

Lycée des métiers du design et des technologies 70 Bd de saint Quentin 80094 Amiens Cedex 3 Téléphone : 03 22 53 41 03	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communication	Session 2022
--	---	---------------------

LUXIA

<i>Partenaire professionnel :</i> Stéphane Delanaud Laboratoire PERITOX CHU Amiens-Picardie Hôpital Sud Avenue Laënnec 80480 Salouël	<i>Étudiants chargés du projet :</i> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Noms</th> <th style="width: 50%;">Prénoms</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Noms	Prénoms	-		-		Professeurs ou Tuteurs responsables : <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Noms</th> <th style="width: 50%;">Prénoms</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">-</td> <td>JANURA Frédéric</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">-</td> <td>TOMCZAK Robert</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">-</td> <td>ULMER Vincent</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Noms	Prénoms	-	JANURA Frédéric	-	TOMCZAK Robert	-	ULMER Vincent	-		-	
Noms	Prénoms																			
-																				
-																				
Noms	Prénoms																			
-	JANURA Frédéric																			
-	TOMCZAK Robert																			
-	ULMER Vincent																			
-																				
-																				

Reprise d'un projet : *Oui / Non*

Présentation générale du système supportant le projet :

L'Unité PériTox UMR_I 01, première unité mixte entre une université et l'INERIS, a été créée en 2008 dans la continuité d'une unité reconnue depuis 1992. Elle regroupe 43 personnes statutaires (20 enseignants-chercheurs universitaires ou hospitalo-universitaires, 8 chercheurs INERIS...), une quinzaine de doctorants et post doctorants.

Elle met en synergie des moyens humains, techniques et des compétences complémentaires et interdisciplinaires en regroupant des physiologistes, des biologistes, des toxicologues, des pédiatres, des gynécologues..., afin de centrer la recherche sur le thème majeur des effets des toxiques et physiques environnementaux sur la santé de l'enfant.

Expression du besoin :

Objectif du projet : Rendre un phénomène invisible (hypothermie et hyperthermie des nouveau-nés prématurés) par une variation de lumière visible (à l'œil humain)

Le dispositif de modélisation est composé d'une part d'un mannequin Luxia de 36 cm (représentant un nouveau-né prématuré de 26 semaines d'âge gestationnel) en plastique équipé de dispositifs lumineux et de capteurs de température et d'humidité et d'autre part d'un logiciel de pilotage du mannequin couplé à une base de données de scénarios d'actes cliniques réels tels que la pose de cathéter, soins, toilette....

Luxia est un outil d'aide à la **formation des personnels soignants** pour les sensibiliser à l'impact des soins quotidiens sur les variations de températures cutanées de l'enfant.

Cette sensibilisation est possible en montrant en temps réel (ou en temps accéléré pour les procédures lentes) l'incidence d'un point de vue thermique du soin sur l'enfant : par le changement de couleur de la surface du mannequin et de manière indirecte par l'affichage des courbes réelles de variations de température sur une interface telles qu'elles ont été obtenues lors d'études scientifiques dans un service de néonatalogie.

Le dispositif (encadré en pointillés rouges) s'intègre dans un environnement clinique composé d'un incubateur (berceau, incubateur ouvert ou incubateur fermé) et d'un personnel soignant en formation qui interagissent (Figure 1).

