



MINISTÈRE  
DE L'ÉDUCATION  
NATIONALE

EFE GEE 1

SESSION 2018

**CAPLP  
CONCOURS EXTERNE  
ET CAFEP**

**Section : GÉNIE ÉLECTRIQUE  
Option : ÉLECTRONIQUE**

**ANALYSE D'UN PROBLÈME TECHNIQUE**

Durée : 4 heures

*Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.*

*L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.*

*Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.*

*De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.*

**NB : La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.**

Tournez la page S.V.P.

A

**Il est demandé aux candidats de :**

- lire attentivement l'ensemble des documents remis ;
- de répondre sur feuilles de copie, en prenant soin d'indiquer le numéro de la question ;
- de rendre avec les feuilles de copie, les documents réponses DR.1 à DR.7, complétés ou non

**Il est fourni aux candidats :**

- le dossier sujet, 12 pages numérotées de 1 à 12 ;
- le dossier documents réponses, 5 pages numérotées de 1 à 5 ;
- le dossier technique, 41 pages numérotées de 1 à 41.

## INFORMATION AUX CANDIDATS

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie.

Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

► **Concours externe du CAPLP de l'enseignement public :**

| Concours | Section/option | Epreuve | Matière |
|----------|----------------|---------|---------|
| EFE      | 5100J          | 101     | 7397    |

► **Concours externe du CAFEP/CAPLP de l'enseignement privé :**

| Concours | Section/option | Epreuve | Matière |
|----------|----------------|---------|---------|
| EFF      | 5100J          | 101     | 7397    |

**DOSSIER SUJET**  
**12 pages numérotées de 1 à 12**

# Le Centre Hospitalier de Cambrai



Le dossier sujet est composé d'une présentation et de quatre parties indépendantes :

- Présentation
- Partie A : installation et validation d'une distribution satellite
- Partie B : système de géolocalisation GPS
- Partie C : augmentation des débits
- Partie D : configuration des équipements

Le sujet est accompagné d'un dossier technique contenant un ensemble de documents sur lesquels le candidat pourra s'appuyer pour répondre au questionnaire.

Une série de documents réponses repérés DR.1 à DR.7, à compléter par le candidat, est également fournie.

## Présentation

Créé en 1966, le Centre Hospitalier de Cambrai est un établissement public de santé implanté dans la région Nord-Pas-de-Calais (département du Nord). La ville de Cambrai, la plus importante de l'arrondissement, est proche des axes autoroutiers A2, A1 et A26. Elle est située à 80 kms de Lille, à 35 kms de Valenciennes et à 50 kms de la Belgique.

Le Centre Hospitalier de Cambrai est le premier établissement de soins pour les patients de son secteur. Il est organisé autour d'un site principal de 16 hectares. Sa capacité est de 770 lits et son effectif se compose d'un personnel médical (150 agents) et d'un personnel non médical (1 200 agents).

Il a une activité diversifiée en médecine, chirurgie, gynécologie-obstétrique. Il dispose d'un service de moyen séjour (soins de suite polyvalents), d'un service de soins de longue durée et de son propre plateau technique. En outre, lui sont rattachés trois secteurs de psychiatrie générale et un secteur de pédopsychiatrie infanto-juvénile.

L'établissement est aujourd'hui confronté à des nécessités de restructuration importante tant sur son plateau technique que sur son accueil des familles des malades.

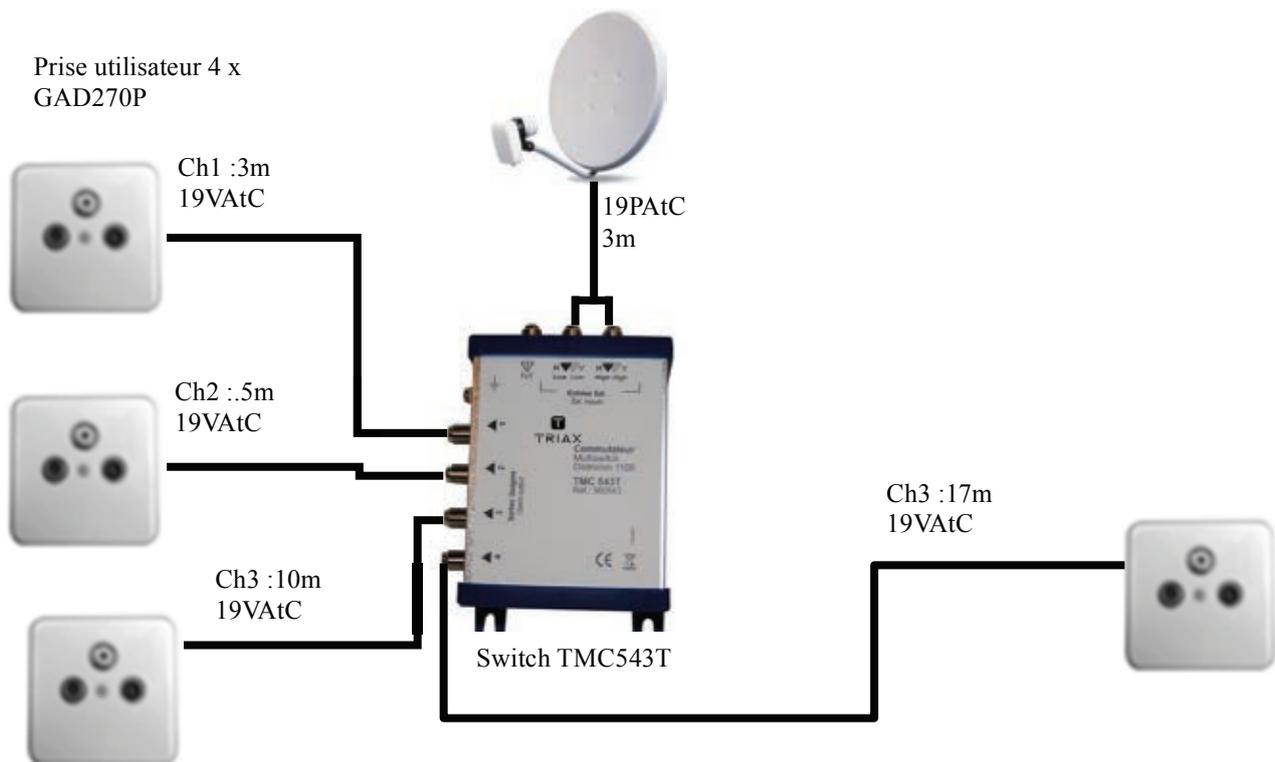
## Partie A : installation et validation d'une distribution satellite.

