



# TRANSMISSION DE DONNEES

## Protocoles de transmission et trames

Chapitre 15  
**EXERCICES**  
Feuille n°1

### Exercice 1 – Tapis de course interactif (Bac SI 2008) :



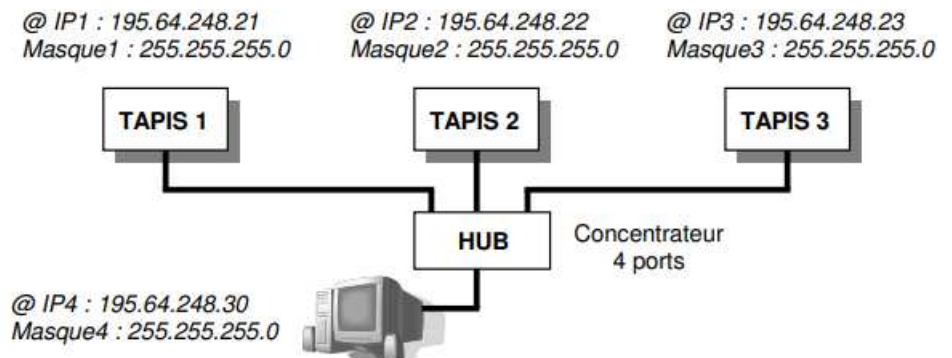
Le tapis de course PF790 Interactif de la société PRO-FORM (voir figure ci-contre) est un système complet de fitness à domicile. Il permet de courir quand à l'extérieur les conditions atmosphériques sont particulièrement difficiles, quand on a peu de temps à disposition ou plus simplement quand on en a envie.

Il intègre des programmes d'entraînements spécifiques :

- 6 programmes préenregistrés simulant des profils de courses différents ;
- 4 programmes de contrôle de la fréquence cardiaque ;
- 2 programmes personnalisables (vitesse du tapis et inclinaison) ;
- 1 programme de test de forme.

Les salles de sport qui possèdent des tapis de course souhaitent proposer un nouveau service à leurs clients en leur donnant la possibilité de suivre l'évolution de leurs performances. Lors de l'entraînement, certains paramètres de course comme la vitesse, l'inclinaison du tapis ainsi que la fréquence cardiaque devront être collectés par un ordinateur afin d'être consultés ultérieurement. Pour répondre à ce nouveau besoin, le fabricant envisage de faire évoluer ses tapis en les rendant compatibles avec un réseau local de type ETHERNET.

L'objectif de cette partie est de valider les choix d'une pré-étude concernant l'échange de données entre plusieurs tapis et un ordinateur en réseau.



Q1- **Déterminer** quelle classe d'adressage (A, B ou C) utilise ce réseau. Justifier la réponse.

Q2- A l'aide des adresses IP machines (notées @ IP) et des masques de sous-réseau, **indiquer** l'identifiant réseau de chaque tapis et de l'ordinateur.

Q3- **Conclure** quant à la possibilité d'échange de données entre les tapis de course et l'ordinateur.

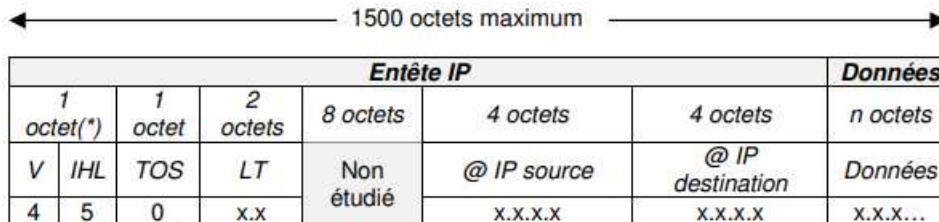


# TRANSMISSION DE DONNEES

## Protocoles de transmission et trames

Le protocole de communication choisi pour l'envoi de données est l'IPv4. Le format des trames IP (ou datagrammes IP) qui circuleront sur le réseau est détaillé ci-dessous.

### Format du datagramme d'un protocole IPv4



(\*) décomposé en 2 demi-octets

- V : Numéro de version du protocole IP
- IHL : Longueur de l'entête (nombre de mots de 32 bits)
- TOS : Type de service (ici routine, débit normal, niveau fiabilité normal et coût faible)
- LT : Longueur totale du datagramme (entête + données) en nombre d'octets  
Si cette valeur est inférieure à 256, alors LT est de la forme 0.X

Pour notre application le champ des données sera composé de 3 octets, chacun représentant un paramètre de course :

Octet n°1	Octet n°2	Octet n°3
Fréquence cardiaque en battements/min	Inclinaison fois 10 en %	Vitesse fois 10 en Km/h

Sachant que les valeurs maximales des paramètres de course sont :

- Fréquence cardiaque : 220 battements/min (précision : 1bat/min) ;
- Inclinaison : 14% (précision 0,1%) ;
- Vitesse : 19 km/h (précision 0,1 km/h).

