

# Entraînement type brevet avec méthodologie.

## Situation problème:

Une étude menée par des responsables scientifiques de la Nasa a abouti à la conclusion que le cœur des astronautes s'arrondit quand ils font un long séjour dans l'espace, ce qui pourrait entraîner des problèmes cardiaques, révèle une étude dévoilée en Mars 2014.

"Le cœur ne fait pas autant d'effort dans l'espace, ce qui peut entraîner une perte de masse musculaire. Cela peut avoir de sérieuses conséquences après le retour des astronautes sur la Terre et nous cherchons des solutions, notamment des exercices pour prévenir ou bloquer ce phénomène", explique le Dr James Thomas, responsable scientifique à la Nasa de l'imagerie cardiaque et des ultrasons.

Selon lui, les exercices développés pour les astronautes pourraient aussi aider à maintenir la santé cardiaque de personnes sur Terre qui ont d'importants handicaps physiques les gardant immobilisés ou pour celles souffrant de défaillance cardiaque.

En effet, à leur retour à terre, les astronautes ont souvent des étourdissements ou s'évanouissent en raison d'une chute soudaine de la tension artérielle. Des problèmes d'arythmie ont également été observés durant des séjours dans l'espace et les radiations auxquelles sont exposés les astronautes pourraient aussi accélérer l'athérosclérose. Les séjours dans l'espace ne sont pas anodins pour la santé des astronautes.

Afin de maintenir la surveillance du rythme cardiaque, on peut équiper les astronautes en mission et de retour sur Terre d'un cardiofréquencemètre.

## Description de l'objet technique

Le cardiofréquencemètre permet de connaître à chaque instant le rythme cardiaque afin de ne pas dépasser sa fréquence cardiaque maximale ( $FCM = 220 - \text{âge}$ ). Il est généralement composé d'une ceinture thoracique associée à une montre.



Un capteur, constitué d'électrodes et situé dans la ceinture, détecte un changement de signal électrique émis par le cœur lors d'un battement. Le comptage de ces signaux est envoyé à la montre par transmission sans fil.

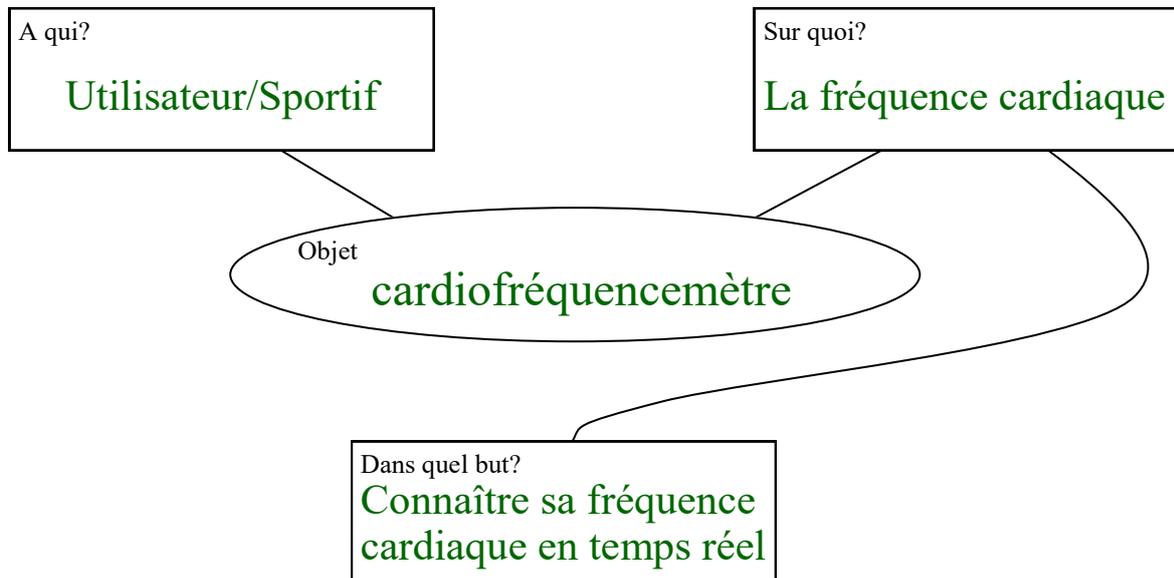
La montre affiche le résultat instantanément sur le cadran. La montre avertit le sportif lorsque son cœur dépasse la fréquence cardiaque maximale.