### Installation d'une distribution satellite

Dans le cadre de la modernisation de sa maison d'accueil des familles de malades hospitalisés, l'hôpital de Cambrai désire faire évoluer la réception TNT actuelle vers une réception satellite.

Cette rénovation reprendra au maximum l'installation coaxiale existante afin de minimiser le coût. Le choix s'est porté sur une distribution matricielle dites « à BIS commutée ».

Synoptique pour les 4 chambres.

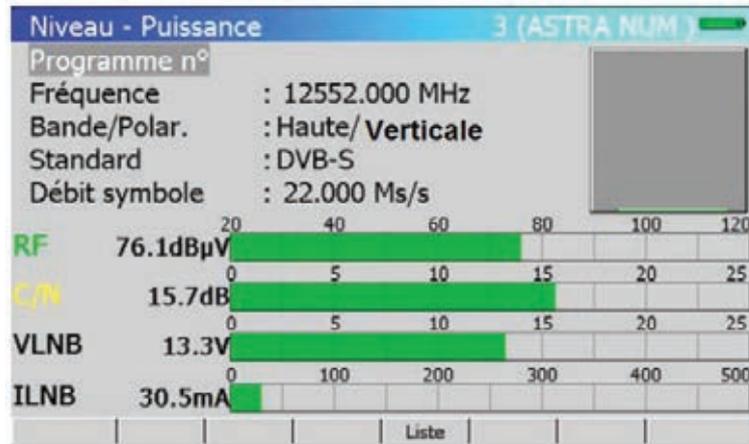


On se propose de déterminer le couple parabole + LNB pour avoir à la prise utilisateur la plus défavorisée, un niveau du signal de réception de  $47\text{dB}\mu\text{V}$  minimum à la fréquence maximale de réception du LNB soit  $12,75\text{ Ghz}$ .

- A.1 Déterminer, à partir de la PIRE, le niveau de puissance reçue à la parabole.
- A.2 Déterminer, en tenant compte des pertes maximales dans les câbles et dans les matériels ainsi que d'un niveau de puissance reçue à la parabole de «  $-155\text{ dBW}$  », le gain total du couple LNB + parabole.
- A.3 Donner la référence du LNB à choisir.
- A.4 Déterminer le gain minimum de la parabole et donner la référence de la parabole TONNA à choisir.

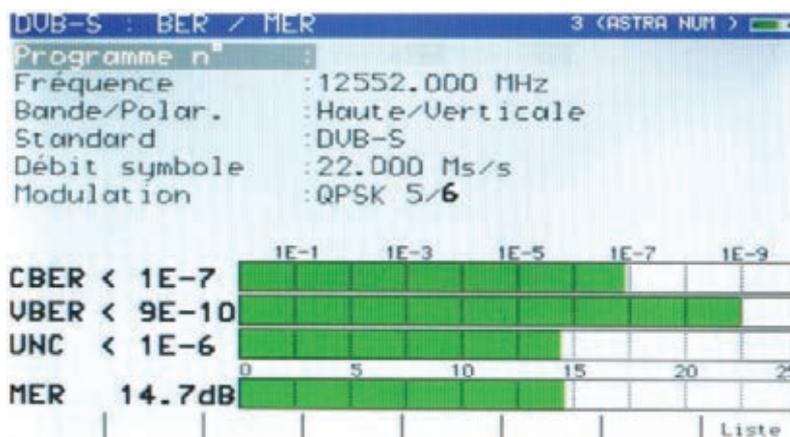
## Validation de l'installation

Le relevé de mesure des niveaux sur une des prises donne les informations suivantes :



- A.5 Donner le nom du programme CANAL SAT correspondant à cette fréquence.
- A.6 Entourer, sur le document réponse **DR.1**, la constellation de modulation numérique utilisée pour la diffusion de ce programme.
- A.7 Qualifier, au regard de la norme et des informations relevées, la qualité du signal RF.

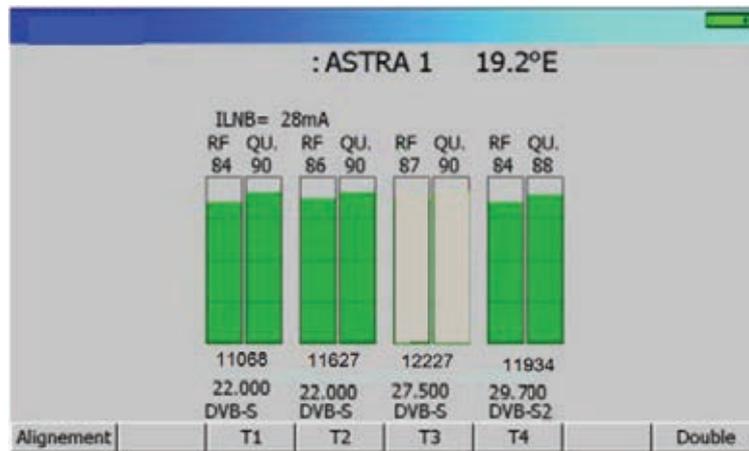
Mesurer le niveau du signal RF à la réception ne suffit pas pour qualifier une transmission numérique, il faut aussi vérifier la qualité du signal numérique par la mesure du BER. La mesure donne les informations suivantes :



- A.8 Qualifier, au regard de la norme, la qualité du signal numérique après décodage Viterbi et expliquer la signification des nombres donnés pour le BER

## Maintenance de l'installation

Une mesure pour différentes fréquences et polarisations des signaux du satellite donne les résultats suivants. Une fréquence / polarisation ne semble pas être correctement reçue. Le câble relié sur une sortie du LNB est mis en cause.