**Q4- Justifier** le codage de chaque paramètre sur 1 octet.

**Q5- Déterminer** le datagramme IP qu'enverra le tapis 2 à l'ordinateur en notation décimale pointée. **Présenter** la réponse sous cette forme : 

4	5	0	x.x		x.x.x.x	x.x.x.x	x.x.x
---	---	---	-----	--	---------	---------	-------

, où les "x" qui représentent des octets seront remplacées par les valeurs adéquates, pour les paramètres suivants :

- Fréquence cardiaque : 140 battements/min ;
- Inclinaison : 5,5% ;
- Vitesse : 12,2 Km/h.

**Q6- Expliquer** pour quelle raison les valeurs de l'inclinaison et de la vitesse doivent être multipliées par 10 avant d'être envoyées à l'ordinateur.

**Q7- Indiquer** si la configuration en réseau proposée ci-dessus permet de gérer une course virtuelle. Argumenter la réponse.

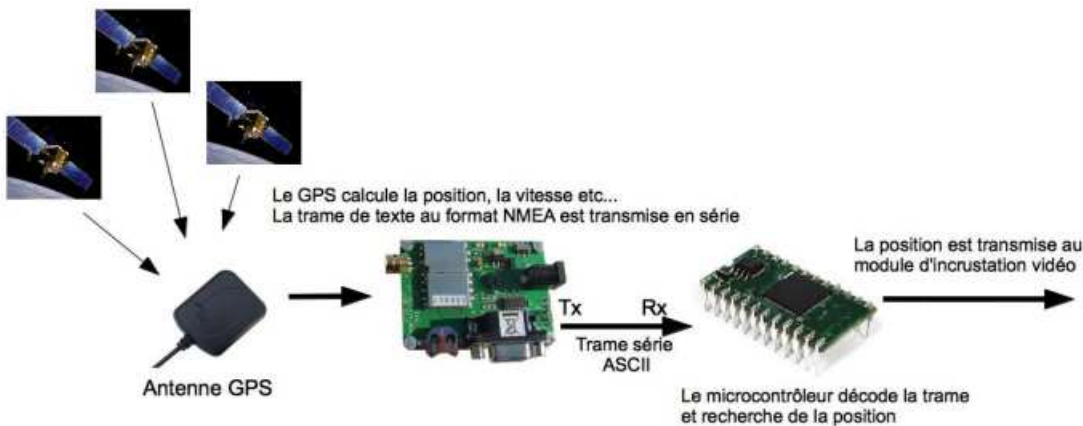
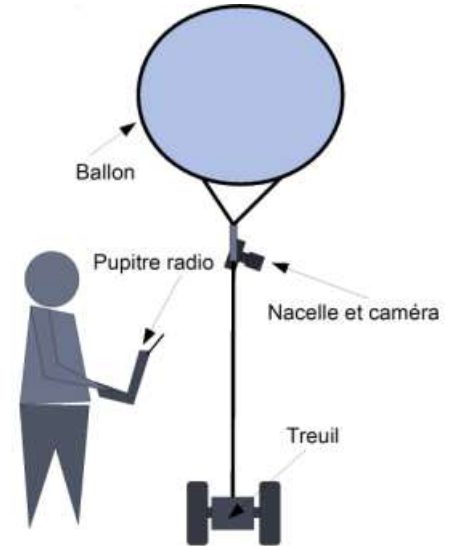


### Exercice 2 – Ballon captif (Bac SI 2013) :

La thermographie infrarouge est un outil de diagnostic permettant de détecter des variations thermiques locales et des déperditions de chaleur (ensemble des fuites calorifiques) sur des bâtiments publics ou privés.

La thermographie par ballon captif (ballon relié au sol par un câble) permet de cibler plus précisément un bâtiment. Elle présente l'avantage de réduire les délais d'intervention, de simplifier les démarches administratives, et elle est sans danger pour les personnes présentes sur la zone d'intervention.

Un ballon gonflé à l'hélium transporte une caméra thermique fixée sur une nacelle. L'ensemble est piloté depuis le sol par un système de radiocommande. Les images sont visualisées en temps réel depuis le sol sur un écran de contrôle grâce à un système de transmission vidéo.