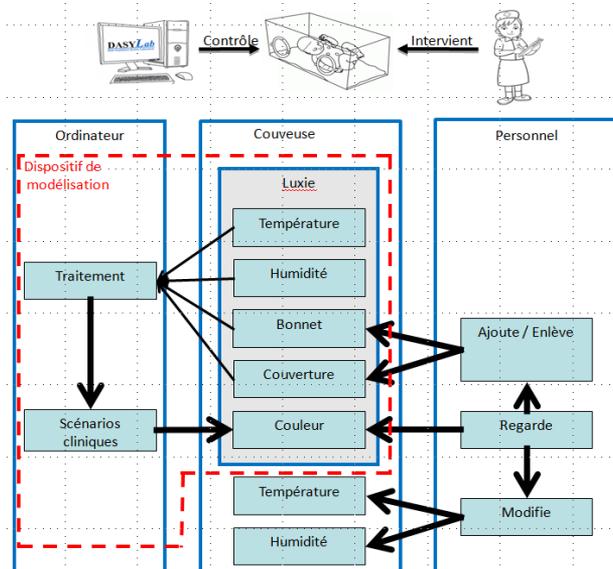
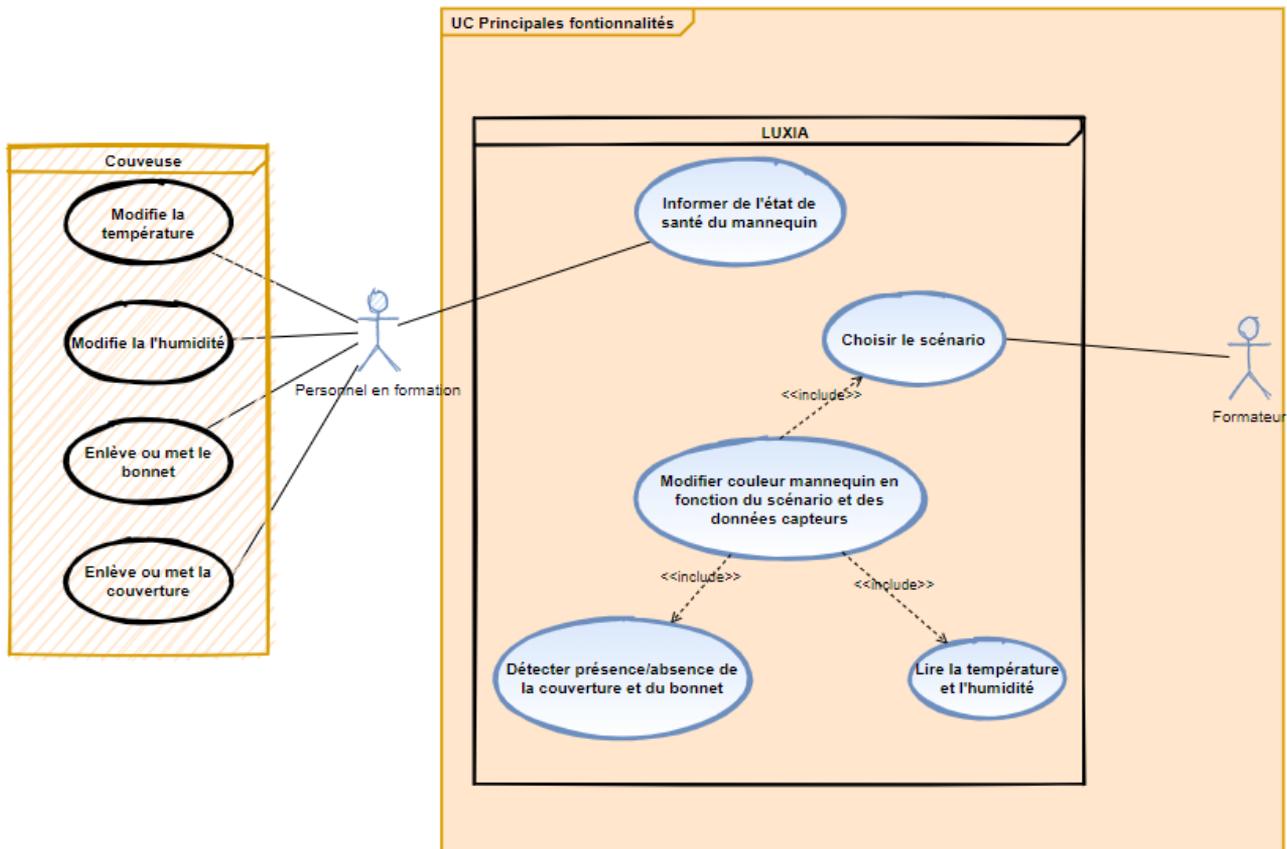


Figure 1: Schéma de principe

La principale fonction du dispositif est de convertir un phénomène invisible (dans le spectre Infrarouge) en un phénomène visible à l'œil humain et donnant au mannequin par sa couleur de surface des informations sur les températures corporelles, le comportement thermique et la physiologie du nouveau-né prématuré.

Ce projet a été réalisé avec un système difficile à transporter : ordinateur, carte acquisition USB...).
L'objectif est de le refaire à l'identique mais facilement transportable.

Les principales fonctionnalités :



Le formateur choisi un scénario et le système modifie les couleurs du mannequin en fonction de celui-ci, des données provenant des capteurs, de la présence ou non de la couverture et du bonnet. Le personnel en formation suivant les informations provenant du mannequin, peut régler la température et le taux d'humidité de la couveuse et enlever/retirer le bonnet et la couverture

Architectures matérielles

Le mannequin Luxia possède différentes fonctions décrites dans la figure 2 ci-dessous