A.9 Déterminer, la fréquence et la polarisation en bande BIS mise en cause. Identifier la sortie du LNB sur laquelle le câble mis en cause est relié.

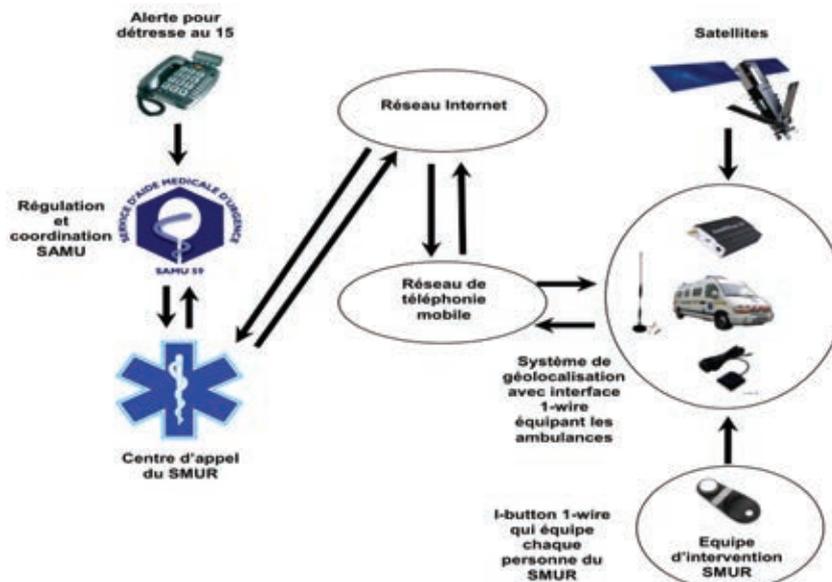
## Partie B : Système de géolocalisation par GPS.

Transporter un client par ambulance est un secteur très sensible où le service optimum est de rigueur.

Dans le cadre de la rénovation de l'Hôpital de CAMBRAI, il a été décidé d'équiper les véhicules d'intervention du SMUR d'un système de géolocalisation à distance.

La mise en place d'un système de géolocalisation permettra :

- une intervention rapide en y affectant l'ambulance la plus proche de l'adresse indiquée,
- de prendre le chemin le plus rapide, la route de meilleure qualité,
- la localisation des ambulances,
- une gestion totale de la flotte d'ambulance.



Ce système est constitué :

- d'un sous-système embarqué dans chacune des ambulances,
- d'un sous-système en mode stationnaire installé dans le local réservé SMUR.

Le sous-système embarqué s'articule autour d'un boîtier X1 IntelliTrac distribué par la société Nomadic Solutions.

Ce boîtier intègre un récepteur GPS (SiRF star III) et un modem GSM/GPRS équipé d'une carte SIM, ainsi que des interfaces de commande, de visualisation, de communication (pour PC) et audio.

Grâce à une antenne spécifique, le sous-système embarqué reçoit et traite les informations envoyées par les satellites pour établir la position du véhicule et traduire celle-ci sous la forme d'une trame NMEA, image de sa position géographique. Cette trame peut être envoyée au choix sur Internet, sous forme de SMS via le réseau GSM/GPRS ou sur une liaison RS 232.

## La transmission satellite - récepteur GPS

On note :

- $\{U_k\}$ , la suite des valeurs correspondant aux données binaires à transmettre. Par exemple  $\{U_k\} = \{ \dots, 0, 1, 1, 0, 0, 1, \dots \}$ . On note  $T_b$  la durée d'un bit.
- $U_p(t) = A \cdot \cos(\omega_p \cdot t)$ , la porteuse de fréquence  $F_p$ .
- $U_m(t) = \cos[\omega_p \cdot t + (U_k \cdot \pi)]$ , le signal modulé par les données binaires.

Les satellites émettant tous sur la même fréquence porteuse, c'est la méthode CDMA qui est utilisée pour la transmission.

Le signal CDMA est élaboré à partir des données à transmettre (DATA) et d'un signal pseudo-aléatoire (C/A) propre au satellite avant de moduler la porteuse L1. En raison du type de modulation utilisée, l'occupation spectrale correspondant à la transmission de bits

ou de chips de durée  $T_b$  est égale à  $\frac{2}{T_b}$ .

On rappelle que le temps de propagation dans le vide ou dans l'air d'une onde électromagnétique est  $C_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

- B.1 Compléter, sur le document **DR.2**, le chronogramme du signal CDMA. Prendre en considération le diagramme bloc d'une émission GPS donné dans la documentation technique.
- B.2 Expliquer le principe de la modulation BPSK et montrer que  $U_m(t)$  peut s'écrire :  $U_m(t) = D(t) \cdot A \cdot \cos(\omega_p \cdot t)$ . Expliciter les valeurs prises par  $D(t)$  en fonction de celles prises par  $U_k$ .
- B.3 Compléter, sur le document réponse **DR.3**, les chronogrammes de  $U_k$  et  $D(t)$ .  
(On prendra  $T_B = 4 T_P$ )

## Durées de propagation et d'acquisition des informations issues d'un satellite

Le récepteur GPS SiRF Star III embarqué dans le X1 IntelliTrac transmet les trames GPS à l'unité de traitement de l'information intégrée dans le boîtier X1. Ces trames permettent la géolocalisation de l'ambulance.

B.4 Calculer la durée (en minutes, secondes) correspondant à l'acquisition d'une information complète de temps, d'almanach et d'éphéméride d'un satellite unique.

Afin de réduire les temps d'acquisition, les fabricants de récepteurs GPS implémentent l'almanach en usine, si bien que seule l'acquisition des informations de temps et d'éphéméride est nécessaire pour obtenir un positionnement correct.

B.5 Calculer le temps nécessaire pour réactualiser les informations de temps et d'éphéméride.

B.6 Comparer cette valeur avec celle donnée par le constructeur du récepteur GPS (pour un démarrage à chaud).