En montagne, il est plus difficile d'identifier précisément les lieux de prises de vue que dans la ville, dans laquelle chaque rue porte un nom et chaque bâtiment un numéro. Un point GPS est donc nécessairement associé à chaque prise de vue.

La chaîne d'acquisition du GPS est donnée ci-dessus :

Pour recevoir la trame série codée en ASCII avec le microcontrôleur, il faut, dans un premier temps, configurer cette liaison. L'instruction OPENCOM, décrite ci-dessous, permet d'ouvrir et de configurer le port série.

OPENCOM canal, debit, protocole, recvsiz, sendsizcanal :

- *canal RS232*, de 0 à 3 suivant type de circuit ;
- *debit*, en bits/s (ou bauds dans le cas d'une liaison série RS232) ;
- *protocole*, détaillé dans le tableau ci-dessous ;
- *recvsiz*, taille du buffer de réception ;
- *sendsizcanal*, taille du buffer d'émission.

On vous donne, ci-après, un exemple de configuration pour le canal 1 avec un débit de 9600 bits/s, des mots de 8 bits, une parité paire, 2 bits de stop et des buffers de 20 et 50 octets respectivement en réception et en émission.

```
OPENCOM 1,9600,23,20,50
```



Chacun des bits de l'octet protocole a la signification suivante :

- le bit de poids faible bit0 et le bit1 déterminent la taille des mots ;
- le bit2 détermine le nombre de bits de stop ;
- le bit3 et le bit4 déterminent la parité ;
- les bits 7, 6 et 5 sont inutilisés. On les place à 0.

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
			Parité		Stop Bit	Bit	# of Bits
			0	0 = Aucune	0=1 bit de Stop	0	0 = 5 bits
			0	1 = Reservé	1=2 bit de Stop	0	1 = 6 bits
			1	0 = Pair		1	0 = 7 bits
			1	1 = Impair		1	1 = 8 bits

Dans notre système de ballon captif, les choix ont été les suivants :

Les données présentes en sortie du module GPS sont transmises sur le canal 1 du microcontrôleur au format de 8 bits, avec un débit de 4 800 bits/s, un bit de stop et sans contrôle de parité. Le buffer de réception (mémoire tampon) est fixé à 50 octets et celui d'émission à 0.

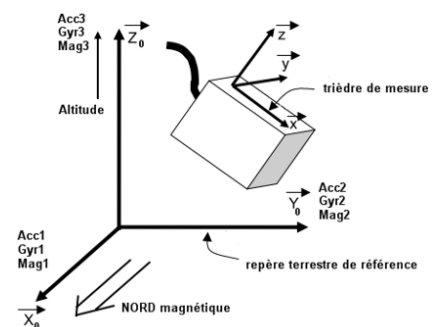
**Q1- Déterminer** l'ensemble des paramètres à passer à l'instruction OPENCOM.

### Exercice 3 – AUV, Autonomous Underwater Véhicule (bac SI 2013) :

Les AUV sont des sous-marins autonome utilisés pour des missions sous-marines (mission d'inspection, de surveillance de câbles sous-marins difficilement réalisable par un plongeur).

Ces engins sont autonomes, mais renvoient régulièrement un signal acoustique au bateau suiveur.

**Le contrôle du positionnement** de l'engin est réalisé à l'aide d'une centrale inertielle de type XSENS MTx-28 A53 G25 à technologie MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems) donnant des informations de position à l'aide de 9 capteurs : 3 accéléromètres (accélération linéaire), 3 gyromètres (vitesse angulaire), 3 magnétomètres (intensité du champ magnétique terrestre) répartis sur les trois axes d'un trièdre de mesure 3D. À tout moment, le système est capable de comparer son positionnement par rapport au tracé du chemin de câble stocké dans l'unité centrale. Les différentes informations en provenance des capteurs sont mesurées par rapport au trièdre relatif à la plateforme sur laquelle repose le dispositif (voir figure ci-contre).



Pour utiliser les informations, il est nécessaire de les convertir dans un trièdre de référence ; il faut donc effectuer un changement de repère, ce que réalise la centrale MTx-28 A53 G25.

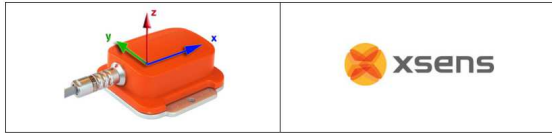
La sortie des données se fait sous forme d'un tableau comportant 3 paramètres pour l'accélération, 3 paramètres pour la giration et 3 paramètres pour l'intensité du champ magnétique terrestre. Les données du tableau sont transmises via une liaison de type série asynchrone à la carte unité centrale qui calcule alors la position de l'AUV. Une trame de données est transmise à intervalles réguliers au bateau suiveur pour vérification de la position et du bon fonctionnement de la centrale inertielle.



