

Mohamed Amine OUADRHIRI



Rapport de stage de deuxième année

Stage assistant ingénieur :

Etude de système de capteurs pour une table de
préparation manuelle de poignées de documents.



Remerciement

Dans un premier temps, je tiens à remercier Monsieur Jean-François GUILLEMETTE qui m'a conseillé ce stage et qui a pris contact avec l'entreprise pour soumettre ma candidature. Je tiens également à remercier Monsieur Jean-Christophe MERCIER de m'avoir permis d'effectuer mon stage chez ADREXO Production. Je remercie mon tuteur de stage Monsieur Eric ROUX et l'équipe de technicien de maintenance qui m'a accompagnée tout au long de cette expérience professionnelle avec beaucoup de patience et de pédagogie. Ainsi qu'à l'ensemble du personnel de l'usine d'ADREXO Production pour le temps qu'ils ont bien voulu me consacrer au cours de ce stage.

Merci aux cadres bienveillants matins et au Directeur du site Monsieur Simohammed ABDENASSER qui chaque jour on fait en sorte de me faire découvrir leur poste en m'intégrant au mieux à leur équipe tout en me décrivant les phases clés de leur travail. Et enfin merci à tous ceux qui se sont intéressés à ma présence sur le site et à ma formation. Merci

Résumé et Abstract

Dans le cadre de mon cursus d'élève-ingénieur à l'École Nationale Supérieure des Techniques Avancées Bretagne (ENSTA Bretagne), je devais effectuer un stage de trois mois en tant qu'assistant ingénieur. Celui-ci doit nous permettre de prendre conscience du réel travail de l'ingénieur et nous confronter aux problèmes techniques et managériale que rencontre quotidiennement ce dernier.

J'ai choisi d'effectuer mon stage dans l'entreprise ADREXO Production où j'ai travaillé sur deux projets et où j'ai participé à plusieurs réunions où nous devions proposer des solutions à des problèmes rencontrés et pas précisément par rapport mon sujet. Le sujet principal de mon stage était l'étude d'un système de capteur pour une table de préparation de poignées manuelle, j'ai donc commencé par de la gestion de projet, j'ai ensuite dû tester plusieurs capteurs et j'ai enfin développé plusieurs algorithmes principalement de traitement d'images.

As part of my engineering studies at the Ecole Nationale Supérieure des Techniques Advanced Bretagne (ENSTA Bretagne), I was required to complete a three-month internship as an assistant engineer. This should enable us to have an of a real engineering experience and make us aware of the technical and managerial problems that any engineer encounters on a daily basis.

I chose to do my internship at ADREXO Production where I worked on two projects and where I participated in several meetings where we had to propose solutions to problems encountered and not precisely in relation to my subject. The main subject of my internship was the study of a sensor system for a manual preparation table, so I started with project management and system engineering, then I had to test different technologies of sensors and I had to develop several algorithms mainly in image processing.

Table des matières

Remerciement.....	2
Résumé et Abstract	3
Introduction	6
Présentation de l'organisme d'accueil et du sujet	7
Les tâches effectuées.	8
II.1. La table.....	8
Ingénierie Système	8
Solutions de capteurs proposées	14
Etude de la fiabilité des solutions proposées	19
Choix d'une solution et travail effectué sur celle-ci.....	22
Prototype	25
II.2. Système de vidéo surveillance.....	26
Apport du stage.....	27
CONCLUSION.....	28
Annexes :.....	30
Table des illustrations :	42
Bibliographie	43

Introduction

Dans le cadre de la validation de la deuxième année à l'ENSTA Bretagne, nous sommes amenés à réaliser un stage dont le but est d'assister un ingénieur afin d'avoir une vision plus claire sur ce qu'est le métier d'ingénieur ainsi que sur le travail que doit réaliser ce dernier. Cette expérience va donc nous permettre de valider les connaissances théoriques acquises tout au long de l'année scolaire.

J'ai ainsi réalisé un stage d'une durée de trois mois dans l'entreprise ADREXO Production où j'ai dû réaliser plusieurs tâches pour mener à bien le sujet qui m'a été confié.

En premier lieu, je vais commencer par présenter l'entreprise ADREXO Production et le contexte dans lequel s'inscrit mon sujet. Je ferai ensuite une synthèse du travail que j'ai réalisé en détaillant chaque tâche. Et enfin, je terminerai mon rapport par mes impressions sur le stage et ce qu'il m'a apporté pour ma future carrière d'ingénieur.