## Installation et paramétrage X1 IntelliTrac

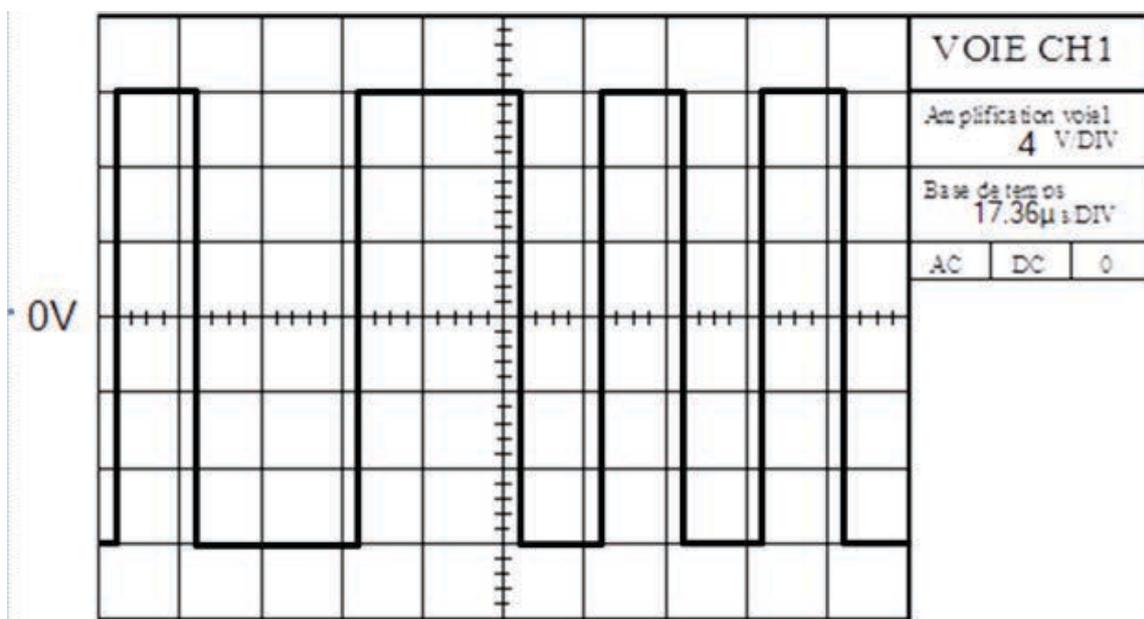
Pour paramétrer le X1 IntelliTrac, le choix s'est porté sur une liaison RS232 à 3 fils reliés à un PC.

B.7 Proposer, sur le document réponse **DR.4**, un câblage du cordon à insérer entre le connecteur du X1 IntelliTrac et le connecteur DB9 du PC.

Le protocole par défaut à utiliser pour établir une communication RS232 avec le X1 IntelliTrac est : 57600, 8, N, 1

B.8 Décoder les informations de ce protocole.

Afin de vérifier le cordon, on relève l'oscillogramme suivant émis après un appui sur la touche « S » :



B.9 Repérer sur l'oscillogramme du document réponse DR.5, le bit de Start, le bit de Stop, les DATA puis décoder ce signal et justifier le résultat obtenu au regard de la touche appuyée.

La balise nouvellement installée, sera paramétrée avec les informations suivantes :  
(Les commandes se feront sans utilisation de TAG)

- identifiant du module : 1000000005,
- nouveau mot de passe : 2018,
- code pin carte sim : 1000,
- activation de la protection contre le remorquage du véhicule (vol) de plus de 30 s pour une vitesse comprise entre 10 et 130 km/h et 4 satellites minimum détectés,
- supervision de batterie de sauvegarde lithium.

B.10 Donner les commandes ST de paramétrage à envoyer à l'X1 IntelliTrac.

### Contrôle du fonctionnement du X1 IntelliTrac.

Afin de tester l'état de l'unité, la commande \$ST+TEST=2018 est envoyée et la réponse de la commande donne : \$OK:TEST=16, 12.7, 3.5, 0x0005083f

B.11 Justifier l'état du X1IntelliTrac.

Pour vérifier le bon fonctionnement du récepteur GPS, il faut récupérer les trames GPS NMEA. La trame récupérée par la liaison RS232 est donnée ci-dessous :

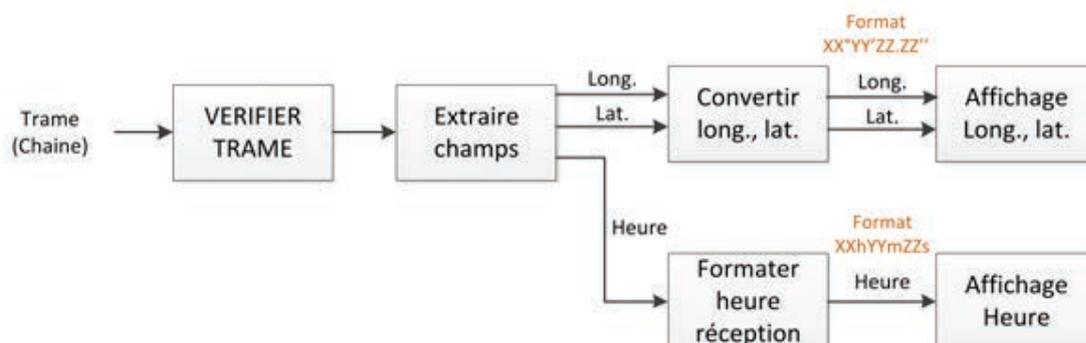
\$GPRMC,111014.960,A,5011.5,N,00310.65,E,030.00,303.83,170617,,A\*6C

B.12 Décoder la date, l'heure, la latitude et la longitude en « ddmms » de la trame.

B.13 Localiser sur la carte IGN du document réponse DR.6, la position du X1IntelliTrac.

