVEMENT AVANT DE TRAITER LE SUJET

Modèle CMEN v2 (une seule)
 Nom de famille : N O M

Prénom(s) : P R E N O M

Numéro d'inscription : 3 5 7

Né(e) le : 2 7 / 0 3 / 1 9 7 7

- Le bandeau situé en haut de chacune des feuilles de composition doit être rempli en totalité (**code concours, code épreuve, spécialité, y compris le numéro d'inscription communiqué dans votre convocation**).
- L'usage de la calculatrice, d'un dictionnaire, de tout autre document est interdit.
- Les candidats ne doivent pas faire de marge sur leur copie.
- Les copies devront être correctement paginées. Pagination d'une copie double sur 4 (1/4, 2/4, ...), deux copies doubles sur 8 (1/8, 2/8, ...), etc.
- **Aucun signe distinctif ne doit apparaître dans la copie** : nom ou nom fictif, signature, paraphe et symboles sont interdits.
- Seul l'usage d'un stylo à bille noir ou bleu est autorisé (feutre et stylo friction sont interdits). L'utilisation d'une autre couleur, pour écrire ou souligner, pouvant être considérée comme un signe distinctif, est proscrite.
- **Aucun liquide blanc ni ruban correcteur ne doit être employé** (une telle utilisation empêcherait la correction de la copie). Toute correction se fait par rature, de préférence à la règle.
- Les feuilles de brouillon, ou tout autre document, ne sont pas considérées comme faisant partie de la copie et ne feront pas l'objet d'une correction. Ils ne doivent pas être joints à la copie.

Le non-respect des règles ci-dessus peut entraîner une sanction par le jury.

Sujet du cas pratique

(Noté sur 30 points)

Le candidat est vivement invité à prendre connaissance du sujet et de l'ensemble des documents fournis en début d'épreuve.

Vous êtes en charge, dans une direction interrégionale des routes (DIR), de l'exploitation d'une route reliant Reims à Nancy. Cette route comporte un ouvrage d'art franchissant un cours d'eau.

Suite à un épisode de crue, vous vous penchez sur les mesures à mettre en œuvre, tant pour garantir la sécurité des usagers que pour permettre le franchissement du cours d'eau en crue.

Le sujet comporte 4 parties indépendantes.

- Partie A – Pont objet du cas pratique.
- Partie B – Étude d'un pont subissant une crue.
- Partie C – Mise en œuvre d'une déviation.
- Partie D – Affichage sur un panneau à message variable.

Liste des documents

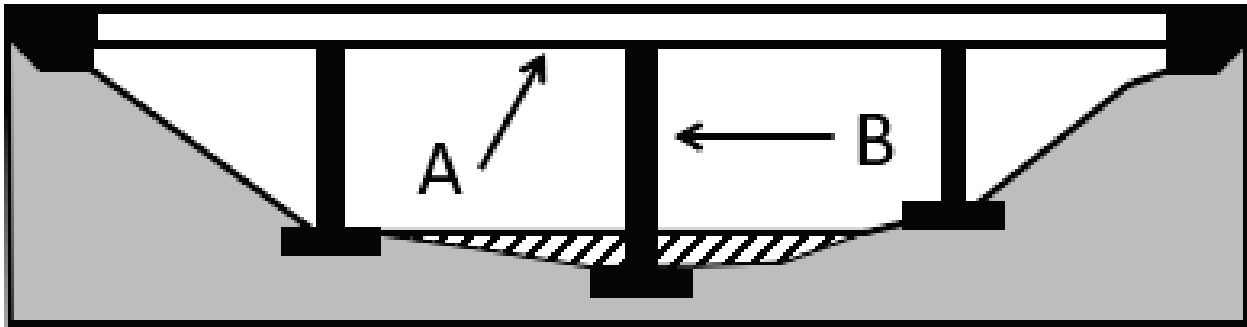
DOCUMENT 1 (1 page)	Evaluation socio-économique d'un aléa sur un ouvrage d'art, extrait de maîtrise des risques, application aux ouvrages d'art, CEREMA 2013.	Page 6
DOCUMENT 2 (1 page)	Longueur des points de repères routiers.	Page 7
DOCUMENT 3 (1 page)	« L'A31 à nouveau coupée ce week-end ». Extrait du quotidien l'Est Républicain du 19/09/2024.	Page 8
DOCUMENT 4 (1 page)	PMV, extrait de la politique d'affichage sur panneaux à message variables, DIRCE 2020.	Page 9

Consignes pour rédiger vos réponses :

Le numéro de chaque question à laquelle vous répondez doit être indiqué au début de votre réponse, sous la forme « **Q n°...** ». La réponse à la question doit être rédigée à la suite, dans la même feuille de composition.

