1. **LE SYNOPTIQUE DETAILLE D’UNE CHAÎNE D’INFORMATION**
2. En considérant que le système auquel est intégré cette chaîne d’information est constitué d’un groupe de musiciens se produisant dans une salle de concert, indiquer à quoi correspondent les **informations à traiter**, les **informations de commande**, les **informations traitées** ainsi que, le cas échéant, les **données échangées**.

*Informations à traiter : la voix des chanteurs + le son des instruments de musique.*

*Informations de commande : les réglages individuels de volume sonore que chaque musicien peut apporter à son instrument, mais aussi et surtout, dans les gros concerts, tous les effets sonores et visuels qu’apporte l’opérateur responsable des effets sonores et scénographiques.*

*Informations traitées : le son dans les enceintes et tous les effets visuels.*

1. Même question pour un système correspondant à :

* une voiture (en fonctionnement normal ainsi qu’en phase de diagnostic/maintenance),
* un dispositif d’alimentation constitué de panneaux photovoltaïques auto-orientables,
* un dispositif de monitoring de patient en salle de soins intensifs.

*L’exemple des cellules photovoltaïques est simple, et pour ce qui concerne les deux autres exemples, il y a tant à dire qu’on peut supposer qu’ils feront l’objet de discussions enrichissantes, de la part des élèves, pour peu qu’on trouve parmi eux, des fans d’automobile et des amateurs de séries télévisées se déroulant en milieu hospitalier.*

1. Indiquer la différence entre une tension **logique VL** et une tension **analogique VA**.

*→Voir cours*

1. Indiquer le nom que l’on donne au composant réalisant une fonction « **Conversion d’une information en un signal électrique** ».

→*Voir cours*

1. Dans quel cas est-il nécessaire, lorsqu’on souhaite acquérir une information portée par une tension logique, d’insérer une fonction « **Adaptation de niveaux logiques** » ?

→*Voir cours*

1. Pour quelle raison doit-on intégrer une fonction « **Conversion analogique numérique** », lorsqu’on souhaite acquérir une information portée par une ***tension analogique*** ?

→*Voir cours*

1. Pour quelle raison doit-on faire précéder une fonction « **Conversion analogique numérique** » par une fonction « **Echantillonnage Blocage** » ?

→*Voir cours*

1. Pour quelle raison doit-on faire précéder une fonction « **Echantillonnage Blocage** » par une fonction « **Filtrage** » ?

→*Voir cours*

1. Dans quel cas est-il nécessaire, lorsqu’on souhaite acquérir une information portée par une **tension analogique**, d’insérer une fonction « **Adaptation de tension** » ?

→*Voir cours*

1. Indiquer, pour chacun des 4 systèmes envisagés aux questions 1. et 2., le nom des **capteurs** permettant d’acquérir les informations d’entrée (***à traiter*** ou ***de commande***) que vous avez citées.

→*Certains capteurs ont des appellations « grand public » connues (ex microphone), d’autres pas (capteur d’humidité commandant automatiquement la mise en route d’essuie-glaces, par exemple).*

1. **LA FONCTION CONVERSION ANALOGIQUE NUMERIQUE**
2. Indiquer ce que signifient les acronymes « **CAN** » et « **ADC** » (le cas échéant, rechercher la définition du terme acronyme …).

→ *Voir cours*

1. Indiquer ce qui différencie un CAN **unipolaire** d’un CAN **bipolaire**.

→ *Voir cours*

1. Préciser la **nature** et l’**unité** de la grandeur d’entrée d’un CAN. Préciser à quel corps appartiennent les valeurs associées à ces grandeurs (corps des entiers naturels , corps des entiers relatifs ou corps des réels ).

→ *Voir cours*

1. Préciser la **nature** et l’**unité** de la grandeur de sortie d’un CAN. Préciser à quel corps appartiennent les valeurs associées à ces grandeurs (corps des entiers naturels , corps des entiers relatifs ou corps des réels ).