### Solution embarquée pour technicien (nano ordinateur + écran tactile)

Afin d'automatiser le processus de paramétrage, de test et de décodage de trame, le choix s'oriente sur un nano ordinateur muni d'un port Com. Le schéma fonctionnel du programme traitant la trame est donné ci-dessous :



La fonction « convertir long., Lat. » convertit les coordonnées au format « degrés minutes décimales » vers le format « degrés minutes secondes ». La conversion s'effectue par l'appelle de la fonction « convert( ch ) » avec « ch », chaîne de caractères contenant soit la latitude soit la longitude au format « degrés minutes décimales ».

```
Char * convert (char* ch)
{
    Int deg, min ;           déclaration des variables « deg » et « min » au format integer.
    Double sec ;           déclaration de la variable « sec » au format double.
    Double f = atof (ch) ;  déclaration de la variable « f » et conversion de « ch » en nombre
                           à virgule flottante.
    Deg = (int) (f /100.0) ;  Extraction des « degrés » de la variable « f » dans la variable « Deg ».
    Min = ???????????? ;    Conversion de minutes.
    Sec = ???????????? ;    Conversion des secondes.

    Char *s = calloc (16, sizeof(char)) ; Initialise un espace mémoire avec 15 caractères de
                                           fin de chaîne.
    Sprintf( s, " %d %c %d m %f s ", deg, 0xB0, min, sec) ; formatage de la chaîne « s ».
    Return s ;
}
```

B.14 Compléter la fonction « convert (ch) » en donnant les lignes de code des variables « min » et « sec ».

## Partie C : augmentation des débits.

La télémédecine est en plein essor, cela nécessite des débits importants au niveau du réseau informatique des blocs opératoires pour assurer la fluidité des actions menées à distance. Pour anticiper cette évolution des améliorations vont être (ou ont été) effectuées sur l'infrastructure réseau :

- test du câblage horizontal existant (certifié à l'époque en classe D) pour vérifier qu'il est apte au bon fonctionnement des applications jusqu'à 150 Mhz. Si le test est négatif l'échange du lien sera à programmer en utilisant du câble (catégorie 7A) répondant aux nouvelles spécificités des réseaux de communication dans les hôpitaux,
- le sous-répartiteur du local technique (LT55), situé près des blocs opératoires, a été modifié pour accueillir un nouveau commutateur (SW55-1) ALCATEL OmniSwitch 9 600 avec deux cartes 24 ports cuivres (slots 2 et 4), et deux cartes fibres 10Gbit/s (slots 1 et 3) ,
- mise en place de fibres optiques pour créer des liaisons à 10 Gbits/s entre le commutateur SW55-1 et les cœurs de réseau,
- les commutateurs SW60-1 et SW70-1 de type ALCATEL OmniSwitch9700 ont chacun été pourvu, en prévision de cette évolution, d'une carte fibre 10 Gbit/s disponible en slot 5.

### Test du câblage horizontal.

C.1 Donner la classe des tests devant être effectués sur les liens cuivre arrivant au sous répartiteur LT55.

C.2 Retrouver par le calcul la longueur du câble LT55-1-8 effacée sur le résultat de test fourni (utiliser la paire 36 pour vos calculs).

- C.3 Calculer, dans le cas des valeurs les plus défavorables, la puissance du signal retrouvée en sortie de la paire 1-2 et la puissance à la même extrémité de la paire 3-6 lorsque le testeur émet un signal d'une puissance de 10 mW sur la paire 1-2 du câble LT55-1-8. Les pertes d'insertion seront considérées indépendantes de la fréquence du signal injecté.
- C.4 Commenter les deux recettes de câblage effectuées sur les liens horizontaux puis conclure sur leur état.

### **Création des liaisons optiques sur les rocades entre les répartiteurs LT60 LT70 (cœurs de réseau) et le répartiteur LT55 (blocs).**

*Pour la création de ces liaisons optiques, on apporte les précisions suivantes :*

- *en plus des liens fibres pour les flux informatiques habituels, la télé-médecine aura ses propres liens en direction des cœurs de réseau,*
- *par souci de redondance, les fibres optiques seront doublées entre les baies,*
- *lors de l'achat, les longueurs de câble seront prévues avec 10 % de réserve,*
- *la baie 55-1 n'est pas pour l'instant équipée d'un tiroir optique (duplex),*
- *la « connectivisation » des fibres sera réalisée en soudant des pigtaills aux extrémités des fibres.*

- C.5 Établir, sur le document réponse DR.7, la liste du matériel permettant de réaliser les liens entre les commutateurs des baies 60-1, 70-1 et celui de la baie 55-1, avec les quantités et les références nécessaires pour rédiger le bordereau de commande.
- C.6 Une des plus longues chaîne de liaison optique devant être réalisée entre le LT70 et le LT55 a été schématisée ci-dessous. Établir dans le cas le plus défavorable, le bilan optique de cette liaison puis valider le choix du transceivers.

**Emet—CO—JO(2m)—CO—PO(1m)—Ep—FO(220m)—Ep—PO(1m)—CO—JO(1m)—CO—Récept**

avec

Emet : transceivers en émission

CO : connecteur optique

JO : jarretière optique

PO : pigtail optique

Ep : épissure

FO : fibre optique

Récept : transceivers en réception

### **Tests des liaisons optiques sur les rocades entre les répartiteurs LT60 LT70 (cœurs de réseau) et le répartiteur LT55 (blocs).**

*Principe d'une mesure à l'aide d'un OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) :*

*la fibre à mesurer est placée entre une bobine amorce et une bobine de fin.*

*Un flash lumineux est émis dans la fibre, puis un appareil mesure la quantité de lumière réfléchiée en fonction du temps. À chaque modification du milieu (fibre abimée, soudure, connecteur, etc...) un événement quantifiable apparaît, donnant ainsi une information sur la qualité de la liaison.*

*Durant le temps d'émission de l'éclair lumineux, le capteur de lumière est rendu inopérant (aveugle). C'est pour cette raison qu'une bande amorcée est utilisée.*

*En sortie de fibre se produit un phénomène de réflectance important causé par le brusque changement de milieu. Pour ne pas fausser la mesure, ce phénomène est déplacé plus loin que l'extrémité de la fibre à mesurer grâce à la bobine de fin.*

C.7 Commenter les résultats des mesures sur les fibres f04, f07 et f08 entre les locaux 55 et 70. Faire apparaître les longueurs, valeur max des pertes (soudure, connecteur, réflectance et total des pertes).