PARTIE A – PONT OBJET DU CAS PRATIQUE

Le schéma ci-après représente le pont de manière simplifiée.



Question 1. Quel est le type de pont représenté sur le schéma ci-dessus ?

Question 2. Indiquer à quoi correspondent les éléments du pont caractérisés par la lettre « A » et « B » sur le schéma.

Question 3. Citer deux aléas, hormis ceux liés au cours d'eau, qui peuvent survenir au niveau d'un pont.

PARTIE B – ÉTUDE DU PONT SUBISSANT UNE CRUE

Dans la suite des questions, vous étudiez la vulnérabilité du pont qui enjambe un cours d'eau subissant une crue. L'objectif est de savoir si le pont peut être utilisé par les usagers de la route en période de crue, en fonction du niveau de risque associé à la crue.

La poussée des eaux liée à la crue peut être modélisée par la force hydrodynamique due au courant sur la pile. Elle se calcule via la formule suivante :

$F = k \times \rho_w \times h \times B \times v^2$ avec : v la vitesse moyenne de l'écoulement lors de la crue (m/s),

ρ_w la masse volumique de l'eau (kg/m³),

h la hauteur d'eau lors de la crue par rapport au fond du lit de la rivière (m),

B la dimension des fûts de pile faisant obstacle à l'écoulement (m),

k un facteur (sans unité), qui prend la valeur de 0,7 pour une pile carrée ou 0,4 pour une pile circulaire.

Pour la suite de l'exercice, les différentes variables de la formule de la force hydrodynamique prendront les valeurs suivantes :

$k = 0,7$ (la pile du pont étant de forme carrée), $B = 2\text{m}$,

$v = 5\text{m/s}$, $\rho_w = 1000\text{ kg/m}^3$, $h = 6\text{m}$.

La valeur de la force hydrodynamique est un facteur pouvant qualifier le niveau de risque associé à la crue. Le classement se fait grâce au tableau ci-dessous :

Valeur de la force	Évaluation de l'aléa :
$F < 150\,000\text{ N}$	Faible
$150\,000\text{ N} \leq F < 300\,000\text{ N}$	Moyen
$F \geq 300\,000\text{ N}$	Elevé

Question 4. Calculer la valeur de la force hydrodynamique liée au courant de la crue étudiée et en déduire l'évaluation de l'aléa.

La fermeture du pont en cas de crue n'est envisageable qu'en réponse à une situation de crise, dès lors que la force hydrodynamique générée par la crue sur le pont correspond à un aléa moyen ou élevé. Or, le changement climatique tend à multiplier de ce type d'événements. Le gestionnaire du pont est ainsi appelé à mettre en œuvre des mesures d'adaptation pour garantir le maintien des conditions de circulation en période de crue.

Question 5. Dans un premier temps, citer parmi les variables de la formule de la force hydrodynamique celles sur lesquelles le gestionnaire du réseau a une influence. En déduire comment il pourrait agir sur ces dernières afin de réduire cette force et ainsi augmenter la résilience du pont face aux crues.

Question 6. L'interdiction de circulation sur le pont est mise en œuvre dès lors que l'aléa est jugé moyen ou élevé. Décrire les étapes du processus qui conduiront à la réouverture de la circulation à l'issue de l'épisode de crue.

Question 7. En vous appuyant sur les documents 1 et 3, citer deux conséquences majeures à anticiper par la DIR en cas d'effondrement du pont étudié subissant une crue d'aléa moyen ou élevé. Expliquer.

PARTIE C – MISE EN ŒUVRE D'UNE DÉVIATION

Par le passé, votre service a été amené à fermer un viaduc à la circulation sur un autre secteur et la déviation avait fait l'objet d'un article de presse (document 3).

Afin de garantir la sécurité des usagers, le pont que vous étudiez actuellement est fermé et une déviation est mise en œuvre. Votre service retient la mise en place d'un itinéraire de déviation unique, via des routes de capacité équivalente (routes nationales ou départementales importantes). La déviation rallonge le temps de parcours de 45 minutes.