# TRANSMISSION DE DONNEES

## Protocoles de transmission et trames

La configuration choisie par l'utilisateur est une sortie calibrée (de type appelé « matrice de rotation » - voir ci-après) avec horodatage des données (Time Stamp).



### Structure d'un message de données :

Les messages de données standards peuvent contenir de 0 à 254 octets (bytes) de données. Les champs composant le message sont les suivants :

PRE	BID	MID	LEN	DATA	CS
-----	-----	-----	-----	------	----

Champ	Taille (en octets)	Description
PRE	1	Préambule de valeur 0xFA <sup>1</sup> (PREamble)
BID	1	Identificateur de bus de valeur 0xFF (Bus IDentifier)
MID	1	Identification du type de message (à définir) (Message IDentifier)
LEN	1	Nombre d'octets des données (à définir) (LENGht of data)
DATA	0 - 254	Octets de données
CS	1	Vérification du message (CheckSum)

Format des données de sortie : l'octet TS (Time Stamp) est optionnel.

Type de sortie	Valeur MID	Nombre d'octets	format
Quaternion	0x32	16 + (1)	
Euler	0x32	12 + (1)	
Matrice rotation	0x32	36 + (1)	<p>accéléromètre    gyromètre    magnétomètre</p>

Chaque champ est codé sur 4 octets.

<sup>1</sup> 0xFA est l'écriture hexadécimale de la valeur décimale 250



# TRANSMISSION DE DONNEES

## Protocoles de transmission et trames

Chapitre 15  
EXERCICES  
Feuille n°1

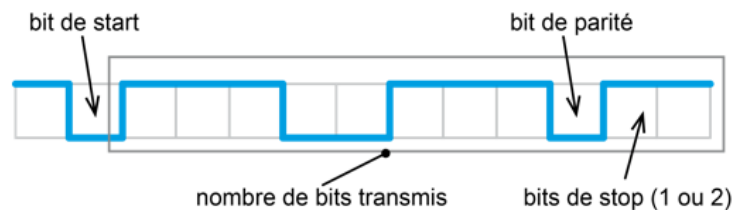
Q1- En se référant à la documentation de la centrale XSENS (ci-dessus), **donner** les valeurs hexadécimales des champs PRE, BID, MID.

**Calculer** le nombre d'octets nécessaire à la transmission des informations des 9 capteurs. À partir de ce nombre, et en considérant l'ajout de l'octet TS, **donner**, en hexadécimal, la valeur de LEN.

**Calculer** alors le nombre d'octets (byte, en anglais)  $N_{\text{octets}}$  nécessaire à la transmission de ce message.

Une trame de données, via un modem acoustique, est transmise tous les 250 mètres au bateau suiveur pour vérification de la position et du bon fonctionnement de la centrale inertielle. La liaison *modem acoustique/bateau suiveur* possède les caractéristiques suivantes :

Réglages	Valeurs
Vitesse de transmission (bit/s ou bps)	2400
Format des données (bit)	8
Bit de parité	sans
Bits de stop	2
Contrôle de flux	sans



Q2 En se référant au nombre d'octets déterminé à la question précédente, aux caractéristiques de vitesse  $v_{\text{trans}}$  du modem acoustique (tableau de caractéristiques relatif au format d'une liaison série figures ci-dessus), en considérant que la célérité du son  $c_{\text{son}}$  dans l'eau est de  $1500 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , **estimer** la durée  $t_{\text{trans}}$  de la transmission d'une trame de données de positionnement vers le bateau suiveur s'il est situé à une distance  $d$  égale à 500 m.

Indication du prof (non fournie dans le sujet) :

- 1- Calculer le nombre de bits transmis pour la totalité des octets en fonction des caractéristiques de la liaison série)
- 2- En déduire la durée pour transmettre la trame totale ( $t_{\text{tram}}$ )
- 3- Cette trame est véhiculée par l'eau, déterminer le temps mis pour qu'elle atteigne le bateau ( $t_{\text{bat}}$ )
- 4- En déduire le temps entre le début d'émission de la trame (par le sous-marin) et la réception totale de la trame par le bateau ( $t_{\text{trans}}$ ).

Q3- **En déduire** le nombre de trames pouvant être transmises par seconde.

**Justifier** le fait que le contrôle de positionnement ne peut se faire qu'à partir de l'unité centrale embarquée dans l'engin sous-marin.

Donnée pouvant être importante, le sous-marin se déplace à  $2 \text{ m/s}$ .