

# CARDIOMETRE OXYMETRE

**Thématique : L'homme assisté**

**Fonctions :** Mesurer le rythme cardiaque et le taux de saturation en oxygène de l'hémoglobine au niveau des capillaires sanguins

## Du produit réel

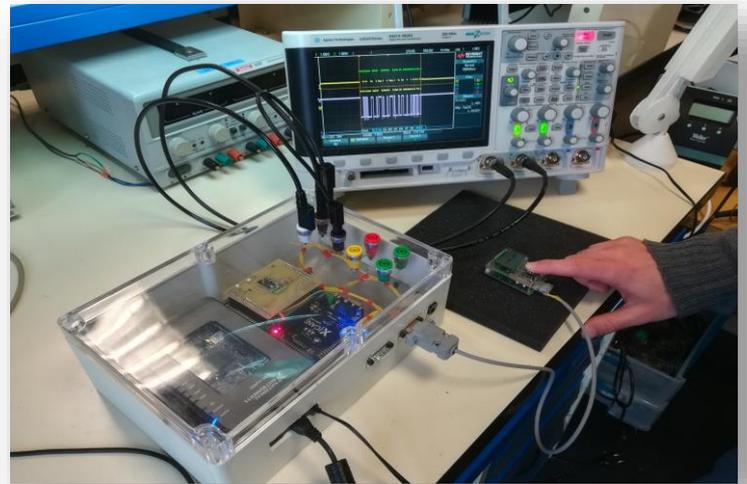
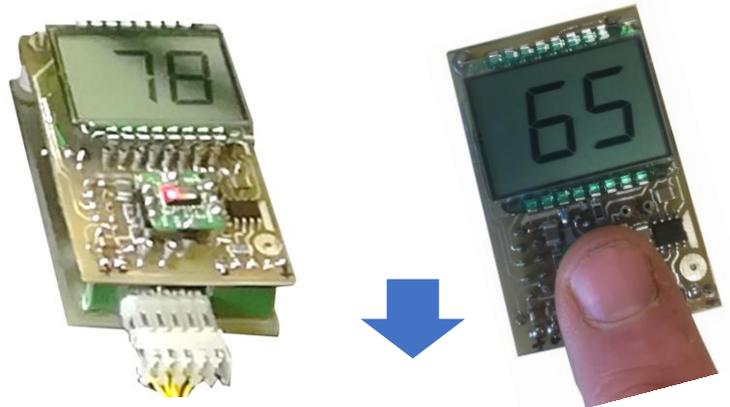


Cet appareil médical permet de mesurer de manière continue le rythme cardiaque, et également le taux de saturation en oxygène de l'hémoglobine au niveau des capillaires sanguins



## Au système didactique instrumenté :

**Cardiomètre/Oxymètre** didactique à partir d'un capteur industriel,  
Centrale d'acquisition basée sur un MyRio permettant l'acquisition et l'affichage des valeurs (Rythme cardiaque et Taux d'oxygène de l'hémoglobine)



**Poste type d'acquisition**

La fourniture comprend :

- Un capteur Cardiomètre- Oxymètre industriel
- Un capteur Cardiomètre- Oxymètre didactique
- Un boîtier d'acquisition autour d'un **MyRio**
- Un logiciel d'acquisition et d'affichage sous **LabVIEW**
- Un dossier technique et ressources
- Un dossier pédagogique incluant, Fiches d'Activités avec corrigés, Fiches de formalisation