Le tableau, présenté dans le document 2, précise la longueur des PR de la route sur laquelle est positionné le pont. Celui-ci est implanté entre les PR 33 et 34, lesquels ont une longueur qui est significativement supérieure à 1000 m, tout comme le PR précédent et le PR suivant.

Question 8. Les distances inter PR habituelles sont de l'ordre de 1000 m. Comment cette singularité peut-elle s'expliquer ?

Question 9. La section de la route qui fait l'objet de la déviation démarre à partir du PR 15 et se termine au PR 45 + 100. À partir du tableau du document 2, calculer la longueur de la section de route qui sera fermée à la circulation, en présentant votre calcul avant de l'effectuer.

Question 10. Une première alternative à la déviation unique est la déviation dite catégorielle. Quels sont ses avantages et ses inconvénients ?

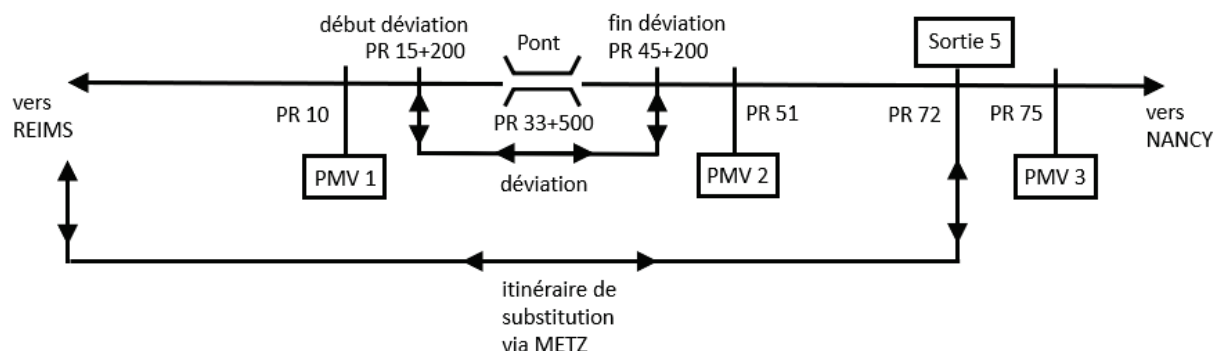
Question 11. Une seconde alternative à la déviation unique est la déviation par sens de circulation. Quels sont ses avantages et ses inconvénients ?

Question 12. Hormis le choix de l'itinéraire de déviation, proposer et justifier deux actions qui permettraient à la fois de minimiser la gêne pour les usagers locaux et de fluidifier le trafic, suivant les spécificités que présente l'itinéraire de déviation.

PARTIE D – AFFICHAGE SUR UN PANNEAU À MESSAGE VARIABLE

La route est équipée, en amont et en aval de la section visée par la fermeture, de plusieurs panneaux à message variable (PMV). Tous les PMV qui équipent la route permettent la saisie de messages de 4 lignes de 18 caractères, espaces compris.

Le schéma suivant présente les mesures prises suite à la crue du pont :



Question 13. Proposer, en le justifiant, un message à déployer sur le PMV n°1, qui est implanté 5 kilomètres avant la coupure faisant l'objet de la déviation, dans le sens de REIMS à NANCY.

Question 14. Proposer, en le justifiant, un message à déployer sur le PMV n°3 qui est implanté 30 kilomètres avant la coupure faisant l'objet de la déviation, dans le sens NANCY à REIMS.

Question 15. Si les PMV offraient la possibilité d'afficher un pictogramme, préciser en justifiant votre réponse lequel vous auriez retenu pour illustrer les messages déployés sur l'ensemble des PMV implantés à 50 kilomètres du pont fermé :

				
picto. 1	picto. 2	picto. 3	picto. 4	picto. 5

DOCUMENT 1: Évaluation socio-économique d'un aléa sur un ouvrage d'art, extrait de *maîtrise des risques, application aux ouvrages d'art*, CEREMA 2013.

Pour obtenir une évaluation plus fiable de toutes les conséquences, il est nécessaire d'évaluer, même qualitativement, les différents points suivants et d'en déduire une conséquence globale.

Coût de reconstruction partiel/total

- à partir du coût de l'ouvrage actualisé ;
- à partir de ratios de tablier seul, plus éventuellement un ou deux appuis.

Coût humain

- à partir du trafic sur l'ouvrage et sous l'ouvrage ;
- à partir de la fréquence des situations de congestion ;
- à partir de la surface totale/surface effondrée (quand on peut l'estimer).