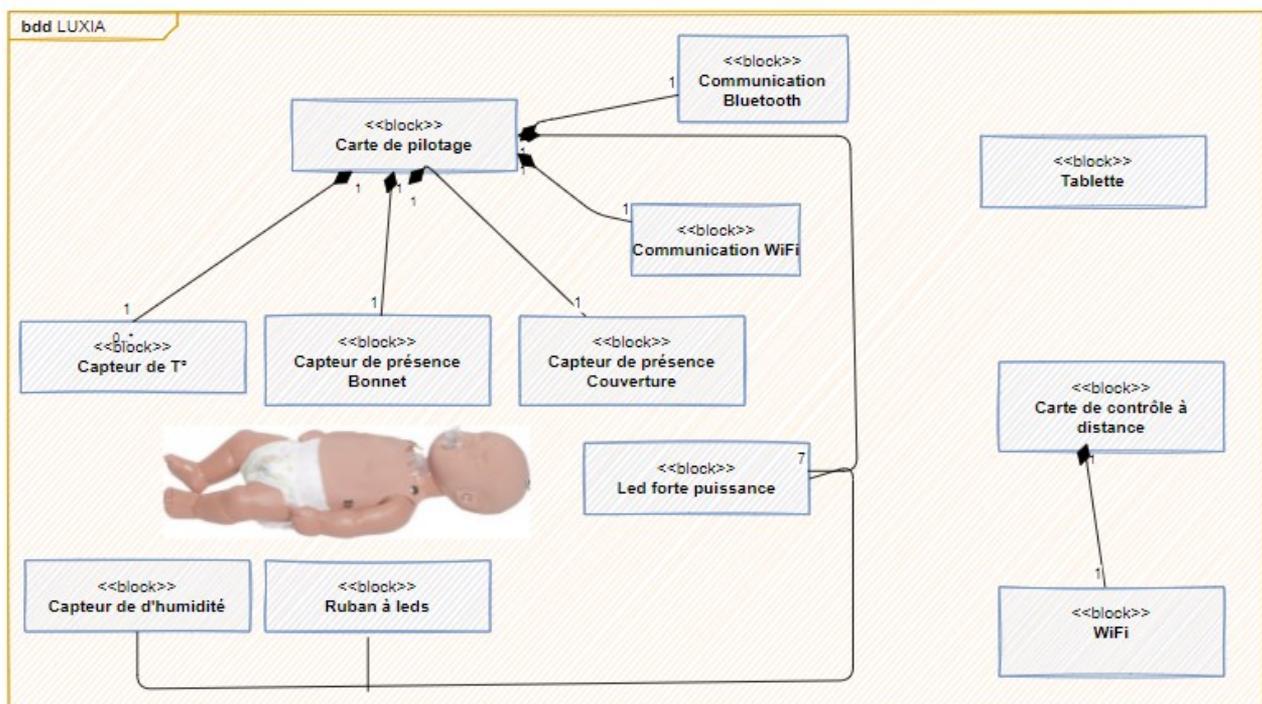


Figure2: fonctions du dispositif

Cahier des charges :

La mesure de la température (T°) est obtenue par un capteur LM35 et la mesure de l'humidité relative (HR en %) est réalisée par un capteur Honeywell HIH4000.

Ces deux capteurs, dont la fonction est la mesure de la température et humidité de l'air du milieu dans lequel se trouve le mannequin (pièce, incubateur), sont intégrés au niveau du nombril du baigneur. Ces deux informations permettent de caractériser les conditions thermiques de l'environnement dans lesquelles se trouve le mannequin.

Le contrôle (figure 3) de la luminosité de Luxia est obtenu par la combinaison de ruban leds RVB-blanc chaud ou Led bleu. Des leds bleu forte intensité sont intégrées aux extrémités des membres supérieurs, inférieurs et au niveau des lèvres pour simuler des phénomènes de cyanoses.

Le fonctionnement du contrôle des battements du cœur est similaire à celui des rubans leds et le principe est décrit dans la figure 4.

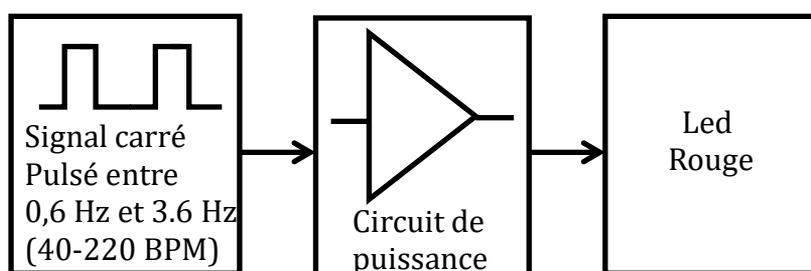


Figure 4: fonctionnement battements du cœur

La carte de pilotage possède une base de données de scénarios simulant des actes cliniques avec leurs impacts thermiques sur le nouveau-né prématuré.

Des données thermiques mesurées par le laboratoire PERITOX sur des enfants prématurés lors de protocoles de recherche dans le service de néonatalogie ainsi que des modélisations réalisées grâce à des expérimentations réalisées sur les mannequins thermiques du laboratoire permettent de définir des scénarios de soins et de leurs conséquences thermiques proches de la réalité.

Par exemple : le graphique ci-dessous permet de montrer les variations de température cutanée lors de soins infirmiers typiques comme l'aspiration-intubation/extubation trachéale, prise de sang, échographie, insertion d'un cathéter ombilical mais également des actes moins invasifs comme le changement de couche, la photothérapie.

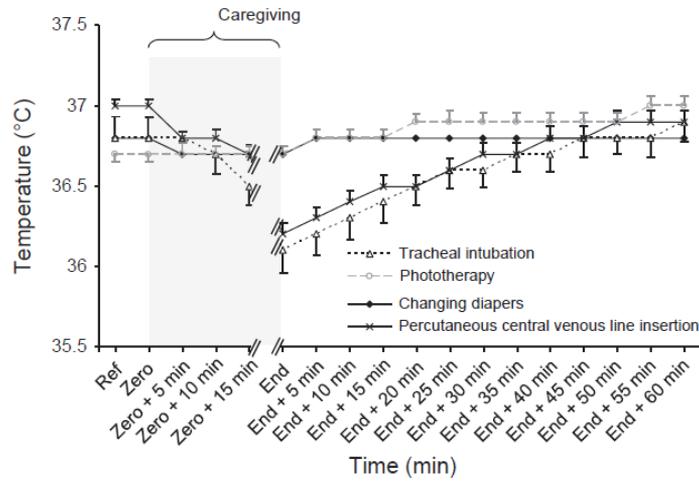


Figure 2 Variations of mean body temperature plotted against time for 4 typical nursing procedures in 31 preterm neonates under 32 weeks of gestation. Results are expressed as mean values \pm SEM * $p < 0.05$ compared with baseline.