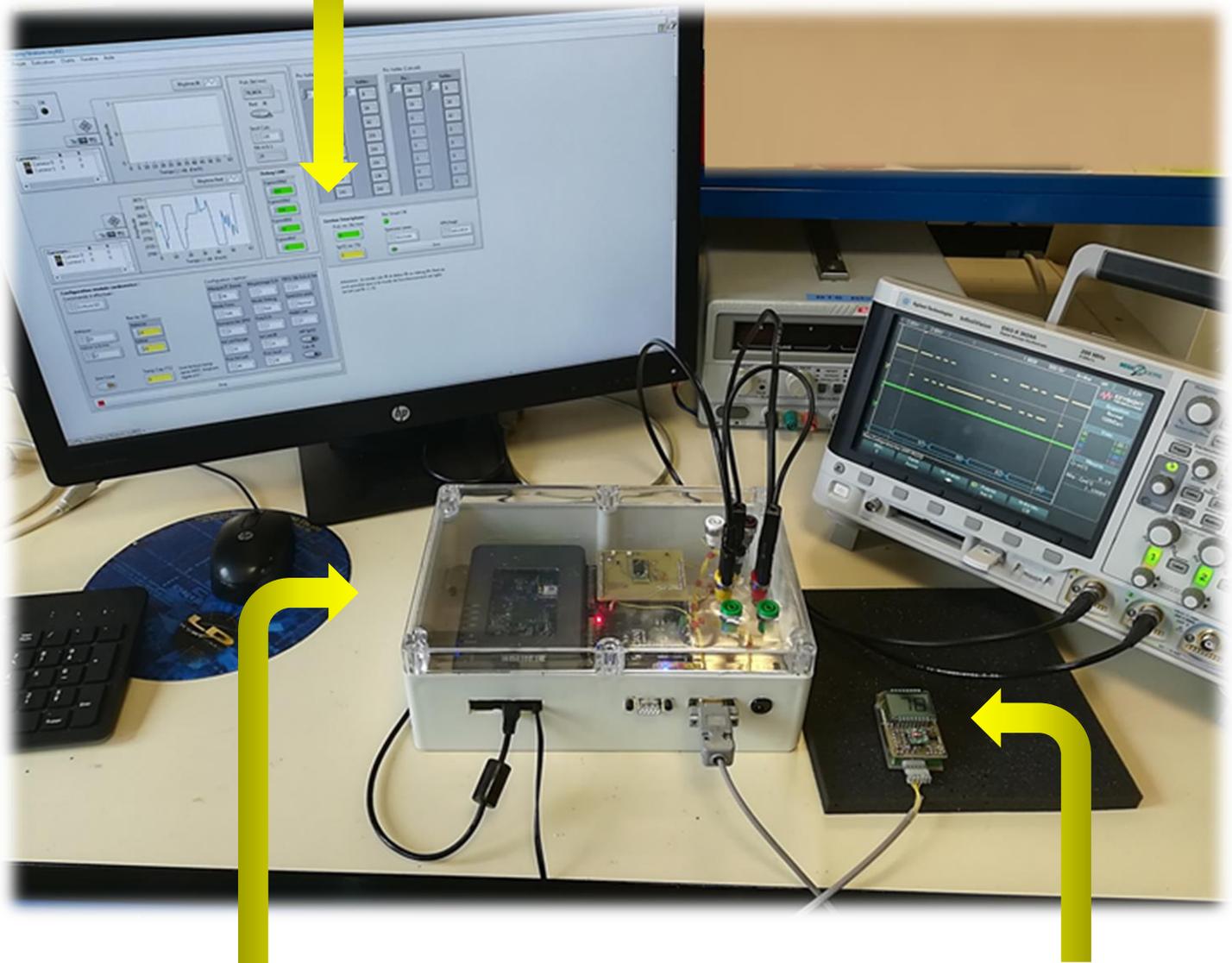
**PROJET DE TERMINALE:**

Conception d'un boîtier pour intégrer le capteur **Cardiomètre- Oxymètre**

## CARDIOMETRE OXYMETRE

## CONFIGURATION MATÉRIELLE

Logiciel d'acquisition et d'affichage des courbes développées sous **LabVIEW**



**Boitier d'acquisition** et de mesure autour d'un MyRio Acquisition des signaux **RS232 et I2C**

**Capteur Cardiomètre-Oxymètre** autonome et/ou connecté sur le boitier d'acquisition

**CARDIOMETRE OXYMETRE**
**Exploitation pédagogique proposée en Première**

Capacités	Compétences développées	Connaissances associées	SI-1-1	SI-1-2	SI-1-3	SI-1-4	SI-1-5
INNOVER	Rompre avec l'existant Améliorer l'existant	Éléments d'histoire des innovations et des produits					
	Imaginer une solution originale, appropriée et esthétique	Cartes heuristiques Méthodes de brainstorming, d'analogies, de détournement d'usage Scénarios d'usage et expériences utilisateurs Design d'interface et d'interaction Éléments d'ergonomie					
ANALYSER	Analyser le besoin, l'organisation matérielle et fonctionnelle d'un produit par une démarche d'ingénierie système	Outils d'ingénierie-système : diagrammes fonctionnels, définition des exigences et des critères associés, cas d'utilisations, analyse structurelle					
	Caractériser la puissance et l'énergie nécessaire au fonctionnement d'un produit ou d'un système Repérer les échanges d'énergie sur un diagramme structurel	Grandeurs physiques (mécanique, électrique, thermique ...) mobilisées par le fonctionnement d'un produit Grandeurs d'effort et de flux liées à la nature des procédés Rendements et pertes					
	Analyser les principaux protocoles pour un réseau de communication et les supports matériels	Protocoles, trames, encapsulation Support filaire et sans fil					
	Quantifier les écarts de performances entre les valeurs attendues, les valeurs mesurées et les valeurs obtenues par simulation	Écarts de performance absolu ou relatif, et interprétations possibles Erreurs et précision des mesures expérimentales ou simulées Traitement des données : tableaux, graphiques, valeurs moyennes, écarts types, incertitude de mesure Choix pertinent d'un ou plusieurs critères de comparaison					
MODELISER ET RESOUDRE	Proposer et justifier des hypothèses ou simplification en vue d'une modélisation	Hypothèses simplificatrices Modélisation plane					
	Caractériser les grandeurs physiques en entrées/sorties d'un modèle multi-physique traduisant la transmission de puissance	Grandeur effort, grandeur flux Énergie Puissance instantanée, moyenne Réversibilité de la chaîne de puissance Sources parfaites de flux et d'effort					