Coût pour l'activité socio-économique de la région en cas de perte d'un ouvrage

- étude des itinéraires alternatifs et de leur niveau de débit ;
- distance supplémentaire à parcourir ;
- possibilité d'insérer un ouvrage provisoire et coût de location de celui-ci.

Impact moral ou médiatique (difficile à chiffrer...)

- ouvrage ancien historique, éventuellement classé ;
- ouvrage particulièrement exceptionnel participant à l'image de la France (exemple : viaduc de Millau, pont de Normandie dont l'effondrement aurait un impact fort sur la compétitivité des entreprises françaises à l'étranger) ;
- mauvaise publicité pour le maître d'ouvrage dans la presse, impact médiatique fort.

Impact environnemental (difficile aussi à chiffrer vraiment)

- coût environnemental lié à l'évacuation et au retraitement de la structure effondrée ;
- coût environnemental lié à la reconstruction ;
- coût environnemental lié à la pollution induite par les déviations ;
- coût environnemental lié à l'effondrement de l'ouvrage (matériaux de construction dans des cours d'eau, pollution liée à la présence de camions sur l'ouvrage au moment de l'effondrement, conduites diverses dans l'ouvrage, etc.).

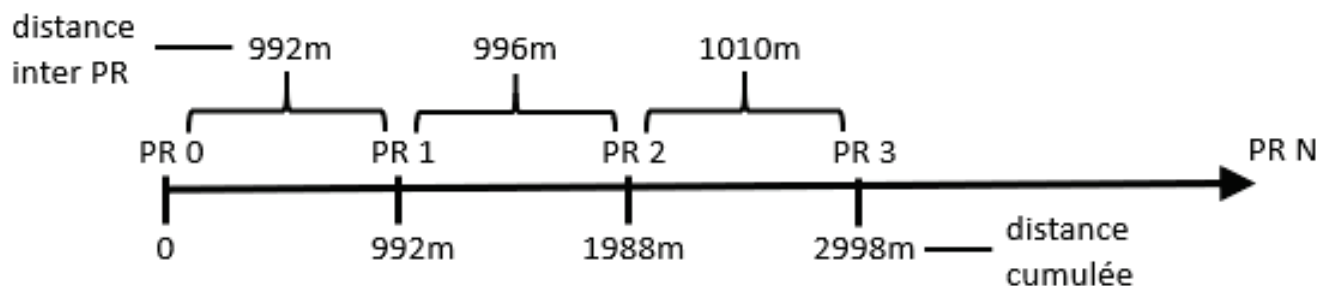
Cette description des différents points à renseigner et la pondération de tous ces éléments est un exercice très délicat, qui ne peut pas se faire dans l'absolu et dépend fortement du patrimoine d'un gestionnaire, de sa sensibilité par rapport aux différents critères.

Dans tous les cas, il est donc utile de donner des éléments au maître d'ouvrage/gestionnaire pour qu'il classe les différents ouvrages de son patrimoine selon une valeur d'importance, mais en lui laissant la responsabilité de ce classement.

On ne donnera donc pas d'outil tout fait, mais deux exemples de détermination de l'importance des ouvrages dans deux cas très différents d'analyse des conséquences.

DOCUMENT 2 : Longueur des points de repères routiers (PR).

Le schéma ci-dessous illustre les distances inter PR et la distance cumulée :



Ces distances sont listées, pour la route, dans le tableau suivant :

PR n°	distance cumulée (m)	distance inter PR (m)	PR n°	distance cumulée (m)	distance inter PR (m)	PR n°	distance cumulée (m)	distance inter PR (m)	PR n°	distance cumulée (m)	distance inter PR (m)
0	0	992	13	12944	998	26	25879	1003	39	39884	1130
1	992	996	14	13942	999	27	26882	978	40	41014	1000
2	1988	1010	15	14941	996	28	27860	999	41	42014	989
3	2998	988	16	15937	998	29	28859	1011	42	43003	1017
4	3986	996	17	16935	1001	30	29870	1170	43	44020	1018
5	4982	998	18	17936	1004	31	31040	1170	44	45038	1009
6	5980	995	19	18940	997	32	32210	1170	45	46047	1009
7	6975	985	20	19937	1000	33	33380	1170	46	47056	964
8	7960	972	21	20937	998	34	34550	1170	47	48020	1030
9	8932	1006	22	21935	1008	35	35720	1170	48	49050	993
10	9938	1002	23	22943	984	36	36890	999	49	50043	998
11	10940	1001	24	23927	958	37	37889	994	50	51041	996

DOCUMENT 3 : « L'A31 à nouveau coupée ce week-end ». Extrait du quotidien l'Est Républicain du 19/09/2024.