Présentation de l'organisme d'accueil et du sujet

ADREXO Production est une filiale de l'entreprise ADREXO spécialisée dans la distribution des publicités. Elle est la concurrente directe de La Poste dans ce domaine. Les publicités distribuées sont mises sous forme de poignées qui sont constituées soit dans des centres principaux de manière automatique, soit manuellement à domicile. ADREXO voulant éliminer la préparation à domicile, veut mettre au point des centres de constitution manuelle des poignées grâce à des tables dédiées à cela. Cette table devrait respecter certains critères vis-à-vis des opérateurs, et devrait également permettre au manager de suivre le travail de ces derniers. Ces critères ont été défini par un ergonome qui a rendu visite au centre de distribution d'Alençon.

En ce qui concerne ADREXO Production, c'est un centre de préparation des poignées de documents automatisés basé à Sorgue, Gargenville et Corbas. Dans chaque site on trouve un service de production et un service de logistique. Les trois sites ont une direction technique commune basée à Sorgues, là où s'est déroulé mon stage.

Lors du regroupement des documents publicitaires, ces derniers sont rangés en poignées de telle façon à être ciblés pour une zone bien définie dans un quartier d'une ville. L'entreprise connaissant au préalable le nombre d'immeubles ou de maisons dans chaque quartier, elle n'y prévoit de leur adresser que les publicités qui les concernent. Cette constitution est réalisée grâce à une machine de la marque Ferag, un constructeur suisse-allemand. Grâce à cette machine, ADREXO Production parvient à garantir à ses clients un taux de 98% de présence de leur document dans les poignées constituées.

A cause de quelques problèmes techniques, la machine tombe quelque fois en panne, ce qui implique une chute de productivité et dans certains cas, des retards de livraison.

Afin de remédier à cela, et pour éviter d'arrêter la production, ADREXO Production a eu l'idée d'adopter l'idée de la table manuelle de composition de documents, mais en y ajoutant quelques modifications. Ainsi, en prenant la même table et en y ajoutant des capteurs, l'entreprise pourra continuer à garantir aux clients le taux de présence de leurs documents. Ceci entre également dans le cadre de l'automatisation des ateliers.

Une première version de la table avait déjà été réalisée par mon tuteur. Ce dernier est parti sur un principe de box. Chaque document est posé dans une box où on y trouve six capteurs infrarouges connectés à un Arduino. Ensuite tous les Arduinos sont reliés à un Arduino principal lié à un clavier et un afficheur pour servir d'interface avec l'opérateur où il peut rentrer le nombre de poignées de documents à réaliser. Cette solution ne donne pas le résultat voulu et est un peu lente.

Les tâches effectuées.

II.1. La table

Ingénierie Système

Lors de la visite de l'ergonome, celui-ci a défini un certain nombre de critères que doit respecter la table. Il a ainsi défini la forme de la table ainsi que le mouvement que doit suivre l'opérateur pour constituer sa poignée de document en un temps minimal.

