



L^AT_EX-MEC3900-Projet Intégrateur III

Nom	Matricule	Signature
Adam Arzouni	1853886	<i>Adam Arzouni</i>

Conception d'un système de contrôle de lumière et de détection de mouvement dans une chambre d'enfant en intégrant l'assistante vocale Alexa

17 février 2021

Présenté à
Abdelhak Oulmani

Département de Génie Mécanique
École Polytechnique de Montréal
Hiver 2021

Résumé

Le projet en question a pour but de concevoir et de développer un appareil qui contrôle l'éclairage dans une chambre d'enfant. Cette conception peut aussi détecter un mouvement si l'enfant s'est réveillé en pleine nuit sans supervision.

La cliente, Madame Donia, veut surveiller le sommeil de son enfant afin de créer et maintenir une saine hygiène de sommeil. Le projet est en phase préliminaire : une idéation, détermination des objectifs et des attentes du client et finalement un cahier de charge ont été faits.

Les fonctions principales du prototype sont pour le moment : allumer la lumière, éteindre la lumière et capter le mouvement de l'enfant. Afin d'accomplir ces tâches, le dispositif doit être connecté au réseau Wifi pour pouvoir envoyer le signal aux parents. Pour cela, l'assistante vocale Alexa va être dans la phase finale de la réception du message.

Par la suite, les parents recevront une notification alerte sur leur téléphone, sur l'application téléphonique Alexa ou sur le PC. Ce biais de message doit être fait d'une manière efficace pour avoir des résultats concrets et triompher. Ces résultats pourront être utilisés afin d'étudier les stades normaux de sommeil. Étant donné que les fonctions principales et complémentaires seront établies dans cette étude, la prochaine étape consistera à en choisir un concept valide selon les contraintes et les critères validés par la cliente afin de produire un prototype fonctionnel.

Mots clés : Automatisation, Maison intelligente, Hygiène de sommeil, L'assistante vocale Alexa, Programmation avec Arduino.

Table des matières

Liste des tableaux	ii
1 Introduction	1
2 Objectif et méthodologie	2
2.1 Pourquoi Alexa ?	3
3 Revue de la documentation	3
3.1 Les savoirs, les savoir-faire et les savoir-être	3
3.2 Travaux antérieurs	5
3.3 Importance de l'hygiène de sommeil chez les enfants	5
3.4 Étude de concurrence	6
4 Les besoins du client	8
5 Spécifications techniques et de conception	8
6 Cahier de charges	9
7 Conclusion	12
8 Annexe A	13
8.1 Liste de questions émises au client	13
9 Références	14

Liste des tableaux

1	Tableau représentant les différentes connaissances et habiletés techniques acquises en les distinguant par leur niveau de maîtrise et leur méthode d'acquisition.	4
2	Tableau représentant les fonctions principales	9
3	Tableau représentant les fonctions complémentaires	10
4	Tableau représentant les fonctions contraintes	11

Table des figures

1	Processus de fonctionnement	2
2	Alexa, par ADT, s.d. (https ://www.adt.com/alexa).© 2021 ADT. Reproduit avec permission.	3
3	Sommeil moyen selon l'âge,CHU Sainte-Justine,2018	6
4	Détecteur de mouvement.Philips Hue.S.d.	7

1 Introduction

« Maman, j'ai peur dans le noir ! » est une phrase fréquemment exprimée par le garçon de ma cousine, Madame Donia, qui ne peut dormir sans lumière. Ce problème peut affecter la santé mentale et physique de l'enfant en générale et la qualité du sommeil de toute la famille. En effet, chaque nouveau parent perd 109 minutes de sommeil chaque nuit pendant la première année après avoir eu un bébé (Webber, 2019).

Pour cela, **contrôler la lumière d'une chambre d'un enfant à distance** doit être pensé avec soin. Éteindre la lumière après que les enfants s'endorment sans les réveiller est un problème inévitable que les parents rencontrent quotidiennement. De plus, les parents sont angoissés à ce que leur enfant se réveille en pleine nuit sans qu'ils s'en rendent compte et se blesse.