C.8 Comparer les résultats des mesures à ceux attendus et aux seuils limites puis conclure sur l'état de chacune des 3 fibres.

## Partie D : configuration des équipements.

*Organisation des Vlan (par ports) du réseau informatique de l'hôpital.*

| Type         | ID Vlan | Nom du vlan | Ports attribués sur SW55-1     | Adresse sous-réseau              |
|--------------|---------|-------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Ordinateur   | 10      | PC          | 1 à 24 slot 2                  | Préfixe + (10 converti en hexa)  |
| Téléphonie   | 20      | PHONE       | 1 à 11 slot 4                  | Préfixe + (20 converti en hexa)  |
| Wi-Fi        | 30      | WIFI        | Non utilisé (blocs)            | Préfixe + (30 converti en hexa)  |
| Caméra IP    | 40      | CAM         | 12 à 17 slot 4                 | Préfixe + (40 converti en hexa)  |
| Télémédecine | 50      | TELEM       | 18 à 23 slot 4 et 1 à 2 slot 3 | Préfixe + (50 converti en hexa)  |
| Management   | 100     | ADMIN       | 24 slot 4                      | Préfixe + (100 converti en hexa) |

*L'administrateur réseau dispose du réseau d'adresse 2a01:c910:8005:9500::/56 qu'il a partagé en sous-réseaux de masque /64.*

*Les machines hôtes qui possèdent une adresse fixe, voient cette adresse construite de la manière suivante : adresse du sous réseau::rappel du numéro de baie:numéro de machine.*

*Exemple : le serveur dhcp60-4 (60-4 → 3c04) dans la baie 60-1 (60-1 → 3c01) a comme adresse IPv6 fixe 2a01:c910:8005:950a::3c01:3c04/64*

### Préparation à la configuration

D.1 Établir les préfixes des adresses des sous-réseaux des Vlan 10 et 50.

### Configuration du commutateur SW55-1

D.2 Les fibres optiques placées entre les trois répartiteurs forment une boucle sur le réseau. Donner l'inconvénient pouvant survenir avec ce type de topologie puis la manière de s'en prémunir et enfin l'avantage obtenu.

- D.3 Établir la liste des commandes permettant de créer les Vlans par port (10 et 50) sur le commutateur SW55-1 et d'y attribuer les ports.
- D.4 Établir la liste des commandes permettant de créer une interface d'administration (nommée eth55\_1\_admin) sur le commutateur SW55-1 puis de lui renseigner son adresse.
- D.5 Établir la liste des commandes permettant de configurer le mode 802.1Q (aggregate of ports) permettant de faire circuler les flux informatiques habituels du répartiteur LT55 vers les répartiteurs LT70 et LT60.

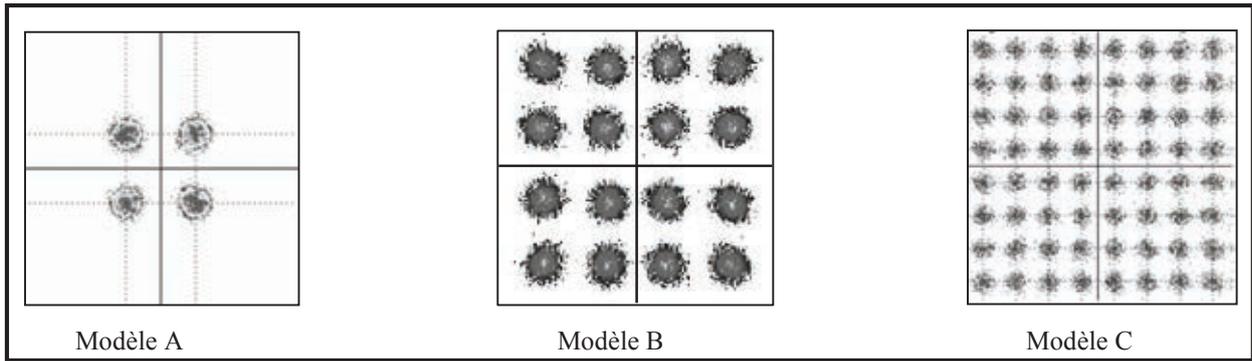
**DOCUMENTS RÉPONSES**  
**5 pages numérotées de 1 à 5**

**Il est demandé aux candidats de rendre avec les feuilles de copie, la totalité des documents réponses DR.1 à DR.7, complétés ou non.**