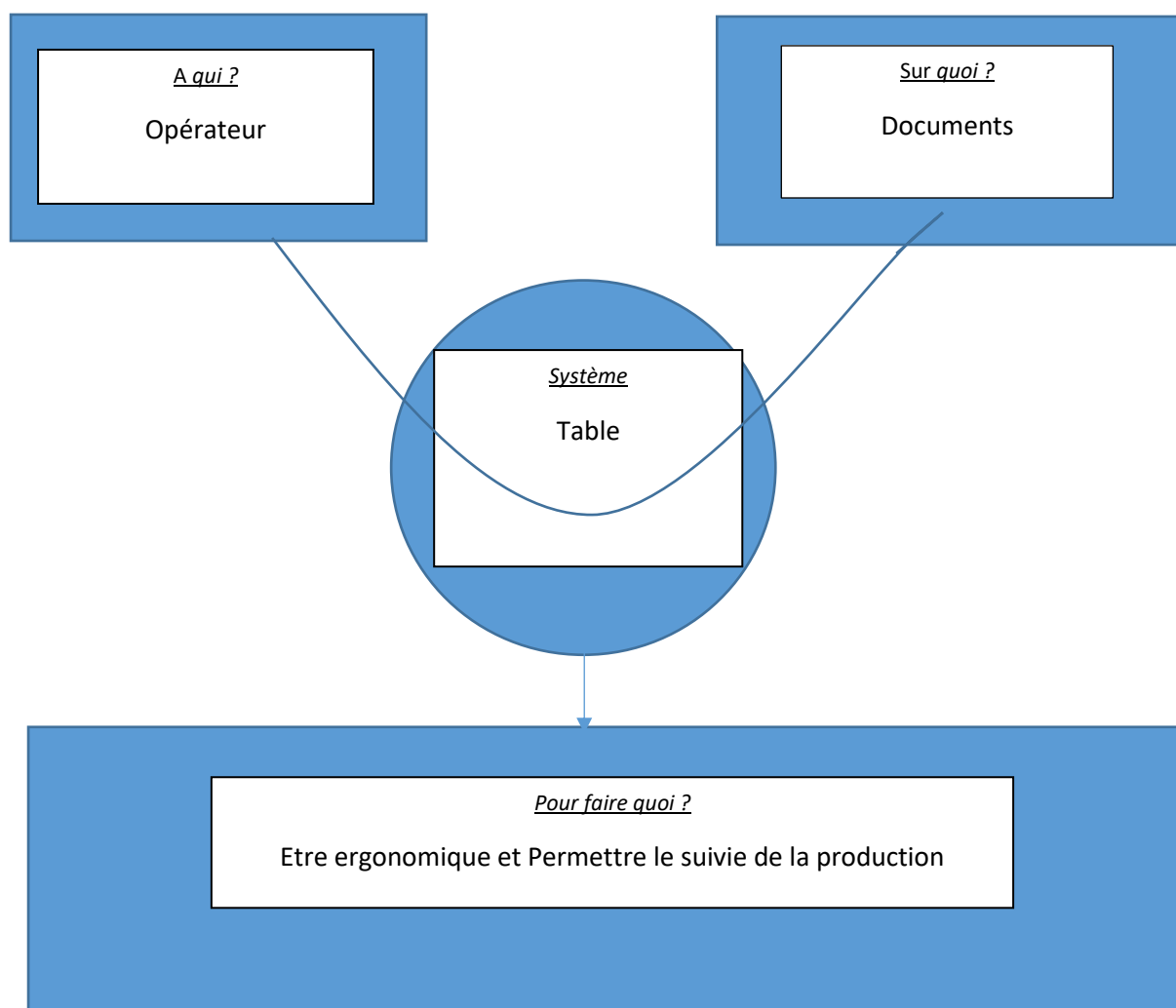
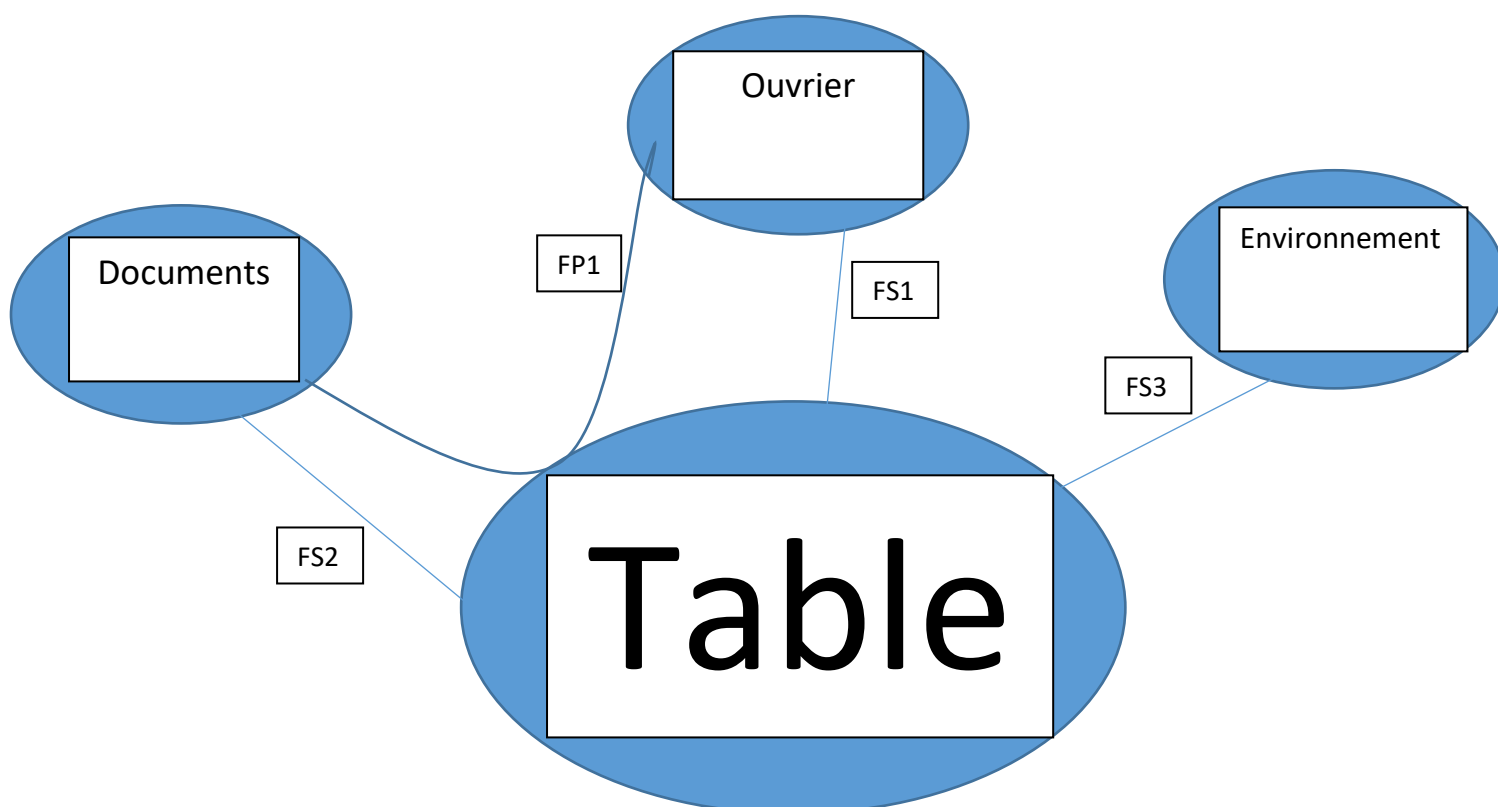