Les **dispositifs qui peuvent aider ces parents sont généralement coûteux** et ceux-ci n'ont pas toujours les moyens de s'en procurer un. Pour résoudre le problème mentionné ci-dessus, le dispositif ciblé permettra de **détecter les mouvements et avertira un parent si l'enfant s'est réveillé ou s'est levé de son lit en pleine nuit en donnant aux parents le choix de contrôler la lumière de la chambre.**

Ce rapport couvre la définition du problème et formule une méthodologie pour pouvoir résoudre la problématique actuelle ainsi qu'une analyse détaillée des besoins du client pour aboutir à une solution valable.

La structure de ce rapport se résume de la façon suivante :

- Chapitre 1 : Présentation de l'objectif du client.
- Chapitre 2 : Importance de l'hygiène de sommeil chez les enfants.
- Chapitre 3 : Travaux antérieurs.
- Chapitre 4 : Lacunes dans les savoirs et les savoir-faire.
- Chapitre 5 : Une revue sur les produits sur le marché.
- Chapitre 6 : Les besoins du client.
- Chapitre 7 : Présentation d'un cahier de charges fonctionnel englobant les besoins et les fonctions du problème.
- Annexe A : Liste de questions émises au client.

2 Objectif et méthodologie

L'objectif du projet est de tracer un chemin entre la situation actuelle vers une situation fonctionnelle dans le futur afin de satisfaire les attentes du client, dans ce cas-ci, ma cousine. Ce rapport met en évidence également l'importance de l'hygiène de sommeil chez les enfants et essaye de transformer la chambre de sommeil en un espace confortable et sécuritaire. La technologie à concevoir a pour but d'avertir les parents s'il y a mouvement via l'assistante vocale *Alexa* connectée à un réseau Wifi.

L'organigramme 1 présente le fonctionnement du processus.

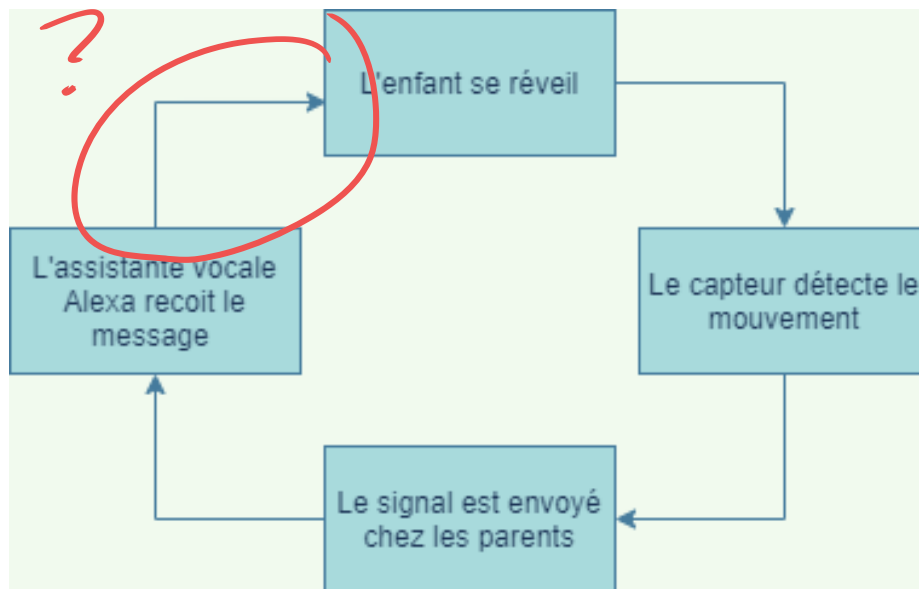


Fig. 1 – Processus de fonctionnement

Pour concevoir ce projet, les tâches suivantes devront être réalisées dans cette étude :

- Évaluation et recherche des produits actuellement existants sur le marché (Benchmarking).
- Réaliser une recherche avancée sur le fonctionnement d'Arduino esp8266 et comment la connecter au réseau Wifi.
- Établissement d'un cahier de charges grâce aux informations récoltées.
- Exploration des pistes de solutions possibles en les schématisant.
- Choix d'une solution optimale en se basant sur la matrice de décision.

- Concevoir un modèle 3D de la solution possible (compartiment de la boîte et circuit électrique).
- Fabriquer un prototype.

2.1 Pourquoi Alexa ?

Comment ?
Écran tactile + Siri ?