Figure 5: Impact des soins sur T° cutanée moyenne du nouveau-né

D'autres études publiées ont montré l'efficacité de dispositif de réchauffement de l'enfant en chirurgie néonatale "Modélisation des échanges thermiques du nouveau-né par mannequin thermique: applications biomédicales" dans ITBM-RBM en 2004 ou encore "Use of a polyethylene bag to reduce Perioperative Regional and whole body heat losses in low birth weight neonates" dans la revue BioMed Research international en 2017.

D'autres études non publiées ont permis également d'évaluer la durée avant atteinte d'une légère hyperthermie lors de la naissance d'un enfant mis sous une rampe chauffante et couvert d'un sac en polyéthylène.

Le lien de ces études et le mannequin est de convertir les variations de température cutanée des enfants en variation d'intensité lumineuse dans le rouge et le blanc

Pour ce faire, la courbe de variation de T°cutanée est convertie en variation du rapport cyclique des leds rouges et blanches dans les différents segments du mannequin.

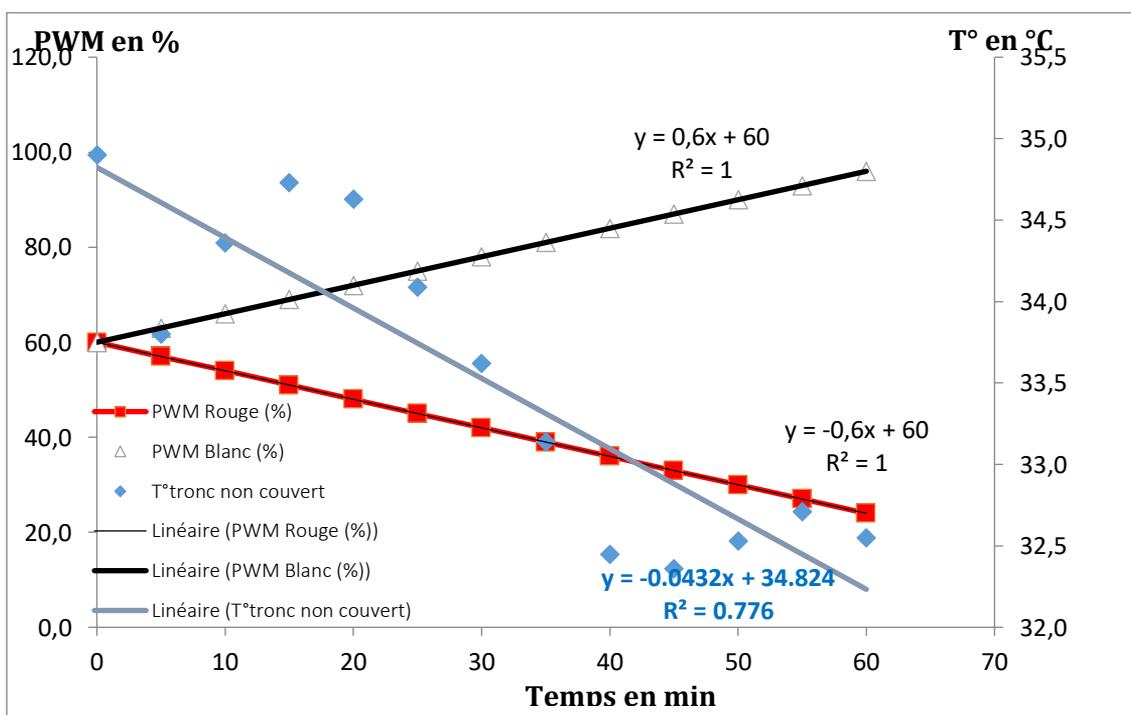


Figure 6: transposition d'un comportement thermique (tronc) en PWM pour la couleur

Si un évènement externe tel que la pose d'un sac en polyéthylène intervient, alors de nouvelles régressions sont appliquées (voir figure 7) sur la base des données cliniques observées lors de l'utilisation de ce dispositif.