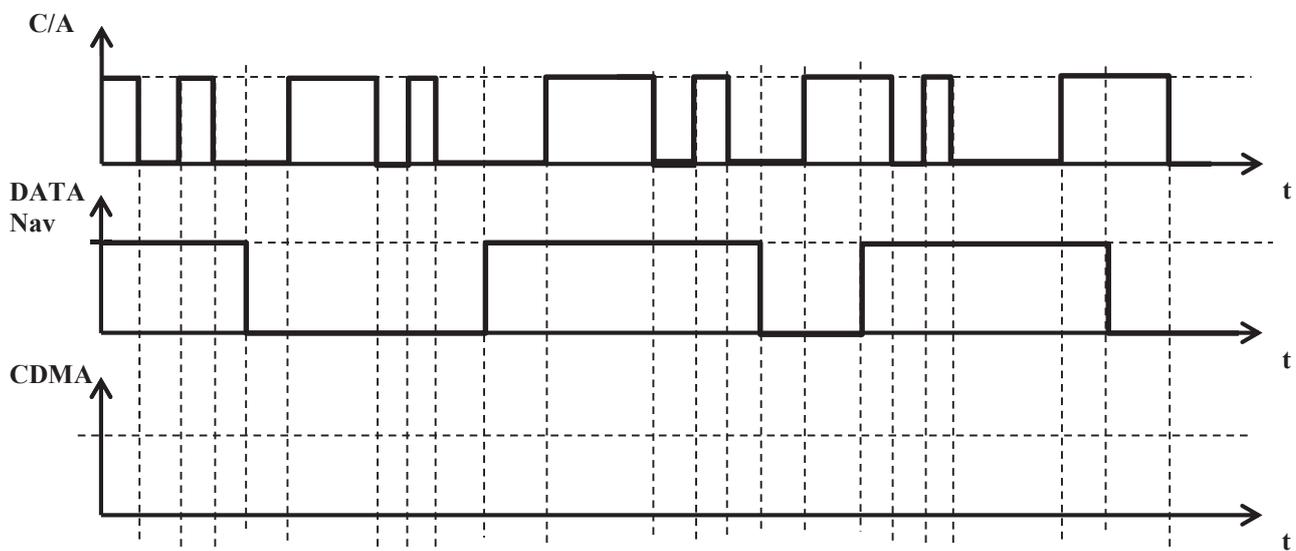


**NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE**

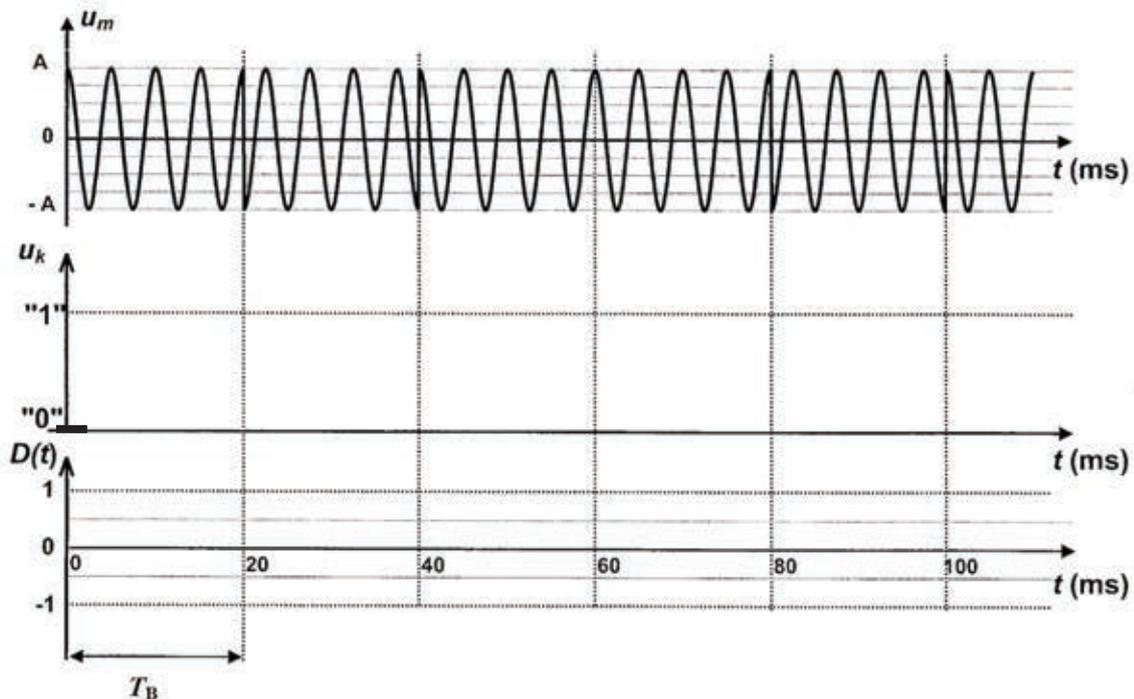
## Document réponse DR.1



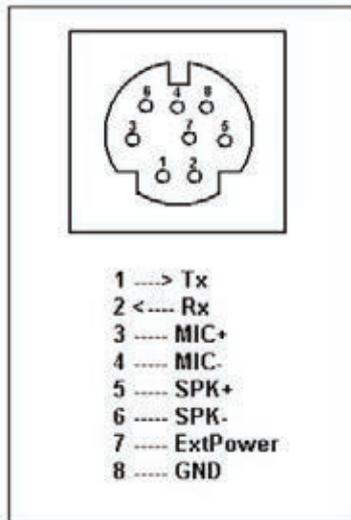
## Document réponse DR.2



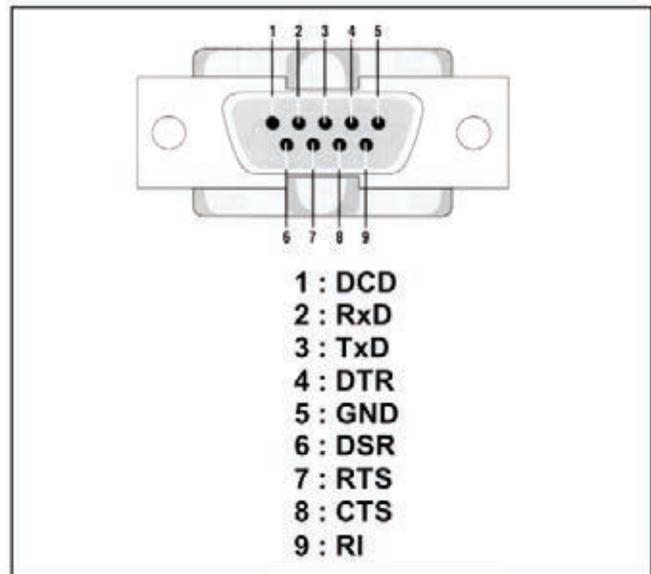
## Document réponse DR.3



## Document réponse DR.4

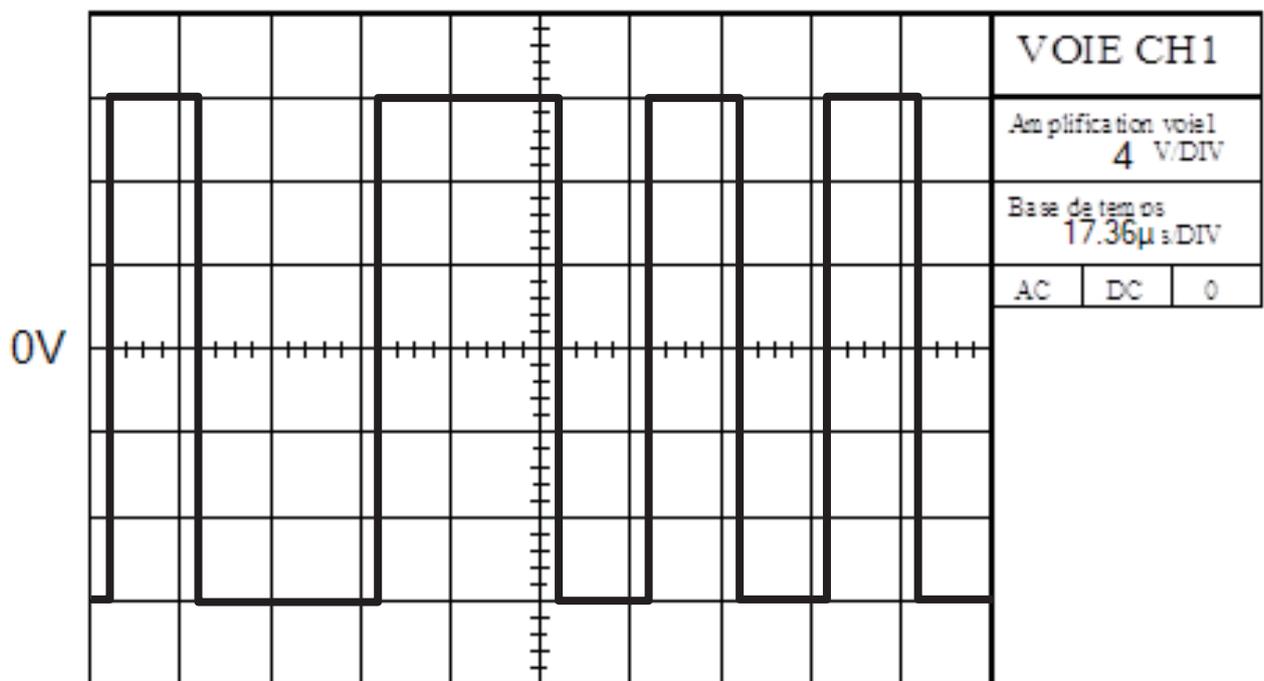


Connecteur Intellitrac



Fiche RS 232