Fig. 2 – Alexa, par ADT, s.d. (<https://www.adt.com/alexa>).© 2021 ADT. Reproduit avec permission.

Ce paragraphe ne répond pas réellement à la question. Est-ce une exigence du client ?

Alexa est considérée l'un des principaux acteurs sur le marché des **assistants vocaux**. En effet, *Amazon* revendique aujourd'hui 100 millions d'appareils vendus avec la voix d'Alexa (Danilewsky, 2019). Un chiffre qui devrait continuer à grimper dans les années suivantes dues à la dépendance humaine pour la technologie. En effet, cette reconnaissance vocale permet de faciliter la vie des gens. Désormais, pour une information ou une simple demande comme allumer la lumière, ces enceintes assurent un service efficace et rapide.

3 Revue de la documentation

3.1 Les savoirs, les savoir-faire et les savoir-être

Être compétent, c'est posséder les aptitudes nécessaires lors de la planification, l'exécution et la conception du dispositif. Mais être compétent se traduit aussi par la capacité à adopter

Droit au but !

~~et mettre en pratique des nouveaux savoir, savoir-être et savoir-faire~~

Le savoir dévoile toutes les connaissances acquises lors des études, des recherches tandis que le savoir-faire met en évidence les expériences et les pratiques qui ont un effet de levier sur l'application d'une connaissance, d'un savoir.

En revanche, le savoir-être souligne les aptitudes et les valeurs personnelles et professionnelles. Ces qualités reflètent des actions ou des rétroactions à un problème ou un sujet critique (Groupe Conseil Saint-Denis, 2019).

Le tableau 1 souligne les différentes connaissances et habiletés techniques acquises en les distinguant par leur niveau de maîtrise et leur méthode d'acquisition.

Habiletés	Type	Niveau de maîtrise	Acquisition
Arduino	Savoir	Expert	MEC2115
Le professionnalisme	Savoir-être	Intermédiaire	MEC1205
Langage C++	Savoir-faire	Expert	Formation externe

Tab. 1 – Tableau représentant les différentes connaissances et habiletés techniques acquises en les distinguant par leur niveau de maîtrise et leur méthode d'acquisition.

Structure peu claire de la revue de doc.

Arduino, une carte électronique programmable utilisée dans les applications de prototypage électronique. Nombreuses bibliothèques de programmation sont disponibles gratuitement avec diverses fonctions déjà implémentées. À cause de la simplicité d'utilisation et de la facilité d'intégration avec n'importe quel projet, Arduino est un super outil pour la bidouille électronique (Eskimon & Olyte, 2020).

Arduino présente plusieurs types de cartes programmables, mais dans le contexte de ce projet on s'intéresse amplement à des cartes qui ont une capacité de connexion au serveur web comme Arduino ESP8266 NodeMCU.

En outre, le C++ est un langage de niveau incontournable au sein des programmeurs et de développeurs des moteurs de jeu et des applications de bureaux. C'est un langage utilisé surtout dans les simulateurs, les serveurs de transaction financière et les logiciels de design ou avec Arduino. D'où la nécessité de l'apprendre afin de comprendre les algorithmes et réaliser les projets.

Pour terminer, le cours magistral de méthodes expérimentales et instrumentation en mécanique introduit le logiciel LabVIEW qui s'intègre avec Arduino. Tous les travaux pratiques de laboratoire et les expériences de conception du système informatisé mettent en œuvre les habiletés expérimentales et valident les connaissances dans le monde de pratique et de programmation.

Au niveau des habiletés personnelles et relationnelles, le cours de travail en équipe collaboratif a permis d'établir une communication professionnellement avec l'entourage de travail précisément avec le client.

De plus, les notions acquises dans ce cours ont dévoilé les méthodes pour accepter une rétroaction critique sur le projet. Cependant, les habiletés personnelles sont un point à développer par rapport à mes aptitudes, mais avec tous les exposés oraux, le travail d'équipe et les expériences professionnelles reçues tout le long de ma scolarité, j'ai pu développer mes expériences professionnelles d'ingénierie.

Quelle est la pertinence de ces infos pour le cadre théorique ?