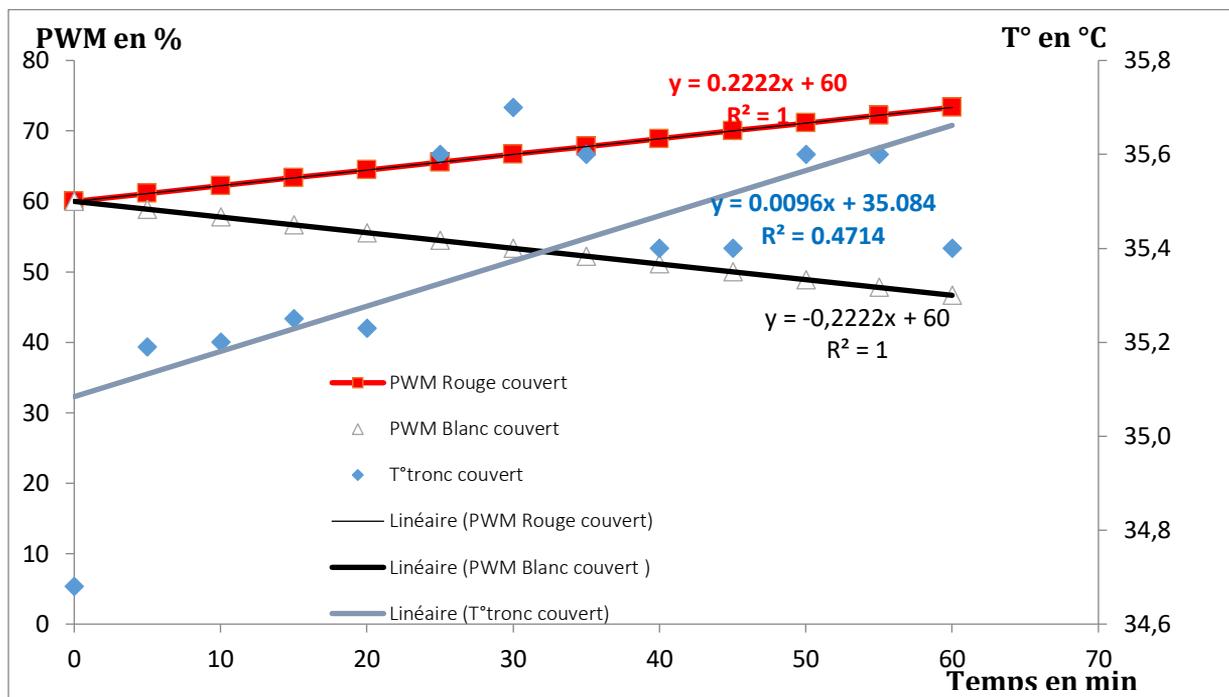
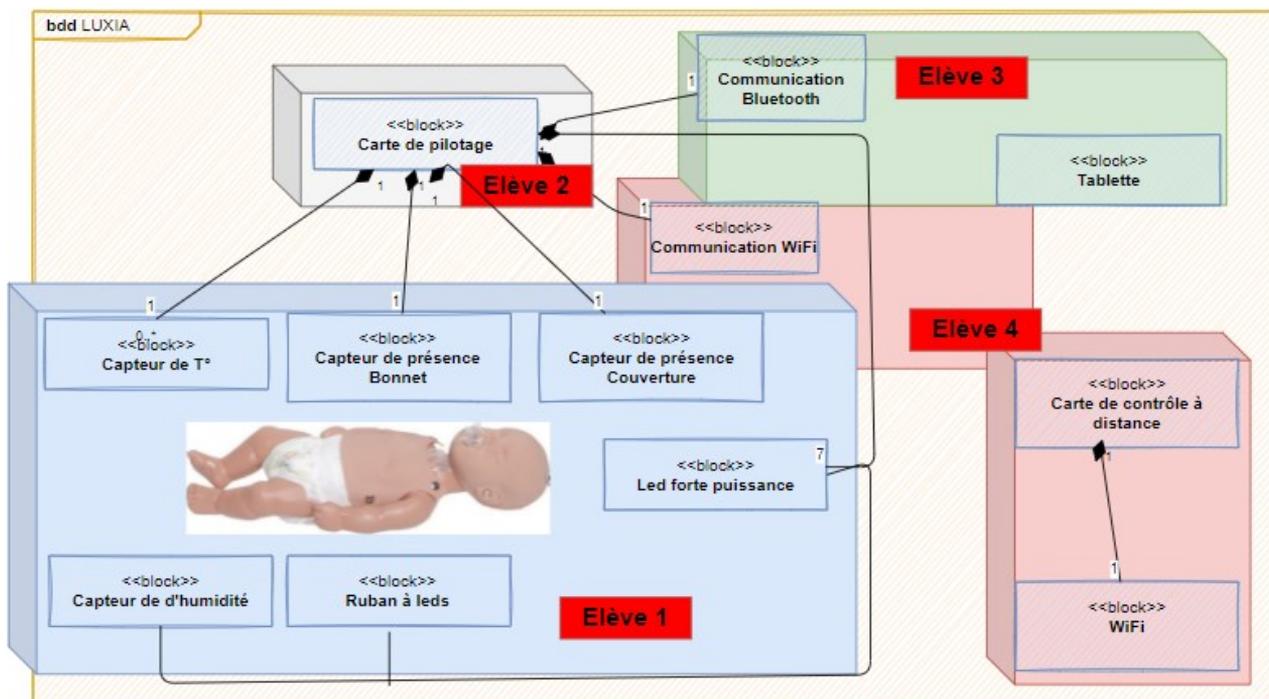


Figure 7: impact de la pose d'un sac en polyéthylène sur la température du tronc

La figure 7 montre que la température du tronc augmente lorsque l'enfant est couvert d'un sac en polyéthylène (courbe bleue). Ce changement de comportement thermique sera pris en compte par le logiciel et simulé par une modification des pentes des rapports cycliques (plus faibles et inversées entre le rouge et le blanc) et donc une répercussion sur l'aspect lumineux de Luxia.