Figure 1 : Bête à corne

Cette table a pour but d'être ergonomique pour l'ouvrier et lui permet avec la plus grande facilité de prendre les flyers pour constituer une poignée de document. Tout ceci en étant le plus économe possible en nombre de gestes pour ne pas fatiguer l'opérateur. Elle permettra également de suivre la production grâce à des capteurs qui permettront de valider

chaque document pris ainsi que la poignée à la fin. La table doit également compter le nombre de poignée que l'ouvrier va réaliser.

Les fonctions principales et secondaires sont détaillées dans le diagramme pieuvre ci-dessous :



FP1 : Permettre à l'ouvrier d'assembler différents documents avec une méthodologie bien définie.

FS1 : Etre ergonomique, réglable, le plus économe possible sur le nombre de gestes pour s'adapter à tout type d'ouvriers et facile d'utilisation

FS2 : Permettre de débarrasser les documents ramassés

FS3 : Avoir une forme bien définie et ne pas être encombrante

Figure 2: Diagramme pieuvre

Détails des fonctionnalités :

FP1 : Pour permettre à l'ouvrier de prendre les différents documents, la table doit pouvoir l'orienter vers les endroits où poser ces documents pour ensuite en composer des poignées de bien définies, puis de valider la prise de chaque document, valider la fin de composition de la poignée et comptabiliser chaque poignée de faite. Tout cela grâce à plusieurs capteurs dont les données doivent être traitées.

Fonction principale	Identifiant exigence	Type	Importance	Détail exigence		
				Sous exigence 1	Sous exigence 2	Sous exigence 3
FP1 : Permettre à l'ouvrier d'assembler différents documents	AD-U401	Utilisabilité	4	Orienter l'ouvrier vers l'endroi où mettre les document	Allumer une led dans l'endroi où doit être posé les documents	
	AD-U402	Utilisabilité	4	Valider la prise de chaque document grâce à un capteur	Allumer une led après la prise de chaque document	
	AD-U403	Utilisabilité	4	Valider la constitution de la poignée grâce à un capteur	Faire une bip	
	AD-U404	Utilisabilité	4	Comptabiliser chaque poignée		

Tableau 1: Fonctionnalités FP1

FS1 : La table doit être facile d'utilisation pour tous les ouvriers point de vue technologique et devrait s'adapter à eux indépendamment de leur taille. Ce qui implique des réglages de hauteur de la table ainsi que des places où poser les documents pour ainsi diminuer le nombre de gestes au maximum, l'utilisateur devrait bouger que ses bras en fixant ses épaules.