3.2 Travaux antérieurs

En 2006, S. M. Anamul Haque, S. M. Kamruzzaman et Md. Ashraful Islam ont proposé un système intitulé « Un système de commande d'appareils ménagers intelligents ». Ce dernier est une interface intelligente basée sur l'interaction vocale ou par minuterie qui permet de contrôler les appareils ménagers à l'aide du système Visual Basic 6.0. Ils ont mis en évidence la possibilité de contrôler les appareils avec une interface graphique.

Un autre appareil fabriqué par Potamitis, Georgila, Fakotakis et Kokkinakis, G. (2003) permet l'utilisation d'une commande vocale adaptée aux personnes handicap afin d'interagir à distance avec les appareils ménagers.

3.3 Importance de l'hygiène de sommeil chez les enfants

Le sommeil de l'enfant est un enjeu de santé qui favorise leur bien-être et stimule leur mémoire. Le sommeil permet à l'enfant de retenir les études et l'apprentissage à l'école. Sinon, des répercussions irréversibles sur la santé mentale et physique de l'enfant pourraient

La conception ne porte pas là-dessus, l'utilisation d'Alexa est déjà imposée, et sa capacité à contrôler la lumière est connue. Qu'en est-il de la détection du mouvement et de l'intégration ?

avoir un effet sur lui-même dans leur vie quotidienne(Lacombe, 2018). La période de sommeil de l'enfant dépend de l'âge, de l'environnement et des routines du sommeil. L'illustration 3 présente la variation du sommeil moyen chez les enfants et les adultes en fonction de l'âge.

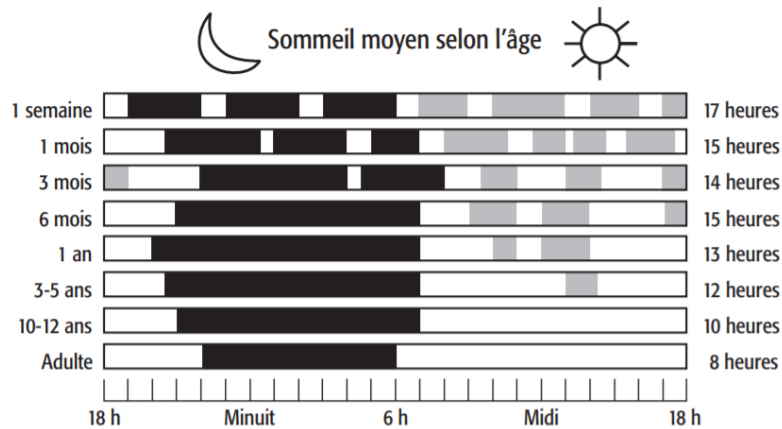


Fig. 3 – Sommeil moyen selon l'âge,CHU Sainte-Justine,2018

3.4 Étude de concurrence

L'analyse du marché permet de déterminer les avantages, les faiblesses et les points à améliorer dans un projet. C'est un point indispensable dans le processus de conception. Pour cela, les étapes suivantes articulent comment réaliser une étude de la concurrence pour la possibilité de gagner du terrain :

1. Qui sont les concurrents ?
2. Quels sont leurs points forts et leurs points faibles ?
3. Quelles sont les différences entre les deux projets présentés ?

En premier, et après une analyse détaillée du marché, la compagnie *Philips* fournit un détecteur de mouvement pour des lampes intelligentes. Le capteur de mouvement de *Philips Hue* allume les lumières *Hue* quand le mouvement est détecté. Cette invention présente plusieurs points forts comme (Philips Hue, s.d.) :

- Un produit **mobile** : L'arrière du produit contient un aimant ou des vis qui permettent une fixation stable sur un mur ou n'importe où.

- **Capteur de lumière intégré :** Cette fabrication englobe un capteur de lumière (ALS) réglable suivant l'intensité du soleil.
- **Cette conception est sans fils et alimenté par des piles.**



Fig. 4 – Détecteur de mouvement.Philips Hue.S.d.

Points faibles (Philips Hue, s.d.) :

- La nécessité d'avoir un **serveur Hue pour** alimenter les lumières.
- La nécessité d'acheté les lumières *Philips hub*.
- **Un coût élevé** pour acheter les extensions plus de 273 \$ +tx.
- La possibilité d'ajouter 50 lumières intelligentes sur un seul *Philips hub*.