Aujourd'hui les cardiofréquencemètres peuvent être connectés par Bluetooth à un smartphone si la ceinture le permet. Une application de suivi aide à gérer les entraînements et à alerter les secours en cas d'anomalies.

# Partie 1: Etude du besoin et des différentes fonctions.

## Exercice 1:

A l'aide du texte de présentation, complétez le schéma suivant



## Exercice 2:

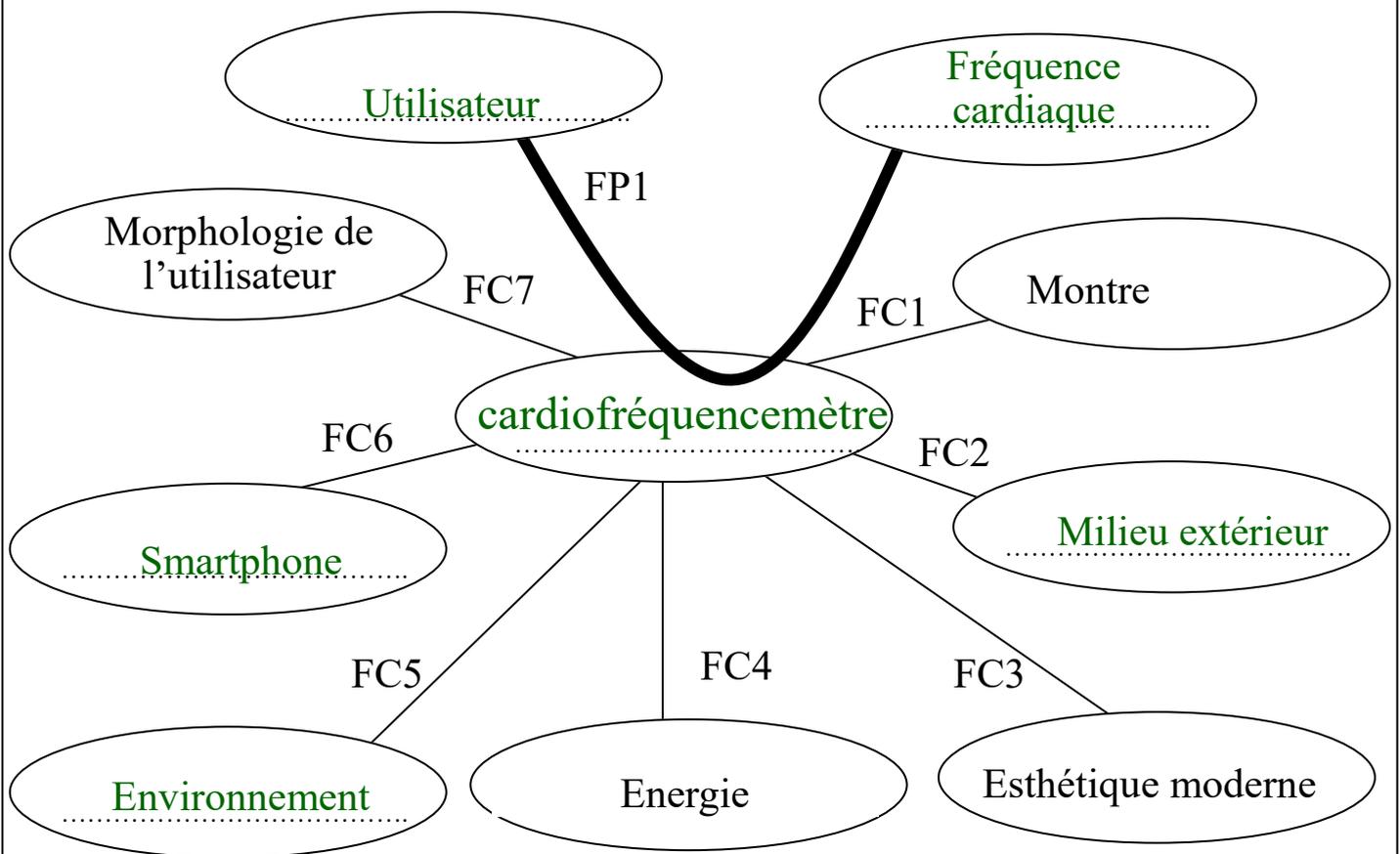
Pourquoi peut-on considérer le cardiofréquencemètre comme un objet connecté ?  
*Justifier la réponse en indiquant le moyen de connexion utilisé et la valeur ajoutée apportée par cette connexion*