	Associer un modèle aux composants d'une chaîne de puissance	Interrupteur parfait Modèle associé aux composants élémentaires de transformation, de modulation, de conversion ou de stockage de l'énergie					
	Traduire le comportement attendu ou observé d'un objet	Comportement séquentiel Structures algorithmiques (variables, fonctions, structures séquentielles, itératives, répétitives, conditionnelles) Diagramme d'états-transitions					
	Modéliser sous une forme graphique une structure, un mécanisme ou un circuit	Circuit électrique Schéma cinématique Graphe de liaisons et des actions mécaniques					
	Modéliser les mouvements Modéliser les actions mécaniques	Trajectoires et mouvement Liaisons Torseurs cinématiques et d'actions mécaniques transmissibles, de contact ou à distance Réciprocité mouvement relatif/actions mécaniques associées					
	Caractériser les échanges d'informations	Natures et caractéristiques des signaux, des données, des supports de communication Protocole, trame Débit maximal, débit utile					
	Associer un modèle à un système asservi	Capteurs					
	Déterminer les grandeurs flux (courant) et effort (tension) dans un circuit électrique	Lois de Kirchhoff Lois de comportement Positions, vitesses et accélérations linéaire et angulaire sous forme vectorielle					
	Déterminer les grandeurs géométriques et cinématiques d'un mécanisme	Champ des vitesses Composition des vitesses dans le cas d'une chaîne ouverte Loi d'entrée/sortie d'un mécanisme dans le cas d'une chaîne fermée (fermeture géométrique)					
EXPERIMENTER ET SIMULER	Prévoir l'ordre de grandeur de la mesure Identifier les erreurs de mesure	Gamme d'appareils de mesure et capteurs					
	Conduire des essais en toute sécurité à partir d'un protocole expérimental fourni	Règle de raccordement des appareils de mesure et capteurs					
	Relever les grandeurs caractéristiques d'un protocole de communication	Caractéristiques des signaux Protocole, trame Débit maximal, débit utile					
COMMUNIQUER	Rendre compte de résultats Collecter et extraire des données	Tableau, graphique, diaporama, carte mentale					
	Comparer, traiter, organiser et synthétiser les informations pertinentes	ENT, moteurs de recherche, internet, blog, base de données, dossiers techniques					
	Développer des tutoriels, établir une communication à distance	Montage audio / vidéo					
	Travailler de manière collaborative Trouver un tiers expert	Espaces partagés et de stockage, ENT					
	Collaborer en direct ou sur une plateforme, via un espace de fichiers partagés						
	Adapter sa communication au public visé et sélectionner les informations à transmettre Scénariser un document suivant le public visé	Média, outils multimédia, outils bureautiques, carte mentale, diagramme de l'ingénierie-système, schéma, croquis, prototype					