L'A31 à nouveau coupée ce week-end : galère en vue pour les automobilistes

« Les congestions de ce week-end, c'était écrit d'avance ». Après un nouveau week-end de coupure de 34 heures pour les travaux sur le viaduc d'Autreville, les retours n'ont pas étonné la Dir'Est. « C'était l'enfer », « j'ai mis plus d'une heure pour faire Metz-Nancy », expliquaient les usagers une fois le périple terminé. Et la situation sera identique ce week-end puisque l'autoroute sera à nouveau fermée entre Atton et Custines. À nouveau pour 34 heures, avec les mêmes itinéraires de déviations et de délestages. Côté ingénierie, « les travaux prévus ont été réalisés dans les temps, explique un chef de service de la Dir'Est. On a installé le béton sur un quart du tablier. On espère le même résultat pour le week-end qui arrive. »

Jusqu'à 5 km de bouchons

C'est donc côté circulation que le bât blesse. « Ce week-end, nous avons recensé entre 4 et 5 km de bouchons sur les bretelles de sortie d'Atton et Custines. La congestion s'étendait jusqu'à la sortie Lesménils pour Atton. Jusqu'à Bouxières-aux-Dames pour Custines ». Sur le réseau départemental, certains points ont pu être le lieu de gros bouchons. Il y a notamment eu par exemple l'écluse à la sortie d'Atton qui a ralenti la circulation. Pourtant, la Dir'Est avait énormément communiqué sur ces travaux et sur les difficultés que les coupures représenteraient. « Nous coupons un axe autoroutier. Cela produit forcément des congestions, d'autant plus dans un secteur avec peu d'itinéraires de déviation. Nous avons mis en place plusieurs circuits, dont des itinéraires de délestage, mais très peu utilisés. Nous avons également différencié les itinéraires de déviations entre poids lourds et voitures et entre le sens Nord-Sud et sud-Nord pour ne pas surcharger les routes. Mais on ne peut pas forcer les poids lourds à prendre le bon chemin ».

Pas d'aménagements prévus

Les forces de l'ordre étaient cependant présentes aux deux sorties d'autoroute pour rediriger les poids lourds au bon endroit. « Le maire de Custines nous a fait un retour. Les policiers ont permis de fluidifier le trafic par leur présence, mais dès qu'ils se sont absentés, ce n'était plus la même chose ». Malgré les retours, pour la Dir'Est, « il n'y a pas de solution miracle. Le créneau choisi entre le samedi 20 h et le lundi 6 h fait qu'il y a peu de poids lourds sur les routes. Les 34 heures correspondent au temps que nous avons estimé pour réaliser l'ensemble des opérations sur le chantier ». Est-ce qu'il y aura tout de même des aménagements sur les itinéraires ? « Ce n'est pas prévu. Nous avons fait des tests d'aménagements à certains carrefours comme à Atton en direction de Loisy en changeant la priorité. On doit encore échanger avec les forces de l'ordre pour avoir leur retour ». Même si la Dir'Est est au courant des difficultés, il faut donc s'attendre à la même situation ce week-end. À moins que les automobilistes prennent leurs dispositions.

DOCUMENT 4 : PMV, extrait de la politique d’affichage sur panneaux à message variables, DIRCE 2020.

2 - Règles générales sur l'utilisation des PMV

2.1 - La composition des messages

Le message se compose généralement de 3 informations, sur les 3 premières lignes de haut en bas :

- **une cible** qui peut être l'axe, la direction ou la catégorie d'usagers ;
- **une principale** qui indique par exemple la conséquence de l'événement (bouchon et non accident) ou l'événement le plus proche, le plus important, le plus pertinent ;
- **une complémentaire** : localisation, étendue, cause, conseil ;

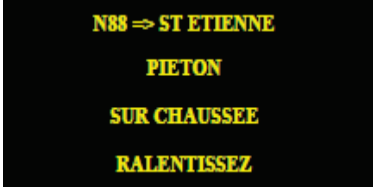
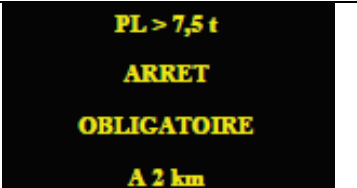
et éventuellement sur une quatrième ligne, au plus bas, d'un conseil de prudence.