Le cardiofréquencemètre s'il est connecté en BlueTooth au téléphone portable peut être considéré comme un objet connecté à condition que les données soit transmises sur le réseau Internet.

Cette connexion permet de pouvoir suivre les entraînements et d'alerter les secours en cas d'anomalies.

## Exercice 3:

A l'aide du texte de présentation, complétez les éléments suivant



	Fonctions techniques	Critère	Niveau
FP1	Mesurer la fréquence cardiaque de l'utilisateur.	Nombre de battements à la minute. Délai entre les mesures	Entre 15 et 240 + ou -3% Moins d'1s de délai entre 2 mesures
FC1	Être connecté à la montre	Mode de connexion Plage de fréquence. Distance maxi	Sans fil De 2 402 à 2 480 MHz Jusqu'à 20m
FC2	Résister au milieu extérieur.	Resistance aux infiltrations d'eau. Resistance aux températures. Resistance aux chocs Rigidité	100% étanche, De -10°C à + 50°C Forte résistance aux chocs Grande rigidité
FC3	Avoir une esthétique moderne	Matériau Couleur	Toucher agréable Couleurs vives, opaques
FC4	Etre autonome en énergie	Tension Dimensions/ Masse Rechargeabilité	3V (Pile lithium ) D.20mm; H.3,2mm; M.6g Non
FC5	Respecter l'environnement.	Etre tout ou partie recyclable.	A 95% minimum
FC6	Etre connecté à un smartphone	Mode de connexion Plage de fréquence. Distance maxi	Sans fil De 2 402 à 2 480 MHz Jusqu'à 20m
FC7	S'adapter à la morphologie de l'utilisateur	Taille de la cage thoracique. Masse maximale de l'objet	De 75 à 150 cm Moins de 110g

## Exercice 4:

Le cardiofréquencemètre est composé de quatre parties: la ceinture, le système de réglage, le fermoir et le boîtier de la pile et des électrodes.

Le fabricant utilise régulièrement 6 types de matériaux pour ses produits.

Indiquez en quelle(s) matière(s) le boîtier de la pile et des électrodes doit être conçu en fonction des critères définis dans le tableau de l'exercice précédent et du guide de matériaux ci-dessous.



Nom du matériau	Résistance aux chocs (~dureté)	Rigidité	Opacité	Conductibilité	Effet au toucher	Tenue à la température
Acier	Excellente	Rigide	Oui	Oui	Froid	Excellente
Polyéthylène basse densité	Se fissure facilement	Souple	Semi-transparent	Non	Froid	Médiocre
Polyéthylène haute densité	Se fissure facilement	Semi-rigide	Semi-transparent	Non	Froid	Médiocre
Polyoxyde de Méthylène	Excellente	Très souple	Semi-transparent	Non	Doux	Excellente
Copolymère bloc styrénique hydrogéné	Excellente	Grande étendue de rigidité: de souple à rigide	Oui	Non	Proche caoutchouc	Excellente
Polystyrène choc	Excellente	Très rigide	Oui	Non	Doux	Moyenne

Le cardiofréquencemètre doit être conçu en **Polystyrène choc/Copolymère bloc styrénique hydrogéné/(Acier)**

## Exercice 5:

Voici les masses des différents composants:

La ceinture fait 23g, le système de réglage 3g, le fermoir 5g, la pile fait 6g et toute la partie électronique fait 20g.