PREMIÈRE		
Première SI-1-1	Innover- Analyser – Modéliser et Résoudre- Expérimenter et Simuler –Communiquer	Équipe d'élèves en ilot
Problématique	Garantir une autonomie suffisante en alimentation électrique	
<p>En présence du système en état de fonctionnement, installé au sein d'un l'ilot : <b>2 équipes de 2 élèves</b></p> <p>L'enseignant : précise les données du problème et les conditions de réalisation</p> <p>Chaque équipe doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A partir de la modélisation SysML du système noté dans le dossier technique :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Retrouver l'exigence du cahier des charges correspondant à l'autonomie de l'appareil</li> <li>▪ Indiquer sur le diagramme de définition des blocs internes la consommation des différents éléments constituant le système</li> </ul> </li> <li>- A partir du dossier technique :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vérifier que le dimensionnement de la batterie respecte le cahier des charges</li> <li>▪ Déterminer le temps de charge</li> <li>▪ Proposer des solutions pour augmenter l'autonomie du système</li> <li>▪ Analyser les algorithmes fournis et déterminer la stratégie adoptée pour augmenter l'autonomie</li> </ul> </li> </ul> <p>L'ensemble des élèves expose la solution au problème posé et chaque élève remplit une fiche de formalisation des compétences et connaissances acquises.</p>		
Première SI-1-2	Innover- Analyser – Modéliser et Résoudre- Expérimenter et Simuler -Communiquer	Équipe d'élèves en ilot
Problématique	Vérifiez la conformité des données échangées pour la configuration du capteur	
<p>En présence du système en état de fonctionnement, installé au sein d'un l'ilot : <b>2 équipes de 2 élèves</b></p> <p>L'enseignant : précise les données du problème et les conditions de réalisation</p> <p>Chaque équipe doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A partir de la modélisation SysML du système noté dans le dossier technique, retrouver les exigences du cahier des charges liées à la configuration du capteur</li> <li>- A partir des diagrammes de séquence correspondant, déterminer les identificateurs des messages concernés</li> <li>- A partir du dossier technique :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Compléter les trames CAN pour les conditions définies dans le sujet (encapsulation des données utiles)</li> <li>▪ Retrouver la vitesse de transmission sur le bus, Analyser le débit utile</li> <li>▪ Vérifier à l'aide de la documentation technique du capteur, que la configuration complète peut être effectuée</li> </ul> </li> </ul> <p>L'ensemble des élèves expose la solution au problème posé et chaque élève remplit une fiche de formalisation des compétences et connaissances acquises.</p>		
Première SI-1-3	Innover- Analyser – Modéliser et Résoudre- Expérimenter et Simuler -Communiquer	Équipe d'élèves en ilot
Problématique	Modéliser le capteur afin de déterminer sa fonction de transfert	