Pour des raisons de lisibilité, on essayera dans la mesure du possible de limiter les messages à 7 mots ou 3 unité d'informations. Une unité d'informations étant 1 mot (« bouchon », « accident » ou un groupe de mots exprimant une notion élémentaire (« à 12 km », « sortie 1 obligatoire »).

On veillera à utiliser des termes compréhensibles par la majorité des usagers. Les directions ou destinations reprendront les dénominations de la signalisation directionnelle. En règle générale, le texte est écrit en majuscule, centré. Il peut être fait usage de signes et d'abréviations, comme pour exemple ceux listées dans le tableau suivant :

signe	signification	utilisation, pour préciser :	exemple
=	égal, sur	l'étendue d'une perturbation	BOUCHON = 3km
=>	en direction de	le sens de circulation perturbé	=> LYON
> <	inférieur supérieur	les limites admissibles (poids, hauteur, largeur)	PL > 7,5t
→	jusqu'à	le tronçon concerné	A1 → A86
via	via	en passant par	LYON VIA MACON

Exemple de messages

 Présence d'un piéton	 Chantier mobile	 Véhicule en panne
 Prévisionnel perturbation	 Fermeture d'un col	 Restriction poids lourds

Questions à réponses courtes (QRC)

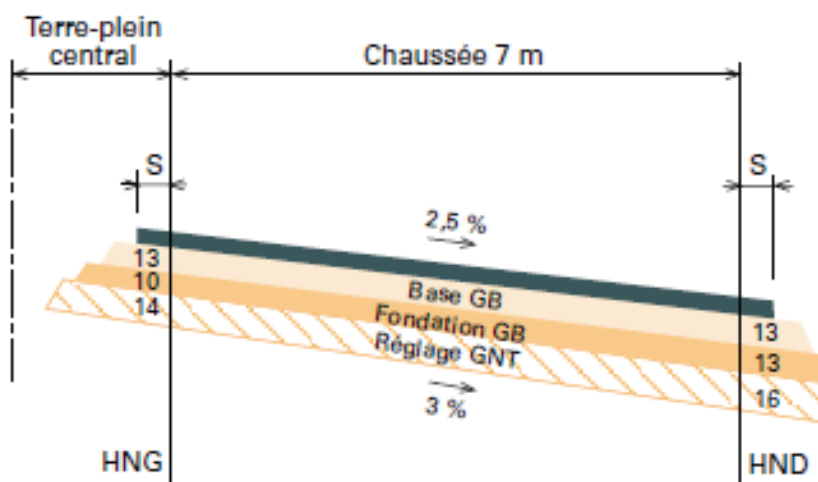
(Noté sur 10 points)

Cette partie comprend 5 QRC indépendantes.

Consignes pour rédiger vos réponses :

Le numéro de chaque QRC à laquelle vous répondez doit être indiqué au début de votre réponse, sous la forme « **QRC n°...** ». La réponse à la question doit être rédigée à la suite, dans la même feuille de composition.

QRC 1. Le schéma ci-dessous illustre le profil en travers d'une chaussée avec la représentation de ses différentes couches. Donner la signification des acronymes des matériaux qui composent les trois couches identifiées (GB et GNT) puis nommer la quatrième couche (en noir sur le schéma).



QRC 2. Les panneaux suivants désignent l'entrée et la sortie d'une voie réservée à certains usagers. Quel est le nom de cette voie et quels sont les usagers susceptibles de l'emprunter ?



QRC 3. Les trois principes fondamentaux de la commande publique sont la liberté d'accès, l'égalité de traitement et la transparence. Définir ces trois principes.

QRC 4. Dans un premier temps, définir la zone de sécurité d'une route puis citer un paramètre qui gouverne son dimensionnement.

QRC 5. La séquence « éviter, réduire, compenser » (ERC) vise à limiter les impacts environnementaux d'un projet. Elle consiste à :

- éviter les atteintes à l'environnement;
- réduire celles qui n'ont pu être suffisamment évitées;
- compenser les impacts résiduels significatifs.

Dans le cadre d'un projet routier ou de la construction d'un ouvrage d'art, proposer un exemple concret pour chaque étape de cette démarche (éviter, réduire et compenser).