Énoncé des tâches à réaliser par les étudiants :



Résumé

Élève 1 : capteurs et leds :

- Lecture du capteur de température
- Lecture du capteur d'humidité
- Pilote des 7 leds fortes puissance suivant le scénario
- Pilotage du ruban à leds suivant le scénario
- Détection du bonnet
- Détection de la couverture

Élève 2 : pilotage en fonction des scénarios :

- Récupération du choix du formateur à proximité
- Récupération du choix du formateur distance
- Communication de ces informations au pilote des leds

Élève 3 : Commande par tablette :

- Choisir les scénarios
- Choix du mode accéléré
- Restitution des informations mannequins : température, humidité, bonnet, couverture et état des leds et ruban à leds

Élève 4 : Commande à distance :

- Choisir les scénarios
- Choix du mode accéléré
- Restitution des informations mannequins : température, humidité, bonnet, couverture et état des leds et ruban à leds

Élève 1 : capteurs et leds :

- Lecture du capteur de température
- Lecture du capteur d'humidité
- Pilote des 7 leds fortes puissance suivant le scénario
- Pilotage du ruban à leds suivant le scénario
- Détection du bonnet

SPECIFICATION / PLANIFICATION		
Prendre connaissance du support du projet	C3.1, C2.2	2
Décoder le cahier des charges fourni par les enseignants (diagrammes des cas d'utilisation et des exigences SysML)	C3.1, C2.2	2
S'approprier la répartition des tâches communiquées par les enseignants	C3.1, C2.2	2
CONCEPTION PRELIMINAIRE		
Recenser les solutions technologiques existantes permettant de répondre au cahier des charges	C3.6	6
Modéliser l'architecture de la solution retenue avec les diagramme appropriés SysML ou UML - présenter les solutions (bdd)	C2.4,C3.3, C3.8	6
Choisir les solutions	C2.4,C3.3, C3.8	8
Définir un protocole d'échange entre les participants	C3.3, C3.8	2
Prise en main du module capteur de température	C3.3, C3.8	3
Prise en main du module pilote leds	C3.3, C3.8	3
Prise en main du module pilotage ruban à leds	C3.3, C3.8	3
Prise en main du capteur détection bonnet	C3.3, C3.8	3
Prise en main du capteur détection couverture	C3.3, C3.8	3
Représenter avec un logiciel de CAO électronique	C3.3	4
REVUE DE PROJET N°1 - Conception préliminaire		
CONCEPTION DETAILLEE		
Produire les diagrammes sysM/UML adéquats (ibd,sd, stm ...)	C3.10	8
Réaliser le module logiciel permettant de lire la température	C3.10	10
Réaliser le module logiciel permettant de piloter les leds	C3.10	10
Réaliser le module logiciel permettant de piloter le ruban à leds	C3.10	10
Réaliser le module logiciel permettant de détecter le bonnet	C3.10	10
Réaliser le module logiciel permettant de détecter la couverture	C3.10	10
Réaliser le module logiciel de communication avec le pilotage	C3.10	0
REVUE DE PROJET N°2 - Conception détaillée		
PROTOTYPAGE / REALISATION		
Fin des modules logiciels	C3.10	16

Fabrication de la carte électronique	C4.1, C4.5	26
Assembler les modules	C4.4	8
Produire la documentation technique du projet	C4.7	4
REVUE DE PROJET N°3- Réalisation		
QUALIFICATION - INTEGRATION - VALIDATION		
Assembler et tester les cartes électroniques et les modules logiciels	C4.1, C4.5	12
Finaliser la documentation technique du projet	C4.7	4
REVUE DE PROJET - Validation		
SOUTENANCE FINALE DU PROJET		

Élève 2 : pilotage en fonction des scénarios :

- Récupération du choix du formateur à proximité
- Récupération du choix du formateur distance
- Communication de ces informations au pilote des leds

SPECIFICATION / PLANIFICATION		
Prendre connaissance du support du projet	C3.1, C2.2	2
Décoder le cahier des charges fourni par les enseignants (diagrammes des cas d'utilisation et des exigences SysML)	C3.1, C2.2	2
S'approprier la répartition des tâches communiquées par les enseignants	C3.1, C2.2	2
CONCEPTION PRELIMINAIRE		
Recenser les solutions technologiques existantes permettant de répondre au cahier des charges	C3.6	6
Modéliser l'architecture de la solution retenue avec les diagramme appropriés SysML ou UML - présenter les solutions (bdd)	C2.4,C3.3, C3.8	6
Choisir les solutions	C2.4,C3.3, C3.8	8
Définir un protocole d'échange entre les participants	C3.3, C3.8	2
Prise en main du module Bluetooth	C3.3, C3.8	6
Prise en main du module WiFi	C3.3, C3.8	6
Représenter avec un logiciel de CAO électronique	C3.3	7
REVUE DE PROJET N°1 - Conception préliminaire		
CONCEPTION DETAILLEE		
Produire les diagrammes sysM/UML adéquats (ibd,sd, stm ...)	C3.10	8
Réaliser le module logiciel permettant de récupérer le choix du formateur à proximité	C3.10	25
Réaliser le module logiciel permettant de récupérer le choix du formateur à Distance	C3.10	25
REVUE DE PROJET N°2 - Conception détaillée		
PROTOTYPAGE / REALISATION		