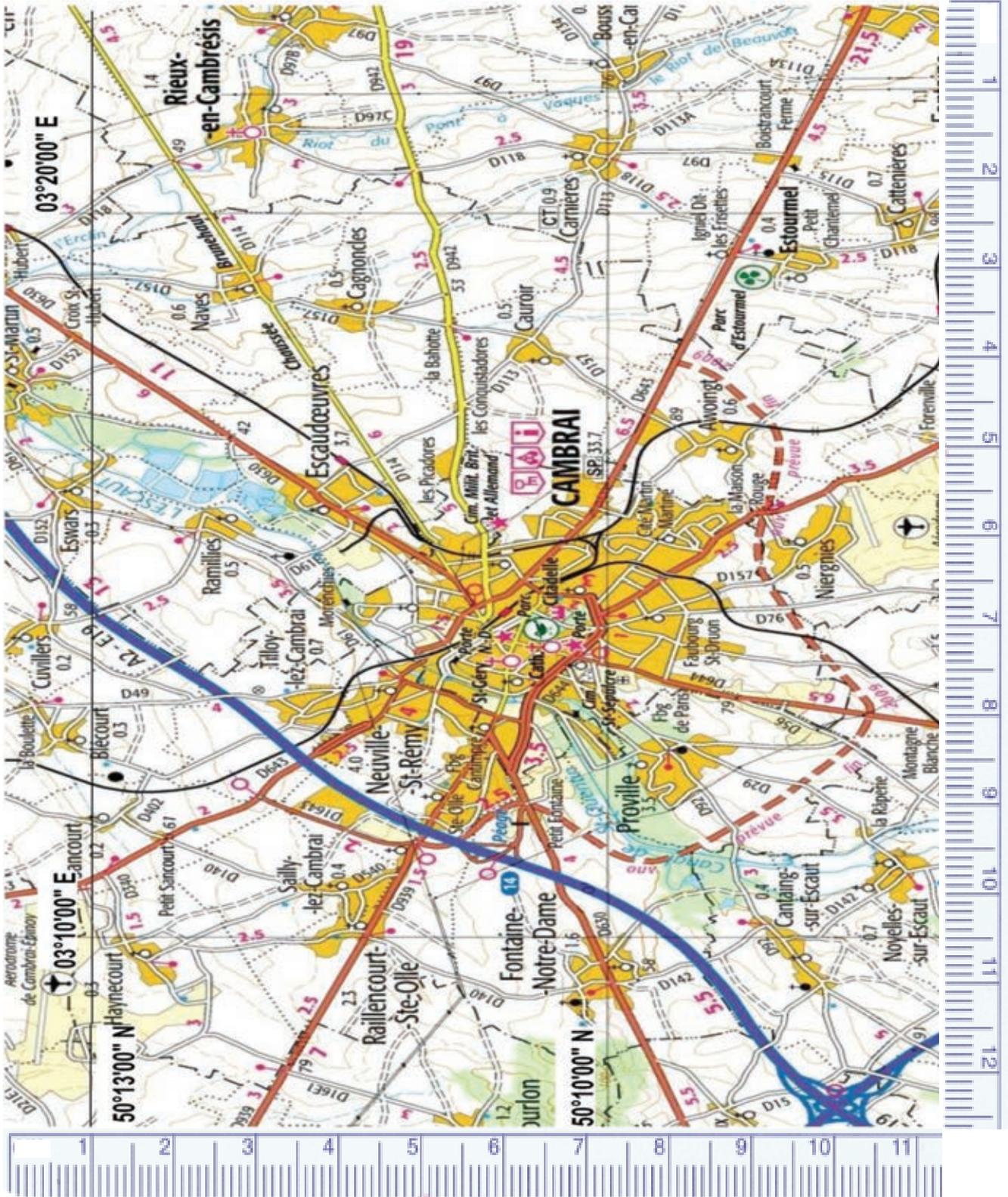
## Document réponse DR.5





**NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE**

# Document réponse DR.6



## Document réponse DR.7

| Désignation | Quantité | Référence |
|-------------|----------|-----------|
|             |          |           |
|             |          |           |
|             |          |           |
|             |          |           |