Les avantages de ce projet par rapport au détecteur de mouvement fourni par *Philips* :

- La collecte des données peut fournir des statistiques sur l'hygiène de sommeil de l'enfant.
- La possibilité de contrôler la lumière avec un téléphone ou un PC ou avec l'assistante vocale *Alexa*.
- La capacité de contrôler l'éclairage par minuterie ou par planification suivant une heure, une journée fixe.
- Un prototype avec un coût abordable (moyenne de 40\$).
- La futilité d'acheter des extensions comme des lumières intelligentes ou un *Philip hub* pour un bon fonctionnement. Cette conception peut fonctionner avec des lampes standards.
- La possibilité d'ajouter des extensions facilement (détecteur de feu, détecteur de gaz) pour des futures applications.
- La possibilité d'ajouter un nombre illimité de lumières sur le serveur.

4 Les besoins du client

Pour formuler une solution fonctionnelle, les attentes du client être claires et bien notées :

1. Le produit final doit avoir un coût modéré.
2. Le produit final doit être en mesure d'allumer et éteindre la lumière en assurant une supervision 24/7.
3. Connectivité : Le système d'automatisation pourra être contrôlé à partir d'un PC central, Internet, et également accessible à distance via l'assistante vocale *Alexa*.
4. Esthétisme : le design se veut simple, mais beau visuellement.
5. La rapidité du temps de réponse
6. Légèreté : une masse à vide de 1kg (+/- 0.2 kg)

5 Spécifications techniques et de conception

Il est indispensable de générer un cahier de charge en se basant sur les besoins du client pour encadrer toutes les attentes du projet. Cet outil de pilotage permet également

d'adresser toutes les fonctions principales, complémentaires et les fonctions contraintes lors de la conception ainsi que la fabrication du prototype. Les trois fonctions principales se déclinent comme ce suit :

- Allumer l'objet désiré (la lumière)
- Détecter le mouvement
- Éteindre l'objet désiré

Dans le tableau ci-dessous, les spécifications de conception sont surlignées en gris. Un facteur K variant de 1 à 5 établit l'importance de chaque fonction. Un critère et un niveau ont également été assignés à chaque fonction pour assurer le respect des consignes du projet.

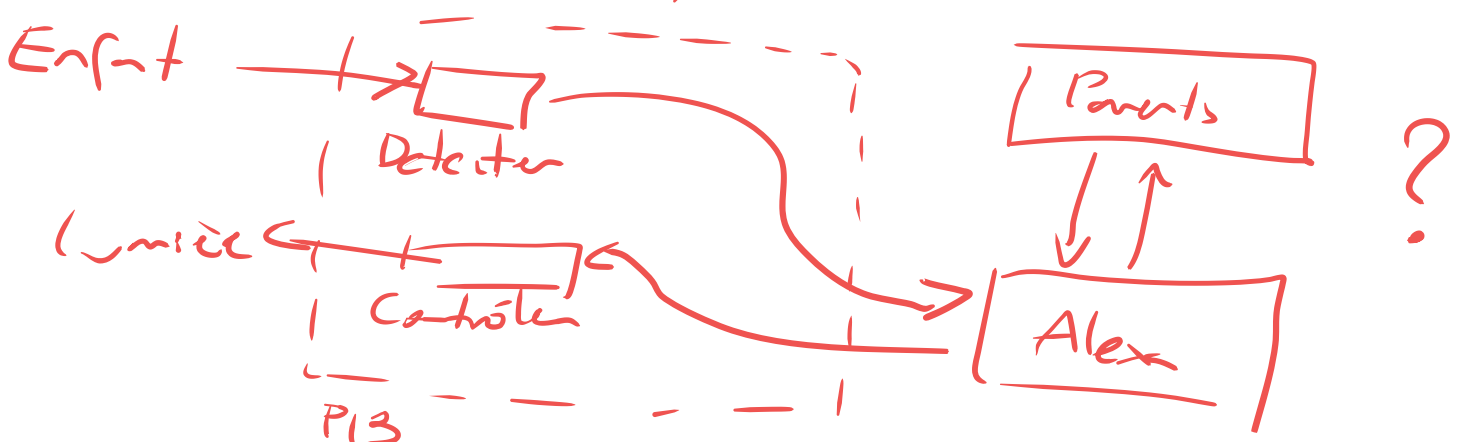
6 Cahier de charges

Commentaire avec Alex?