Fin des modules logiciels	C3.10	16
Fabrication de la carte électronique	C4.1, C4.5	26
Assembler les modules	C4.4	8
Produire la documentation technique du projet	C4.7	4
REVUE DE PROJET N°3- Réalisation		
QUALIFICATION - INTEGRATION - VALIDATION		
Assembler et tester les cartes électroniques et les modules logiciels	C4.1, C4.5	12
Finaliser la documentation technique du projet	C4.7	4
REVUE DE PROJET - Validation		
SOUTENANCE FINALE DU PROJET		

Élève 3 : Commande par tablette :

- Choisir les scénarios
- Choix du mode accéléré
- Restitution des informations mannequins : température, humidité, bonnet, couverture et état des leds et ruban à leds

SPECIFICATION / PLANIFICATION		
Prendre connaissance du support du projet	C3.1, C2.2	2
Décoder le cahier des charges fourni par les enseignants (diagrammes des cas d'utilisation et des exigences SysML)	C3.1, C2.2	2
S'approprier la répartition des tâches communiquées par les enseignants	C3.1, C2.2	2
CONCEPTION PRELIMINAIRE		
Recenser les solutions technologiques existantes permettant de répondre au cahier des charges	C3.6	6
Modéliser l'architecture de la solution retenue avec les diagramme appropriés SysML ou UML - présenter les solutions (bdd)	C2.4,C3.3, C3.8	6
Choisir les solutions	C2.4,C3.3, C3.8	8
Définir un protocole d'échange entre les participants	C3.3, C3.8	2
Prise en main du module de communication bluetooth	C3.3, C3.8	3
Prise en main d'Applinventor	C3.3, C3.8	16
REVUE DE PROJET N°1 - Conception préliminaire		
CONCEPTION DETAILLEE		
Produire les diagrammes sysM/UML adéquats (ibd,sd, stm ...)	C3.10	8
Proposer une maquette de l'application	C3.3, C3.8	10
Réaliser l'application : choisir le scénario	C3.10	13
Réaliser l'application : choisir le mode accéléré	C3.10	13

Réaliser l'application : restitution états mannequin	C3.10	14
REVUE DE PROJET N°2 - Conception détaillée		
PROTOTYPAGE / REALISATION		
Fin des modules logiciels	C3.10	16
Fabrication de la carte électronique	C4.1, C4.5	26
Assembler les modules	C4.4	8
Produire la documentation technique du projet	C4.7	4
REVUE DE PROJET N°3- Réalisation		
QUALIFICATION - INTEGRATION - VALIDATION		
Assembler et tester les cartes électroniques et les modules logiciels	C4.1, C4.5	12
Finaliser la documentation technique du projet	C4.7	4
REVUE DE PROJET - Validation		
SOUTENANCE FINALE DU PROJET		

Élève 4 : Commande à distance :

- Choisir les scénarios
- Choix du mode accéléré
- Restitution des informations mannequins : température, humidité, bonnet, couverture et état des leds et ruban à leds

SPECIFICATION / PLANIFICATION		
Prendre connaissance du support du projet	C3.1, C2.2	2
Décoder le cahier des charges fourni par les enseignants (diagrammes des cas d'utilisation et des exigences SysML)	C3.1, C2.2	2
S'approprier la répartition des tâches communiquées par les enseignants	C3.1, C2.2	2
CONCEPTION PRELIMINAIRE		
Recenser les solutions technologiques existantes permettant de répondre au cahier des charges	C3.6	6
Modéliser l'architecture de la solution retenue avec les diagramme appropriés SysML ou UML - présenter les solutions (bdd)	C2.4,C3.3, C3.8	6
Choisir les solutions	C2.4,C3.3, C3.8	8
Définir un protocole d'échange entre les participants	C3.3, C3.8	2
Prise en main du module de communication bluetooth	C3.3, C3.8	3
Prise en main de la carte cible et sa programmation	C3.3, C3.8	16
REVUE DE PROJET N°1 - Conception préliminaire		
CONCEPTION DETAILLEE		
Produire les diagrammes sysM/UML adéquats (ibd,sd, stm ...)	C3.10	8

Proposer une maquette de l'application	C3.3, C3.8	10
Réaliser l'application : choisir le scénario	C3.10	13
Réaliser l'application : choisir le mode accéléré	C3.10	13
Réaliser l'application : restitution états mannequin	C3.10	14
REVUE DE PROJET N°2 - Conception détaillée		
PROTOTYPAGE / REALISATION		
Fin des modules logiciels	C3.10	16
Fabrication de la carte électronique	C4.1, C4.5	26
Assembler les modules	C4.4	8
Produire la documentation technique du projet	C4.7	4
REVUE DE PROJET N°3- Réalisation		
QUALIFICATION - INTEGRATION - VALIDATION		
Assembler et tester les cartes électroniques et les modules logiciels	C4.1, C4.5	12
Finaliser la documentation technique du projet	C4.7	4
REVUE DE PROJET - Validation		
SOUTENANCE FINALE DU PROJET		