→ *Voir cours*

1. En prenant en compte les réponses apportées aux 2 questions précédentes, justifier la raison pour laquelle à une valeur de la grandeur de sortie, correspond une infinité de valeurs de la grandeur d’entrée. Justifier alors la raison pour laquelle on ne peut pas dire d’un CAN, qu’il présente un **fonctionnement linéaire**.

→ *Voir cours*

1. Peut-on appliquer en entrée de CAN n’importe quelle valeur de tension Ve (est-ce qu’on peut, par exemple, appliquer 100 V en entrée de CAN ?) ? Si tel n’est pas le cas, par quel moyen va-t-on préciser au CAN l’**excursion de tension** d’entrée (Vemax–Vemin) à laquelle il sera soumis ?

→ *Voir cours*

1. Préciser à quoi correspond le paramètre « **nombre de bits** » d’un CAN, que l’on désigne également par le terme anglo-saxon « **resolution** ».

→ *Voir cours*

1. Préciser à quoi correspond le paramètre « **quantum de conversion q** » d’un CAN, et indiquer la terminologie anglo-saxonne associée au quantum q.

→ *Voir cours*

1. Préciser l’**excursion de la tension d’entrée Ve**, le nombre de valeurs distinctes que pourra prendre la grandeur de sortie Ns, ainsi quele **quantum de conversion q**.

→*Ve pourra varier entre 0V et 5V, Ns pouvant prendre 212 = 4096 valeurs distinctes. Le quantum q est égal à 5/212, soit 1,22 mV.*

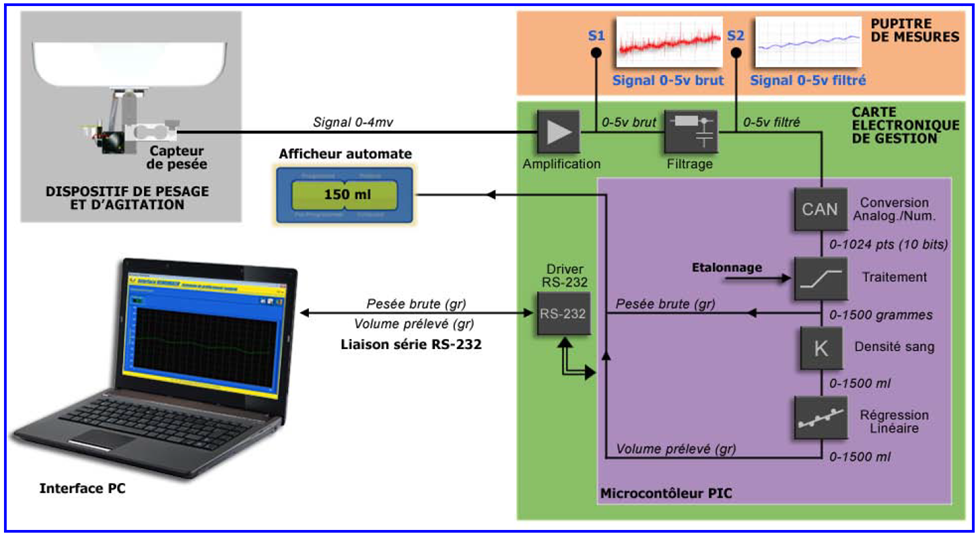
1. Compléter la caractéristique de transfert (document réponse 1), en indiquant la valeur des 3 avant-dernières graduations de l’axe des abscisses, ainsi que la valeur numérique de l’avant-dernière graduation de l’axe des ordonnées, et préciser quelle sera la valeur de Ns pour une tension Ve de 3,257 V.



*Ve/q = 3,257x(212/5) = 2 668,1.*

*Donc* ***Ns = 2 668****.*

1. **LE DOSSIER TECHNIQUE DE L’AUTOMATE DE PRELEVEMENT SANGUIN HEMO-MIXER**
2. ***Le synoptique de la chaîne d’information de l’Hemo-Mixer***
3. Localiser sur le document réponse 2, en référence à l’organisation fonctionnelle d’une chaîne d’information proposée en page 1 du présent document, les fonctions « ***Acquérir – Conditionner*** », « ***Traiter- Sauvegarder*** », « ***Restituer*** » et « ***Communiquer*** ».