No.	RÉV.	FONCTION	K	CRITÈRE	NIVEAU	FLEXIBILITÉ	COMMENTAIRES
FP	#	Fonctions principales	Importance /5				
FP-1.0	0	Allumer l'objet désiré (la lumière)	5	-	-	Aucune	Le dispositif doit pouvoir allumer l'objet désiré dans toutes les circonstances
FP-02	0	Détection du mouvement	5	Pouvoir détecter le mouvement dans une chambre de dimensions standard	Moyenne de 5 mètres	Dimensions < 5m	Le dispositif doit détecter le mouvement toutes les circonstances
FP-03	0	Éteindre l'objet désiré (la lumière)	5	-	-	Aucune	Le dispositif doit pouvoir allumer l'objet désiré dans toutes les circonstances

Tab. 2 – Tableau représentant les fonctions principales

Que fait le système?



FC	#	Fonctions complémentaires	Importance /5				
FC-0	0	Optimiser l'angle de détection utilisé pour détecter le mouvement	5	Pouvoir de détecter le mouvement dans la chambre	Angle de détection : 100 degrés horizontal et vertical	Direction réglable jusqu'à 60 degrés horizontalement et 60 degrés vertical	Ajuster la sensibilité suivant la dimension de la chambre et le nombre de répétitions du signal
FC-01	0	Être résistant au choc	4	Test de choc	Doit rester intact lors d'une chute libre	Aucune	Le dispositif doit pouvoir résister à une collision en cas de choc avec la terre, ceci assure une intégrité structurelle en cas de panne
FC-02	0	Minimiser la masse du dispositif	3	Masse du prototype	1 kg	+/-0.3kg	La masse est un nombre approximé pour le moment
FC-03	0	Optimiser la consommation d'électricité précisément au temps d'inactivation	3	Consommation d'électricité (Régulateur du voltage)	-Mode active: 0.2 mA - Mode de mise hors tension : 0.1A - Mode économie d'énergie 0.75A.	<200mA	Pouvoir de consommer moins d'énergie
FC-04	0	Optimiser le soin donné dans l'assemblage des composantes	1	Évaluation visuelle (note de (1 à 5))	Moyenne de 3.5	3.5 et plus	-
FC-05	0	Optimiser le fini des pièces usinées	1	Évaluation visuelle (note de (1 à 5))	Moyenne de 3.5	3.5 et plus	-
FC-06	0	Optimiser le soin donné à regrouper et fixer ou à dissimuler les fils électriques	1	Évaluation visuelle (note de (1 à 5))	Moyenne de 3.5	3.5 et plus	-
FC-07	0	Optimiser l'esthétique du dispositif	1	Évaluation visuelle (note de (1 à 5))	Moyenne de 3.5	3.5 et plus	-

Tab. 3 – Tableau représentant les fonctions complémentaires

CO	#	Fonctions contraintes	Importance /5				
CO-1	0	Être sécuritaire	5	-	-	Aucune	La sécurité est une priorité
CO-2	0	Minimiser le cout de production	5	Argent dépensé pour la conception	Budget du produit (40\$)	+/-15\$	-Avoir un cout modéré est un besoin du client. -Facteur important pour des raisons de concurrence.
CO-3	0	Dépanner les problèmes facilement	4	En utilisant simulateur de moniteur série	-	-	La possibilité d'associer un problème spécifique avec une DEL de coulée unique
CO-3	0	Respecter le principe de 4R	3	Respect d'un nombre suffisant de R	Respect d'au moins 3 de 4 R	Aucune	-Matériaux réutilisables -Matériaux recyclables -Facilement réparables
CO-4	0	Contrôler le temps pour recevoir la commande sur l'assistante vocale Alexa	5	Pouvoir de recevoir la commande via Alexa dans un temps de latence minime (Test de ping)	Temps de latence : de 30 ms à 100 ms	+/-30ms	Le dispositif doit être en mesure de réaliser toutes les actions indiquées par le client

Tab. 4 – Tableau représentant les fonctions contraintes

7 Conclusion

Le but de l'étude couverte par ce rapport était de formuler l'objectif et les angles d'attaque du problème afin de satisfaire les exigences du client. De plus, des besoins et des fonctions ont été élaborés suivant la priorité du client pour encadrer toutes les attentes du projet.