Date revues de projet

REVUE DE PROJET N°1 - Conception préliminaire

-> semaine S03-2022 (mi janvier)

REVUE DE PROJET N°2 - Conception détaillée

-> semaine S10-2022 (début mars)

REVUE DE PROJET N°3- Réalisation

-> semaine S17-2022 (début fin avril)

SOUTENANCE FINALE DU PROJET

-> semaine S24-2022 (mi juin)

--

Description structurelle du système :

Principaux constituants :	Caractéristiques techniques :
Capteurs sans fils	Choix effectué par les candidats
Clavier mécanique	Choix effectué par les candidats
Badge RFID	Carte existante dans la section
Lecteur d'empreinte	Carte existante dans la section

Inventaire des matériels et outils logiciels à mettre en œuvre par les candidats :

Désignation :	Caractéristiques techniques :
Cartes de prototypage rapide	Nucleo board/ Arduino / RaspberryPi
Logiciel de saisie de schéma et de routage	Proteus
Plateforme de développement logiciel	Mbed, Keil uvision, python, Arduino
Matériel d'implantation de CMS	
Four de fusion de CMS	

Tâches	Revus	Contrats de tâche	Compétences	Candidat_1	Candidat_2	Candidat_3	Candidat_4	
		Expression fonctionnelle du besoin						
T1.4	R2	Vérifier la pérennité et mettre à jour les informations	C2.1	x	x	x	x	
T2.1	R2	Collecter des informations nécessaires à l'élaboration du cahier des charges préliminaire	C2.2					
T2.3	R2	Formaliser le cahier des charges	C2.3 C2.4					
T3.1	R2	S'approprier le cahier des charges	C3.1	x	x	x	x	
T3.3	R2	Élaborer le cahier de recette	C3.5	x	x	x	x	
T3.4	R2	Négocier et rechercher la validation du client	C2.4	x	x	x	x	
		Conception						
T4.1	R3	Identifier le comportement d'un constituant	C3.1 C4.1	x	x	x	x	
T4.2	R3	Traduire les éléments du cahier des charges sous la forme de modèles	C3.1	x	x	x	x	
T4.3	R3	Rédiger le document de recette	C3.5	x	x	x	x	
T5.1	R3	Identifier les solutions existantes de l'entreprise	C3.1 C3.6	x	x	x	x	
T5.2	R3	Identifier des solutions issues de l'innovation technologique	C3.1 C3.6					
T5.4	R2	Sélectionner et/ou adapter une ou des solutions selon le contexte technicoéconomique	C3.8					
T6.1	R3	Prendre connaissance des fonctions associées au projet et définir les tâches	C2.4 C2.5	x	x	x	x	
T6.2	R3	Définir et valider un planning (jalons de livrables)	C2.3 C2.4 C2.5	x	x	x	x	
T6.3	R3	Assurer le suivi du planning et du budget	C2.1 C2.3 C2.4 C2.5	x	x	x	x	
		Réalisation						
T7.1	R3	Réaliser la conception détaillée du matériel et/ou du logiciel	C3.1 C3.3 C3.6 C3.8 C3.10	x	x	x	x	
T7.2	RF	Produire un prototype logiciel et/ou matériel	C3.9 C4.1 C4.2 C4.3 C4.4 C4.6 C4.7	x	x	x	x	
T7.3	RF	Valider le prototype	C3.5 C4.5	x	x	x	x	
T8.1	RF	Définir une organisation ou un processus de maintenance préventive	C2.1					
T8.2	RF	Définir une organisation ou un processus de maintenance curative	C2.1	x	x	x	x	
T9.2	RF	Installer un système ou un service	C2.5	x	x	x	x	
T10.3	RF	Exécuter et/ou planifier les tâches professionnelles de MCO	C2.3					
T11.3	RF	Assurer la formation du client	C2.2 C2.5	x	x	x	x	
T12.1	RF	Organiser le travail de l'équipe	C2.3 C2.4 C2.5	x	x	x	x	
T12.2	RF	Animer une équipe	C2.1 C2.3 C2.5	x	x	x	x	
		Vérification des performances attendues						
T9.1	RF	Finaliser le cahier de recette	C3.1 C3.5 C4.5	x	x	x	x	
T10.4	RF	Proposer des solutions d'amélioration du système ou du service	C3.6	x	x	x	x	

Avis de la commission

- Les concepts et les outils mis en œuvre par le candidat (1-2-3-4-5)... correspondent au niveau des exigences techniques attendu pour cette formation :

oui / à reprendre pour le candidat (1-2-3-4-5)

- L'énoncé des tâches à réaliser par le candidat (1-2-3-4-5)... est suffisamment complet et précis :

oui / à reprendre pour le candidat 1-2-3-4-5

- Les compétences requises pour la réalisation ou les tâches confiées au candidat (1-2-3-4-5) sont en adéquation avec les savoirs et savoir-faire exigés par le référentiel :

oui / à reprendre pour le candidat (1-2-3-4-5)

- Le nombre d'étudiants est adapté aux tâches énumérées :

oui / trop / insuffisant

Commentaires

Date :

Le président de la commission