**« Traiter – Sauvegarder »**

**« Restituer »**

**« Communiquer »**

**« Acquérir-Conditionner »**

***A.1. La fonction « Acquérir – Conditionner » de la chaîne d’information de l’Hemo-Mixer***

***A1.1. La fonction chargée d’acquérir l’information de volume sanguin prélevé***

1. Le capteur mis en œuvre est-il un capteur de volume ? Et si tel n’est pas le cas, indiquer la nature du paramètre physique auquel il est sensible. Expliquer alors comment, à partir de la mesure de ce paramètre physique, il sera possible d’en déduire le volume sanguin prélevé ?

*Il ne s’agit pas d’un capteur de volume, mais d’un capteur sensible à la masse d’un objet, donc un capteur permettant de mesurer une masse.*

*Si l’on connait la masse m du volume sanguin prélevé, ainsi que la masse volumique ρ du sang, on pourra calculer le volume sanguin vol, par la relation vol = m/ρ, avec vol en m3, m en kg et ρ en kg/m3.*

1. Calculer Vscap lorsque le capteur est alimenté sous une tension d’1 V et qu’il est soumis à une charge de masse 2,5 kg.

*Vscap = 2x(2,5/4) =* ***1,25 mV****.*

1. Calculer Vscap lorsque le capteur est alimenté sous une tension de 6 V et qu’il est soumis à une charge de masse 4 kg.

*Vscap = 2x6 =* ***12 mV****.*

1. Calculer Vscap lorsque le capteur est alimenté sous une tension de 3 V et qu’il est soumis à une charge de masse 2 kg.

*Vscap = 2x3x(2/4) =* ***3 mV****.*

1. Calculer la valeur du coefficient **K = Vscap/m** lorsque le capteur est alimenté sous 5V.

*K = (2x5)/4, soit* ***K = 2,5 mV/kg****.*

1. Quelle tension d’alimentation choisirait-on si l’on voulait obtenir, avec ce capteur, un coefficient K égal à **5 mV/kg**?

*On choisirait Val = 5x(4/2) =* ***10 V****.*

1. Relever dans le dossier technique, la tension d’alimentation du capteur de pesée, et justifier alors la raison pour laquelle, sur le synoptique proposé page 25 du dossier, est mentionnée, entre le capteur de pesée et le bloc amplification, l’indication « **Signal jauge 0–4mV** ».

*Pour une tension d’alimentation Val de 8V, on obtient une sensibilité de 16 mV/V. Sachant que la masse de sang prélevé n’excède pas 1 Kg, on en déduit qu’effectivement, Vscap variera entre 0V et 4 mV.*

1. Préciser la nature (analogique ou logique) de la tension Vscap, pendant la phase de prélèvement sanguin. Rayer alors, sur le document réponse 3, la partie de synoptique sans rapport avec la chaîne d’information de l’Hemo-Mixer, puis indiquer sur cette dernière, où se situent le capteur de pesée ainsi que la tension Vscap.

*La tension Vscap est de nature analogique, par conséquent, après avoir rayé la partie de synoptique consacrée au traitement d’une tension logique, on obtient le synoptique proposé page suivante :*

****

**Capteur**

**Vscap**

***A.1.2. Les fonctions chargées de conditionner la tension Vscap***

1. Indiquer, sur le document réponse 3, où se situe la fonction « **amplification** » mentionnée sur le synoptique de la chaîne d’information de l’Hemo-Mixer proposé page 25 du dossier. Rappeler, à l’aide du cours «***Ch3. Synoptique détaillé de la chaîne d’information***», la raison de la présence de cette fonction.

****

**Amplification**

**Capteur**

**Vscap**

*Le Convertisseur Numérique Analogique est prévu pour fonctionner avec une tension d’entrée Ve variant entre 0 V et 5V (voir synoptique DR2), et si l’on veut utiliser toute cette plage de variation afin d’augmenter la précision de la chaîne d’information, il faut faire coïncider la plage de variation de V2A avec celle de Ve\_CAN = V4A. Selon les cas, la tension V1A devra être amplifiée ou atténuée, et la fonction générique « Adaptation de tension » sera alors plus précisément désignée par les termes « Amplification de tension » ou « Atténuation de tension ».*

1. Indiquer, sur le document réponse 3, où se situe la fonction « **filtrage** » mentionnée sur le synoptique proposé page 25 du dossier. Rappeler, à l’aide du cours «***Ch3. Synoptique détaillé de la chaîne d’information***», la raison de la présence de cette fonction.