<p>En présence du système en état de fonctionnement, installé au sein d'un l'ilot : <b>2 équipes de 2 élèves</b></p> <p>L'enseignant : précise les données du problème et les conditions de réalisation</p> <p>Chaque équipe doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A partir du dossier technique :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modéliser le capteur et son principe de mesure à l'aide de Matlab.</li> <li>▪ Déterminer la fonction de transfert <math>V = f(p)</math> (<math>V</math> tension de sortie photodiode, <math>P</math> : pression sanguine)</li> <li>▪ Mettre en évidence les perturbations (éclairage ambiant, épaisseur peaux)</li> <li>▪ Sur le modèle, mettre en œuvre un asservissement permettant de s'affranchir de la perturbation « épaisseur peau »</li> <li>▪ Retrouver les registres internes du capteur permettant de mettre en œuvre l'asservissement</li> </ul> </li> </ul> <p>L'ensemble des élèves expose : La solution au problème posé</p>		
Première SI-1-4	Innover- Analyser – Modéliser et Résoudre- Expérimenter et Simuler -Communiquer	Équipe d'élèves en ilot
Problématique	Modéliser la mise sous/hors tension afin de valider son fonctionnement	
<p>En présence du système en état de fonctionnement, installé au sein d'un l'ilot : <b>2 équipes de 2 élèves</b></p> <p>L'enseignant : précise les données du problème et les conditions de réalisation</p> <p>Chaque équipe doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A partir du dossier technique (schéma électrique carte alimentation) :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modéliser la mise Sous/hors tension à l'aide d'interrupteur parfait.</li> <li>▪ Déterminer le principe de fonctionnement (auto alimentation)</li> <li>▪ Vérifier par le calcul la bonne saturation des transistors (MOS et bipolaire)</li> </ul> </li> <li>- Expérimentation:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Valider le fonctionnement.</li> <li>▪ Mesurer la chute de tension aux bornes du transistor de commande d'alimentation. Mesurer le courant d'alimentation</li> <li>▪ A partir des mesures, valider le modèle adopté pour le transistor</li> </ul> </li> </ul> <p>L'ensemble des élèves expose la solution au problème posé et chaque élève remplit une fiche de formalisation des compétences et connaissances acquises.</p>		
Première SI-1-5	Innover- Analyser – Modéliser et Résoudre- Expérimenter et Simuler -Communiquer	Équipe d'élèves en ilot
Problématique	Vérifier les échanges sur le bus de terrain afin de valider le fonctionnement	
<p>En présence du système en état de fonctionnement, installé au sein d'un l'ilot : <b>2 équipes de 2 élèves</b></p> <p>L'enseignant : précise les données du problème et les conditions de réalisation</p> <p>Chaque équipe doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A partir du dossier technique :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identifier les trames CAN échangée lors de la configuration en usine</li> <li>▪ Déterminer les données d'une trame de configuration pour les différents cas présent</li> </ul> </li> <li>- Expérimentation:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A l'aide de l'espion CAN, vérifiez les trames CAN échangées (identificateur, données, périodes ...)</li> <li>▪ Vérifier le débit utile</li> <li>▪ A l'aide de l'espion CAN, émettre les trames de configuration déterminées précédemment</li> <li>▪ Vérifier le résultat</li> </ul> </li> </ul> <p>L'ensemble des élèves expose la solution au problème posé et chaque élève remplit une fiche de formalisation des compétences et connaissances acquises.</p>		