Sachant qu'il faut  $2\text{cm}^3$  de matière pour réaliser le boîtier, quelle matière respecte le cahier des charges? Justifiez votre réponse.

**Je choisis le Polystyrène choc même si la masse est proche des 21g en raison de sa grande résistance au choc et de sa rigidité. L'acier et le copolymère bloc styrénique seraient trop lourd et le polyéthylène haute densité qui respecterait la masse souhaité manque de rigidité et de résistance aux chocs.**

Nom du matériau	Masse pour $2\text{ cm}^3$
Acier	0,072 kg
Polyéthylène basse densité	0,016kg
Polyéthylène haute densité	0,02kg
Polyoxyde de Méthylène	0,023kg
Copolymère bloc styrénique hydrogéné	0,038kg
Polystyrène choc	0,0208kg

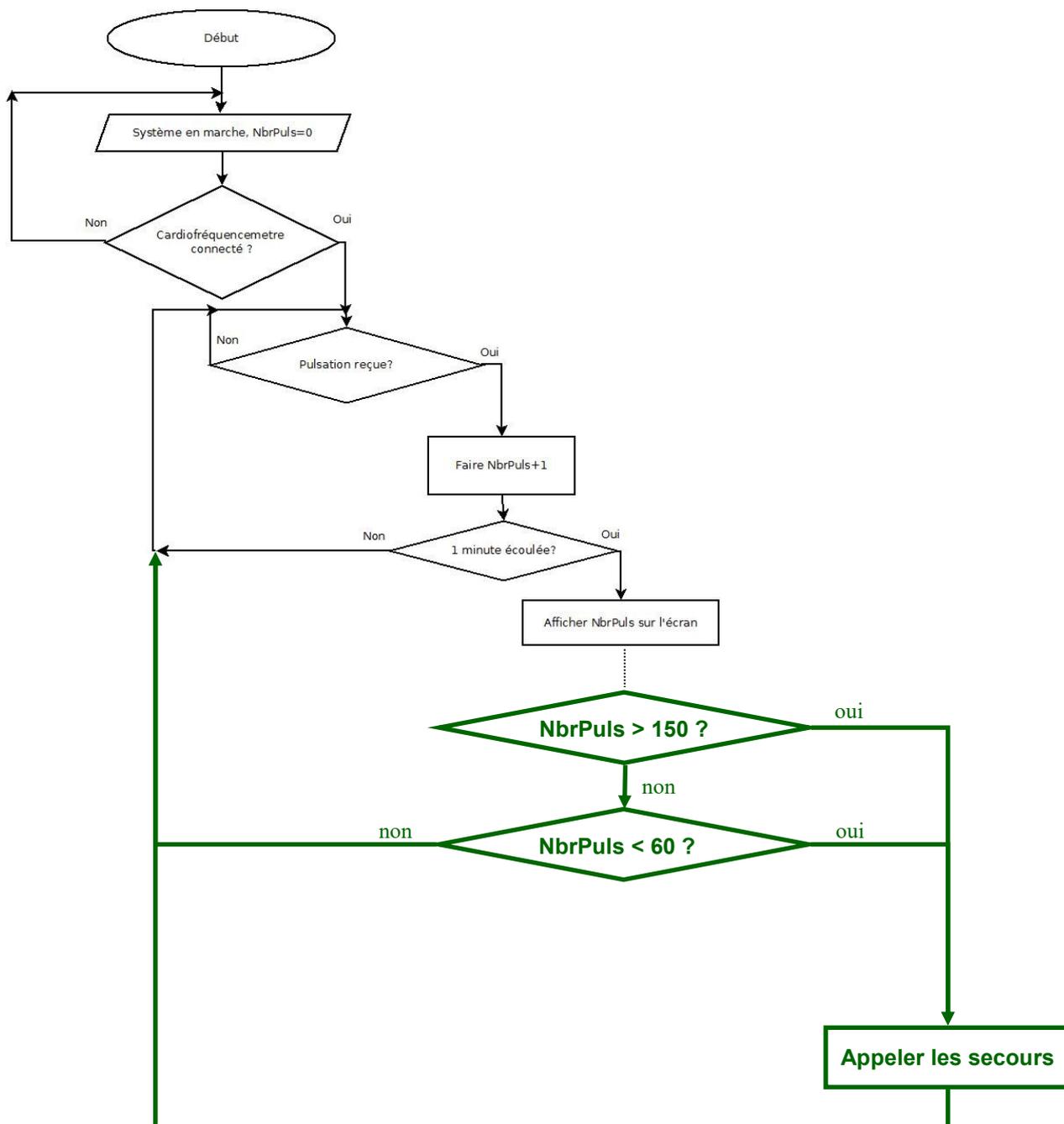
## Exercice 6:

Voici le programme de la montre pour afficher la pulsation sur l'écran.

Terminer ce programme de manière à déclencher un appel de secours via le smartphone si :

1) L'astronaute est en état de tachycardie (si le taux de pulsations du cœur est de 150 bpm ou plus, il s'agit d'une "tachycardie supraventriculaire", cad que le système électrique du cœur, qui contrôle les battements du cœur, est hors de contrôle).

2) L'astronaute est en état de bradycardie (état où le cœur bat trop lentement, souvent moins de 60 bpm).



# Partie 1: Etude du besoin et des différentes fonctions.

## Exercice 1: Comment faire?

Ce graphique « bête à cornes » permet de mettre en évidence trois points:

- la **fonction globale** du système (Pourquoi le système a-t-il été inventé ?)
- la **matière d'oeuvre** du système (Sur quoi le système agit-il ?)
- l'**utilisateur privilégié** du système (A qui le système rend-il service ?)

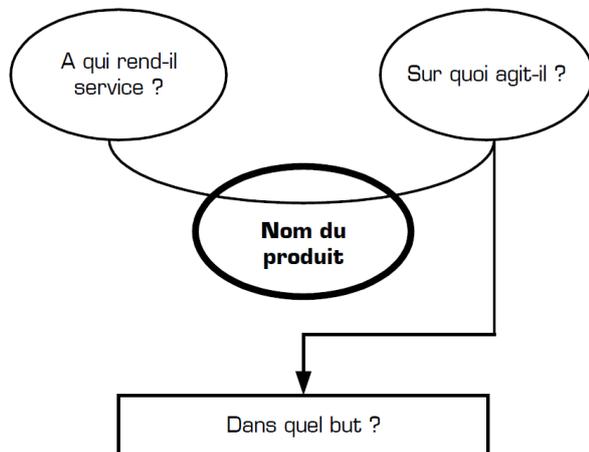


Diagramme « bête à cornes » d'un produit

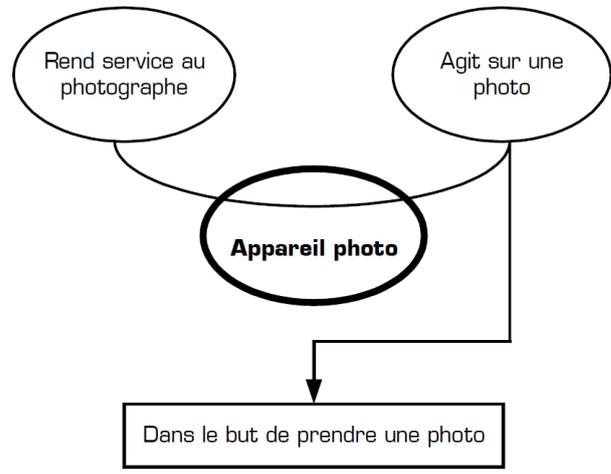


Diagramme « bête à cornes » d'un appareil photo

## Exercice 3: Comment faire?

Le diagramme des interactions permet de lister les contraintes liées au produit et les fonctions techniques associées. On distingue:

- la **fonction principale FP** : c'est la fonction d'usage, elle va lier au moins 2 contraintes.
- la **fonction contraintes FC** : fonctions qui aident à réaliser la fonction principale mais n'est pas la raison d'être du produit.