Les fonctions principales du prototype sont pour le moment : allumer la lumière, éteindre la lumière et capter le mouvement de l'enfant.

Les prochaines étapes du projet consisteront à élaborer des concepts valables. Ces concepts doivent passer dans une phase d'élimination par le biais de la matrice de décision.

Il sera question s'entreprendre la conception d'un prototype et faire des analyses constructives pour vérifier son fonctionnement. Cette étude permettra aussi de comprendre les cycles et les stades de sommeil chez les enfants et mettra en évidence l'importance des siestes pendant la journée.

8 Annexe A

8.1 Liste de questions émises au client

Ce document comporte une liste de questions qui ont été posées au client à la suite de la mise en contexte du projet.

1. Est-ce que vos enfants souffrent de trouble de sommeil fréquemment ?
2. Qu'est-ce que vous entendez d'un projet à coût abordable ?
3. Est-ce que vous êtes conscient des stades de sommeil normaux d'un enfant ?
4. Est-ce que vous avez l'assistante vocale Alexa dans votre chambre ?
5. Quelles sont les dimensions de la chambre de votre enfant ?
6. Quelles sont les exigences sévères que devra subir le produit final ?
7. Que pensez-vous d'une maison intelligente ?

9 Références

- [1] ADT. (sd). Alexa [Photographie].Tiré de : <https://www.adt.com/alexa>
- [2] CHU Sainte-Justine.(juin 2018). Sommeil moyen selon l'âge. [Illustration].Tiré de : https://www.chusj.org/getmedia/0f812117-f8fa-4d6d-b934-e62bf3d96096/depliant_F-591_Hygiene-du-sommeil-6-a-24-mois_web.pdf.aspx?ext=.pdf
- [3] Danilewsky, F. (8 janvier 2019). Amazon révèle le nombre d' Alexa dans les foyers.Idboox.Tiré de : <https://www.idboox.com/smartphone/amazon-revele-le-nombre-d-alexa-dans-les-foyers/>
- [4] Eskimon, & Olyte. (12 juillet 2020). Présentation d'Arduino.Zeste de Savoir .Tiré de : https://zestedesavoir.com/tutoriels/686/arduino-premiers-pas-en-informatique-embarquee/742_decouverte-de-larduino/3414_presentation-darduino/
- [5] Groupe Conseil Saint-Denis. (10 juin 2019).Savoir, savoir-être, savoir-faire : le trio gagnant en entreprise.. Tiré de : <https://www.gcscd.qc.ca/articles/savoir-savoir-etre-savoir-faire-le-trio-gagnant-en-entreprise/>
- [6] Haque, S., Kamruzzaman, S., & Islam, M. (2006). A System for Smart-Home Control of Appliances Based on Timer and Speech Interaction. Tiré de :<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1009/1009.4992.pdf>
- [7] Lacombe, M. L. (juin 2018). Hygiène du sommeil pour l'enfant de 6 à 24 mois.CHU Sainte-Justine.Tiré de : https://www.chusj.org/getmedia/0f812117-f8fa-4d6d-b934-e62bf3d96096/depliant_F-591_Hygiene-du-sommeil-6-a-24-mois_web.pdf.aspx?ext=.pdf
- [8] Potamitis, I., Georgila, K., Fakotakis, N., & Kokkinakis, G. (2003.). An integrated system for smart-home control of appliances based on remote speech interaction.Tiré de : https://www.isca-speech.org/archive/archive_papers/eurospeech_2003/e03_2197.pdf
- [9] Philips Hue. (s.d.). Détecteur de mouvement [Illustration].Tiré de : <https://www.philips-hue.com/fr-ca/p/hue-detecteur-de-mouvement/046677473389>

- [10] Webber, J. (28 aout 2019)Reveals Just How Much Sleep New Parents Are Losing Nightly.Healthline.Tiré de : <https://www.healthline.com/health/parenting/new-parent-sleep-study#Heres-what-the-survey-found>