**CARDIOMETRE OXYMETRE**
**Exploitation pédagogique proposée en Terminale**

Capacités	Compétences développées	Connaissances associées	SI-2-1	SI-2-2	SI-2-3	SI-2-4
INNOVER	Élaborer une démarche globale d'innovation	Méthodes agiles Approche design, apports et limites Veille technologique				
	Représenter une solution Originale	Outil numérique graphique Modeleur volumique				
	Matérialiser une solution Virtuelle	Mise en œuvre d'outils de prototypage rapide Prototypage de la commande				
	Évaluer une solution	Mesures et tests des performances de tout ou partie de la solution innovante Amélioration continue				
ANALYSER	Analyser la réversibilité d'un élément de la chaîne de puissance	Sens des transmissions de puissance Stockage de l'énergie Réversibilité/irréversibilité des constituants d'une chaîne de puissance				
	Analyser le traitement de l'information	Algorithme, programme Langage informatique Notions sur l'intelligence artificielle				
	Analyser le comportement d'un objet à partir d'une description à événements discrets	Diagramme états-transitions Algorithme				
	Analyser et caractériser les échanges d'information d'un système avec un réseau de communication	Architecture Client/Serveur, cloud Architecture des réseaux de communication Débit/vitesse de transmission				
	Analyser les principes de modulation et démodulation numériques	Internet des objets Notions de modulation-démodulation de signaux numériques en amplitude, en fréquence				
	Analyser le comportement d'un système asservi	Systèmes asservis linéaires en régime permanent : structures par chaîne directe ou bouclée, perturbation, comparateur, correcteur proportionnel, précision (erreur statique)				
	Analyser les charges appliquées à un ouvrage ou une structure	Charge permanente, charge d'exploitation				
	Analyser des résultats d'expérimentation et de simulation	Lois physiques associées au fonctionnement d'un produit Description qualitative et quantitative des grandeurs physiques caractéristiques du fonctionnement d'un produit Critères de performances				
	Rechercher et proposer des causes aux écarts de performances constatés	Analyse des écarts de performances				
	Valider les modèles établis pour décrire le comportement d'un objet					
MODELISER ET RESOUDRE	Traduire un algorithme en un programme exécutable	Langage de programmation				
	Associer un modèle à un système asservi	Notion de système asservi : consigne d'entrée, grandeur de sortie, perturbation, erreur, correcteur proportionnel				
	Utiliser les lois et relations entre les grandeurs effort et flux pour élaborer un modèle de connaissance	Modèle de connaissance sur des systèmes d'ordre 0, 1 ou 2 : gain pur, intégrateur, dérivateur				
	Déterminer les actions mécaniques (inconnues statiques de liaisons ou action mécanique extérieure) menant à l'équilibre statique d'un mécanisme, d'un ouvrage ou d'une structure	Principe fondamental de la statique Modèle de frottement – Loi de Coulomb				
	Déterminer la grandeur flux (vitesse linéaire ou angulaire) lorsque les actions mécaniques sont imposées	Principe fondamental de la dynamique Solide en rotation autour d'un axe fixe dont le centre de gravité est sur l'axe de rotation				
	Déterminer la grandeur effort (force ou couple) lorsque le mouvement souhaité est imposé	Notion d'inertie et d'inertie équivalente Solide en translation rectiligne				
	Quantifier les performances d'un objet réel ou imaginé en résolvant les équations qui décrivent le fonctionnement théorique	Méthodes de résolution analytique et numérique				
	Proposer et justifier un protocole expérimental	Règle de raccordement des appareils de mesure et capteurs				
EXPERIMENTER ET SIMULER	Instrumenter tout ou partie d'un produit en vue de mesurer les performances	Capteurs, composants d'une chaîne d'acquisition Paramétrage d'une chaîne d'acquisition Carte microcontrôleur				
	Mettre en œuvre une communication entre objets dits intelligents	Paramètres de configuration d'un réseau				
	Modifier les paramètres influents et le programme de commande en vue d'optimiser les performances du produit	Processus itératif d'amélioration des performances				
	Mettre en œuvre une simulation numérique à partir d'un modèle multi-physique pour qualifier et quantifier les performances d'un objet réel ou imaginé	Paramètres de simulation : durée, incrément temporel, choix des grandeurs affichées, échelles adaptées à l'amplitude et la dynamique des grandeurs simulées				
	Valider un modèle numérique de l'objet simulé	Écarts entre les performances simulées et mesurées Limites de validité d'un modèle				
COMMUNIQUER	Présenter un protocole, une démarche, une solution en réponse à un besoin	Diagrammes fonctionnels, schémas, croquis				
	Présenter et formaliser une idée					
	Documenter un programme informatique	Commentaires de programmes				
	Communiquer de façon convaincante	Placement de la voix, qualité de l'expression, gestion du temps				