Ex.: On peut cuire avec une casserole sans le manche, mais le manche permet une meilleure manipulation de l'objet.

### Rappel: Une contrainte est toujours extérieure à l'objet

Une façon simple de rédiger une fonction technique est la suivante:

Fonction d'usage = verbe à l'infinitif + contrainte

Ex.: Protéger les usagers

Donc, si vous avez une fonction technique, retirer le verbe doit vous donner la contrainte.

Attention 1: La FP se compose souvent d'un verbe à l'infinitif et de 2 contraintes

Attention 2: Parfois, la formulation ne respecte pas la règle du dessus dans la structure mais le sens donne la contrainte implicitement.

Ex.: Contrainte= obscurité de la chambre,  
FC= Eclairer la chambre (et non pas éclairer l'obscurité de la chambre)

## Exercice 4: Comment faire?

Soulignez tous les paramètres utiles dans le tableau du cahier des charges.

Dans le tableau comparatif, soulignez en rouge les points discriminants pour éliminer les éléments incompatibles et, à l'inverse, soulignez en vert les paramètres valables.

Ex.: Si on cherche un matériau opaque (inverse de transparent), souligner en vert toute les mentions « opaque » du tableau.

Normalement, celui avec le plus de vert (et sans rouge) est l'élément recherché.

Comparaison des protocoles Zigbee, Bluetooth et Wi-Fi

Caractéristique	Zigbee	Bluetooth	Wi-Fi
IEEE	802.15.4	802.15.1	802.11a/b/g/n/ac
Besoins mémoire	4-32 ko	250 ko +	1 Mo +
Autonomie avec pile	Années	Mois	Jours
Nombre de nœuds	65 000+	7	256+
Vitesse de transfert	250 kb/s	1 Mb/s	11-54-108-320-1000 Mb/s
Portée (environ)	100 m	10 m	300 m

Exemple:

L'objet doit se connecter sans fil à un ordinateur éloigné de 87m.

Le chargement en électricité se fait tous les 3 jours maximum.

Une mémoire tampon de seulement 16 ko est nécessaire, et le taux de transfert doit atteindre les 54 Mb/s



Paramètres compatibles



Paramètres incompatibles

Seul le wifi est compatible avec la description, Zigbee est éliminé car le transfert est trop lent comme le bluetooth qui a été éliminé dès le départ car sa portée est trop courte.

Vocabulaire:

Rigidité = mesure de la résistance qu'oppose la matière à de déformer élastiquement (en retournant à sa forme précédente)

Dureté = mesure de la résistance d'une matière à se déformer plastiquement (de façon définitive)

Conductibilité = Capacité à faire passer l'électricité ou la chaleur

Opacité = Capacité à ne pas laisser passer la lumière (inverse de transparence)

## Exercice 5: Comment faire?

1) On réalise les conversions nécessaires pour que toutes les valeurs soient à la même unité.

Rappel: 1000g = 1kg, d'où 0,023kg = 23g.

2) On additionne l'ensemble des masses.

3) On consulte le tableau des critères pour avoir la masse totale maximale de l'objet tolérée par le cahier des charges. Ici, l'objet doit faire moins de 110g

FC7	Taille de la cage thoracique. Masse maximale de l'objet	De 75 à 150 cm Moins de 110g
-----	--	---------------------------------

4) Constater que l'objet fait .....g, soit une masse inférieure/supérieure aux 110g max imposés par le cahier des charges. Le produit est donc conforme/non conforme.