****

**Filtrage**

**Amplification**

**Capteur**

**Vscap**

*La tension Vscap = V1A issue du capteur est entachée de bruit (tensions parasites de composantes spectrales élevées) qui se superpose au signal utile (la tension dont l’amplitude est proportionnelle à la masse mesurée). Ces tensions parasites indésirables doivent être filtrées (éliminées), de façon que les nombres Ns délivrés par la sortie du CAN ne soient significatifs que de la masse mesurée.*

1. Indiquer, sur le document réponse 3, où se situe la fonction « **Conversion Analog/Num.** » mentionnée sur le synoptique proposé page 25 du dossier. Rappeler, à l’aide du cours «***Ch3. Synoptique détaillé de la chaîne d’information***», la raison de la présence de cette fonction.

****

**Conversion**

**Analog.Num.**

**Filtrage**

**Amplification**

**Capteur**

**Vscap**

*La fonction « Traiter – Sauvegarder » à laquelle la fonction « Acquérir – Conditionner » est connectée, est réalisée à l’aide de composants de technologie numérique (ici, un µC PIC) ne pouvant traiter que des nombres. Il est donc indispensable de convertir l’information à traiter (ici, la masse) en nombres, c’est-à-dire en données numériques.*

1. A partir des indications portées sur le synoptique de la page 25 en entrée de CAN (**0 -5V filtré**) et en sortie de CAN (**0 – 1024 pts**), et en vous référant au cours «***Ch6. Les convertisseurs A/N & N/A***», citer les principales caractéristiques du convertisseur analogique numérique intégré à la chaîne d’information de l’Hemo-Mixer.

*La tension d’entrée du CAN (0-5V filtré) n’est que positive : il s’agit donc d’un CAN unipolaire.*

*Le nombre de sortie semble varier entre 0 et 1024, ce qui permet d’affirmer que le CAN présente une résolution de 10 bits (on notera quand même que contrairement à ce qu’affirme le constructeur, le nombre de sortie, qui effectivement pourra prendre 210 = 1024 valeurs distinctes, ne pourra varier qu’entre 0 et 1023).*

*On conclura en calculant le quantum de conversion q : q = 5/210 =* ***4,88 mV****.*

***A.2. La fonction « Traiter – Sauvegarder » de la chaîne d’information de l’Hemo-Mixer***

***A.3. La fonction « Restituer » de la chaîne d’information de l’Hemo-Mixer***

1. Préciser la nature (sonore ou visuelle) de l’information traitée.

*Information visuelle, évidemment (le volume sanguin en cours de prélèvement).*

***A.4. La fonction « Communiquer » de la chaîne d’information de l’Hemo-Mixer***

1. Indiquer les éléments du dossier permettant d’affirmer que la chaîne d’information de l’Hemo-Mixer est équipée d’une fonction « ***Communiquer*** ».

*Le PC permet de visualiser l’évolution temporelle (les courbes proposées page 35 du dossier, et non de simples valeurs numériques telles que l’afficheur est capable de délivrer) de la masse de sang prélevé, ainsi que du volume sanguin associé : le PC ne constitue ici qu’un moyen de visualisation des paramètres plus complet que l’afficheur, et participe donc à la réalisation de la fonction « Restituer ».*

*En revanche, on nous explique, page 55, que le PC permet d’effectuer l’étalonnage de l’Hemo-Mixer, et dans ce cas précis, le PC devient un outil de configuration, qui dialogue avec la fonction « Traiter – Sauvegarder », via la fonction « Communiquer » (réalisée ici par le « driver RS232 »).*

*Dans le 1er cas, le PC ne constitue qu’un outil pédagogique (pour les profs et les élèves, par pour l’infirmière qui ne met jamais en œuvre ce PC), alors que dans le 2ème cas, il est utilisé par les techniciens chargés d’effectuer la maintenance de l’Hemo-Mixer.*

***B. L’interprétation des différents signaux électriques proposés dans le dossier technique***

1. Représenter sur le document réponse 4, l’évolution de la tension **Ve\_CAN(t)**.



1. Justifier les appellations données à ces 5 signaux, puis indiquer, sur le document réponse 2, à quel endroit du synoptique de l’Hemo-Mixer ils ont été prélevés.