**CARDIOMETRE OXYMETRE**

 Exploitation pédagogique proposée en **Terminale**

TERMINALE		
<b>Terminale SI-2-1</b>	Innover- Analyser – <b>Modéliser et Résoudre</b> - Expérimenter et Simuler – <b>Communiquer</b>	Équipe d'élèves en ilot
<b>Problématique</b>	Vérifier le calcul du rythme cardiaque à partir des données brutes issues du capteur	
<p><i>En présence du système en état de fonctionnement, installé au sein d'un l'ilot : 2 équipes de 2 élèves</i></p> <p><i>L'enseignant : précise les données du problème et les conditions de réalisation</i></p> <p><i>Chaque équipe doit :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A partir du fichier de données brutes issues du capteur et du dossier technique:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coder la visualisation graphique du rythme cardiaque</li> <li>▪ Coder le calcul du rythme cardiaque</li> </ul> </li> <li>- Expérimentation:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comparer les résultats obtenus avec ceux du système</li> <li>▪ Valider l'algorithme retenu pour le calcul du rythme cardiaque</li> </ul> </li> </ul> <p><i>L'ensemble des élèves expose la solution au problème posé et chaque élève rempli une fiche de formalisation des compétences et connaissances acquises.</i></p>		
<b>Terminale SI-2-2</b>	Innover- Analyser – Modéliser et Résoudre- <b>Expérimenter et Simuler</b> - <b>Communiquer</b>	Équipe d'élèves en ilot
<b>Problématique</b>	Vérifier les trames échangées entre le « smartphone » et le système afin de valider le fonctionnement	
<p><i>En présence du système en état de fonctionnement, installé au sein d'un l'ilot : 2 équipes de 2 élèves</i></p> <p><i>L'enseignant : précise les données du problème et les conditions de réalisation</i></p> <p><i>Chaque équipe doit :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A partir du dossier technique:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identifier les trames RS232 échangées entre le Smartphone et le système</li> <li>▪ Rappeler les caractéristiques de la transmission série utilisée (débit, bit de parité, bit de stop ...)</li> </ul> </li> <li>- Expérimentation:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Etablir un protocole expérimental, puis à l'aide d'un oscilloscope, visualisez les trames échangées</li> <li>▪ Vérifier les grandeurs caractéristiques (niveaux de tensions, débit binaire ...)</li> <li>▪ Vérifier le protocole utilisé pour cette transmission (start et stop bit, données, parité ...)</li> </ul> </li> </ul> <p><i>L'ensemble des élèves expose la solution au problème posé et chaque élève rempli une fiche de formalisation des compétences et connaissances acquises.</i></p>		
<b>Terminale SI-2-3</b>	Innover- Analyser – Modéliser et Résoudre- <b>Expérimenter et Simuler</b> - <b>Communiquer</b>	Équipe d'élèves en ilot
<b>Problématique</b>	Vérifier les trames échangées entre le capteur et le microcontrôleur afin de valider le fonctionnement.	
<p><i>En présence du système en état de fonctionnement, installé au sein d'un l'ilot : 2 équipes de 2 élèves</i></p> <p><i>L'enseignant : précise les données du problème et les conditions de réalisation</i></p> <p><i>Chaque équipe doit:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A partir du dossier technique:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identifier les trames I2C échangées entre le capteur et le microcontrôleur (lecture FIFO)</li> <li>▪ Rappeler les caractéristiques de la transmission série utilisée (débit, condition de début et de fin d'échange, acquittement ...)</li> </ul> </li> <li>- Expérimentation:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A l'aide du protocole expérimental et d'un oscilloscope, visualisez les trames échangées</li> <li>▪ Vérifier les grandeurs caractéristiques (niveaux de tension, débit binaire ...)</li> <li>▪ Vérifier le protocole utilisé pour cette transmission (start et stop bit, données, parité ...)</li> </ul> </li> </ul> <p><i>L'ensemble des élèves expose la solution au problème posé et chaque élève rempli une fiche de formalisation des compétences et connaissances acquises.</i></p>		
<b>Terminale SI-2-4</b>	Innover- Analyser – Modéliser et Résoudre- <b>Expérimenter et Simuler</b> - <b>Communiquer</b>	Équipe d'élèves en ilot
<b>Problématique</b>	Vérifier les trames échangées entre le capteur et le microcontrôleur afin de valider le fonctionnement	
<p><i>En présence du système en état de fonctionnement, installé au sein d'un l'ilot : 2 équipes de 2 élèves</i></p> <p><i>L'enseignant : précise les données du problème et les conditions de réalisation</i></p> <p><i>Chaque équipe doit:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A partir du dossier technique:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identifier les différents paramètres pouvant influencer sur les mesures effectuées par le capteur</li> <li>▪ Indiquer leur correspondance dans la chaîne d'acquisition</li> </ul> </li> <li>- Expérimentation:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A l'aide du logiciel de configuration, expérimenter les différents réglages proposés</li> <li>▪ A l'aide des résultats précédents, déterminer les meilleurs réglages</li> </ul> </li> </ul> <p><i>L'ensemble des élèves expose la solution au problème posé et chaque élève rempli une fiche de formalisation des compétences et connaissances acquises.</i></p>		