**Vscapamp(t)** : *il s’agit du signal brut (noté S1 sur le synoptique de la page 25 du dossier) prélevé en sortie de la fonction amplification, d’où l’appellation Vscapamp(t) choisie.*

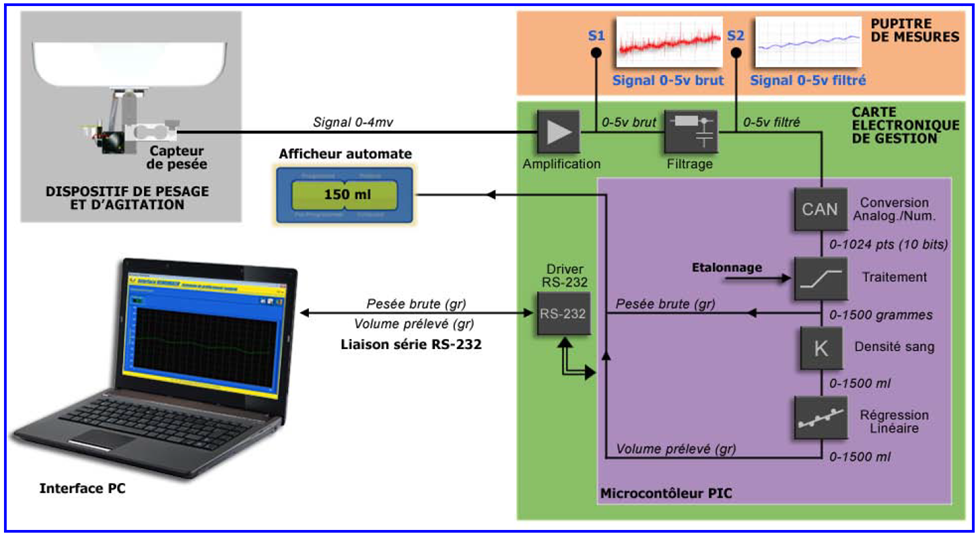
**Vscapampfilt(t)** : *il s’agit du même signal que précédemment, mais débarrassé du bruit, donc filtré.*

**Ns(t)** : *il s’agit des valeurs numériques successives obtenues « après conv. Numérique », donc des valeurs de Ns successives.*

**m(t)** : *il s’agit de l’évolution temporelle de la masse de sang prélevé, d’où l’appellation.*

**vol(t)** : *ils’agit de l’évolution temporelle du volume sanguin prélevé, d’où l’appellation.*

*Localisation des 5 signaux sur le synoptique : voir page suivante.*



***Ns(t)***

***vol(t)***

***vol(t)***

***m(t)***

***Vscapampfilt(t)***

***Vscapamp(t)***

**« Traiter – Sauvegarder »**

**« Restituer »**

**« Communiquer »**

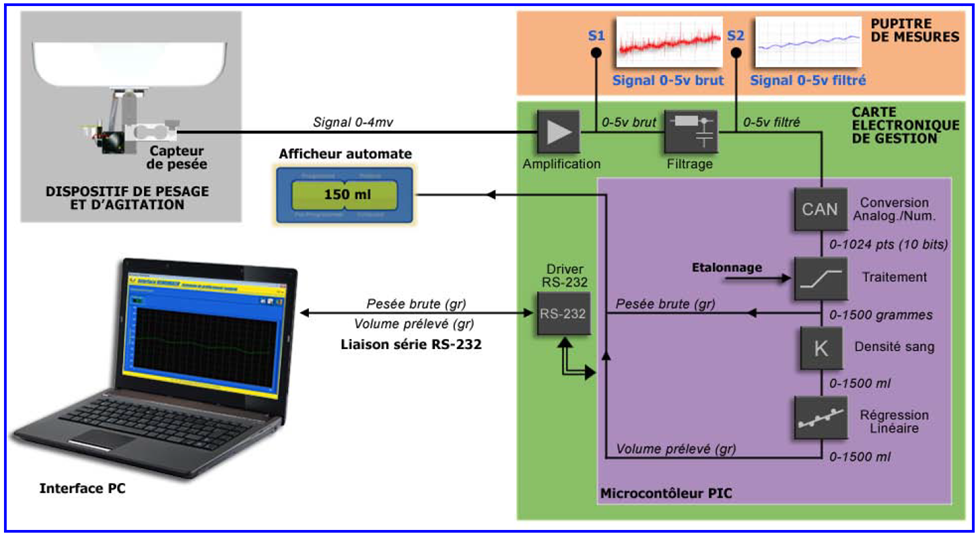
**« Acquérir-Conditionner »**

1. Indiquer la grandeur (masse, accélération, pression …) et l’unité (kg, m.s-2, Pa, …) associées à chacun des 5 signaux.

*Les tensions* ***Vscapamp(t)*** *et* ***Vscapampfilt(t)*** *s’expriment en V,* ***Ns(t)*** *est une grandeur sans unités, et* ***m(t)*** et ***vol(t)*** *s’expriment respectivement en kg et en m3.*

*On notera, page 26 du dossier, que les grandeurs des 2 derniers graphes, de faible valeurs, s’expriment directement en grammes et en millilitres. Ces grandeurs correspondent, à un coefficient K près (que l’on va justement chercher à déterminer par la suite), aux valeurs numériques de* ***mµC(t)*** *et* ***volµC(t)*** *calculées par le µC.*

*C’est pourquoi on propose de compléter le synoptique comme suit :*



***VolµC(t)***

***mµC(t)***

***Ns(t)***

***vol(t)***

***vol(t)***

***m(t)***

***Vscapampfilt(t)***

***Vscapamp(t)***

**« Traiter – Sauvegarder »**

**« Restituer »**

**« Communiquer »**

**« Acquérir-Conditionner »**

***mµC(t)*** *et* ***volµC(t)*** *sont donc des grandeurs numériques sans unités, correspondant à des grandeurs de commande transmises à l’afficheur et au PC, et qui donneront naissance à l’affichage de la masse du sang prélevé* ***m(t)*** *en grammes, ainsi qu’à l’affichage du volume sanguin prélevé* ***vol(t)*** *en millilitres.*

1. Relever la durée d’observation de chacun de ces signaux.

*Les 5 signaux sont observés sur une durée de* ***40 secondes****.*

**Interprétation qualitative**

1. Comparer l’allure du signal **Vscapampfilt(t)** par rapport à celle du signal **Vscapamp(t)**.

*On constate que la tension* ***Vscapampfilt(t)*** *est débarrassée du bruit que l’on peut observer sur la tension****Vscapamp(t)*** *: le filtre a rempli son rôle.*

1. On constate que l’allure du signal **Vscapampfilt(t)** est différente de celle du signal **Ve\_CAN(t)** que vous avez prévu sur le document réponse 4, alors que ces signaux sont supposés être identiques. Expliquer le phénomène (indiqué dans le dossier technique) permettant de justifier cette différence.

*Le dossier technique de l’Hemo-Mixer indique, page 34, que pendant le prélèvement, la pesée du sang est perturbée par le mouvement du plateau, et plus précisément par le déplacement du liquide (anticoagulant + sang) contenu dans la poche. Le mouvement du plateau étant périodique, de période 6 secondes (page 23 : « la vitesse d’agitation est de 10 oscillations par minute »), le signal qui se superpose à la tension* ***Vscapampfilt(t)*** *est donc lui aussi périodique, de même période T = 6s.*

*Par ailleurs, le mécanisme d’agitation du plateau (bielle + biellette) imprime à ce dernier un mouvement oscillant, ce qui nous permet de justifier la raison pour laquelle le signal se superposant à la tension* ***Vscapampfilt(t)*** *est sinusoïdal, de période 6 s (ou de fréquence 1/6 de Hz).*

1. Justifier la raison pour laquelle les 4 signaux **Vscapamp(t)**, **Vscapampfilt(t)**, **Ns(t)** et **m(t)** ont même allure, alors que le signal **vol(t)** est différent (explication fournie dans le dossier technique). Justifier alors la raison pour laquelle le signal **vol(t)** ainsi que la tension **Ve\_CAN(t)** proposée sur le document réponse 4 ont même allure.

*Les signaux* ***Vscapamp(t)****,* ***Vscapampfilt(t)****,* ***Ns(t)****,* *et* ***m(t)*** *sont des signaux « bruts » ne faisant l’objet d’aucun traitement permettant d’annuler les effets de la perturbation liée au mouvement du plateau. En revanche, le signal vol(t) est « traité » (page 25 : « le volume de sang prélevé obtenu après traitement »).*

1. Justifier la raison pour laquelle l’instant t=0 ne correspond pas à l’instant de début de prélèvement sanguin.

*On constate qu’à l’instant t = 0 de visualisation, le volume sanguin prélevé est non nul (148 ml).*

**Interprétation quantitative**

1. Relever à l’instant t = 25 s, la valeur de chacun des 5 signaux.

*Aux imprécisions de lecture près :*

* ***Vscapamp(25)****:* *impossible à lire, car trop « bruité »*
* ***Vscapampfilt(25)*** *:* ***1,15 V***
* ***Ns(25)*** *:* ***234***
* ***m(25)*** *:* ***154 g***
* ***vol(25)*** : ***153 ml***

1. Relever puis justifier la relation entre **Ns(25)** et **Vscapampfilt(25)** (on se réfèrera, pour répondre à cette question, à la réponse apportée à la question 13).

*Connaissant la valeur du quantum de conversion q, on peut déterminer le résultat de conversion :* ***Ns(25)*** *= arrondi à la valeur entière de [****Vscapampfilt(25)****/q] = arrondi à la valeur entière de [1,15/(5/210)] soit* ***Ns(25)*** *=* ***236****. La valeur calculée est conforme à la valeur obtenue expérimentalement.*

1. Relever la relation existant entre **m(25)** et **vol(25)**. Cette relation est-elle cohérente avec les indications du dossier ?

*On constate que la valeur numérique* de ***m(25)*** *(154 g) est légèrement supérieure à celle de* ***vol(25)*** *(153 ml), ce qui est tout à fait cohérent puisque la masse volumique du sang est légèrement supérieure à 1 g/ml (1,0605 g/ml).*

1. Relever la relation existant entre **Ns(25)** et **m(25)**.

***m(25)*** *= K.****Ns(25)****, avec K = 154/234, soit* ***K = 658 µg****.*

1. Montrer, à titre de synthèse, que l’on peut écrire :

* **Ns(t) = valeur entière arrondie de [K1.Vscapampfilt(t)],** où l’expression littérale ainsi que la valeur numérique de **K1** sont à déterminer,
* **m(t) = K2.Ns(t)**, où la valeur numérique de **K2** est à préciser,
* **vol(t)** = **K3.Ns(t)**, où la valeur numérique de **K3** est à préciser.

*En supposant le système linéaire et fidèle, ce qui est vrai à l’instant t = 25 s est également vrai, quel que soit l’instant t considéré.*

*On pourra donc écrire :*

* ***Ns(t)*** *=* ***valeur entière arrondie de [K1.Vscapampfilt(t)]****, avec* ***K1 = 1/q = 204,8 V-1****.*
* ***m(t)*** *= K2.****Ns(t)****,avec* ***K2= 658 µg****.*
* ***vol(t)*** *= K3.****Ns(t)****, avec* ***K3 = 654 µl****.*

1. Préciser pour terminer, le débit de prélèvement sanguin correspondant à ces signaux.

*On relève approximativement, sur le dernier graphe de la page 26, une augmentation du volume sanguin prélevé de 5 ml sur une durée de 27,5 s, soit un débit de* ***182 µl/s*** *ou* ***10,9 ml/min****.*