Fonction secondaire	Identifiant exigence	Type	Importance	Détail exigence		
				Sous exigence 1	Sous exigence 2	Sous exigence 3
FS1 : Etre ergonomique, réglable, le plus économe possible sur le nombre de gestes s'adapter à tout type d'ouvriers et facile d'utilisation	EA-E401	Ergonomie	4	Etre ergonomique	Avoir une interface d'utilisation facile	
	EA-E402	Ergonomie	4	Etre réglable	Régler la hauteur de la table	Régler la largeur de la table
	EA-E403	Ergonomie	4	Etre économe en nombre de gestes		

Tableau 2: Fonctionnalités FS1

FS2 : Les documents collectés par l'ouvrier doivent être mis dans un sabot, qui arrivé à un poids de 5kgs, doit être vidé dans un endroit bien défini pour ainsi stocker les poignées collectées.

Fonction secondaire	Identifiant exigence	Type	Importance	Détail exigence		
				Sous exigence 1	Sous exigence 2	Sous exigence 3
FS2 :Permettre de débarrasser les documents ramassés	DD-U411	Utilisabilité	4	Avoir un sabot ou déposer les documents collectés		
	DD-U312	Utilisabilité	3	Vider le sabot après un certain poids		
	DD-U213	Utilisabilité	2	Stocker les poignées réalisées		

Tableau 3: Fonctionnalités FS2

FS3 : Pour être facile d'utilisation, la table doit avoir une forme bien définie. La forme la mieux adaptée pour être la moins pénible pour l'ouvrier est une forme en arc de cercle avec trois étages ou les documents seront disposés de manière horizontale.

Fonction secondaire	Identifiant exigence	Type	Importance	Détail exigence		
				Sous exigence 1	Sous exigence 2	Sous exigence 3
FS3 : Avoir une forme bien définie et ne pas être encombrante	FE-E411	Ergonomie	4	Avoir une forme en arc de cercle		
	FE-E412	Ergonomie	4	Etre composée de trois étagères		
	FE-E413	Ergonomie	4	Avoir une organisation horizontale des piles		

Tableau 4: Fonctionnalités FS3

Les performances nécessaires sont détaillées dans le tableau ci-dessous.

Fonction	Sous fonctions			Performance nécessaire
Permettre à l'ouvrier d'assembler différents documents (AD)	Orienter l'ouvrier vers l'endroi ou mettre les document	Allumer une led dans l'endroi ou doit être posé les documents		
	Valider la prise de chaque document grâce à un capteur	Allumer une led après la prise de chaque document		
	Valider la constitution de la poignée			Emmettre un son
Etre ergonomique, réglable, le plus économe possible sur le nombre de gestes s'adapter à tout type d'ouvriers et facile d'utilisation (EA)	Etre ergonomique			
	Etre réglable	Régler la hauteur de la table	Régler la largeur de la table	Avoir une marge de manœuvre d'un mètre
	Etre econome en nombre de gestes			
Permettre de débarrasser les documents ramassés (DD)	Avoir un sabot ou déposer les documents collectés			
	Vider le sabot après un certain poids			Maximum de 7kgs pour les hommes et 5kgs pour les femmes
	Stocker les poignées réalisées			Avoir une palette de stockage à coté
Avoir une forme bien définie et ne pas être encombrante (FE)	Avoir une forme en arc de cercle			Avoir un arc de cercle au centre d'un rayon
	Etre composée de trois étagères			Ajustable selon l'opérateur
	Avoir une organisation horizontale des piles			6 piles en bas, 8 piles au milieu et 4 piles en haut

Tableau 5: Performances table

Fonctionnement de la table :

Après avoir allumé la table, l'opérateur doit entrer dans l'interface le nombre de poignées à créer. On lui indique ainsi les emplacements des documents. Après chaque prise de documents, celle-ci est validée grâce à des capteurs implémentés dans la table. Une fois le nombre total de poignée atteint, l'interface valide la constitution de tous les documents de demande s'il y'a un besoin d'en faire d'autre. Ce fonctionnement est décrit dans le grafcet si dessous :

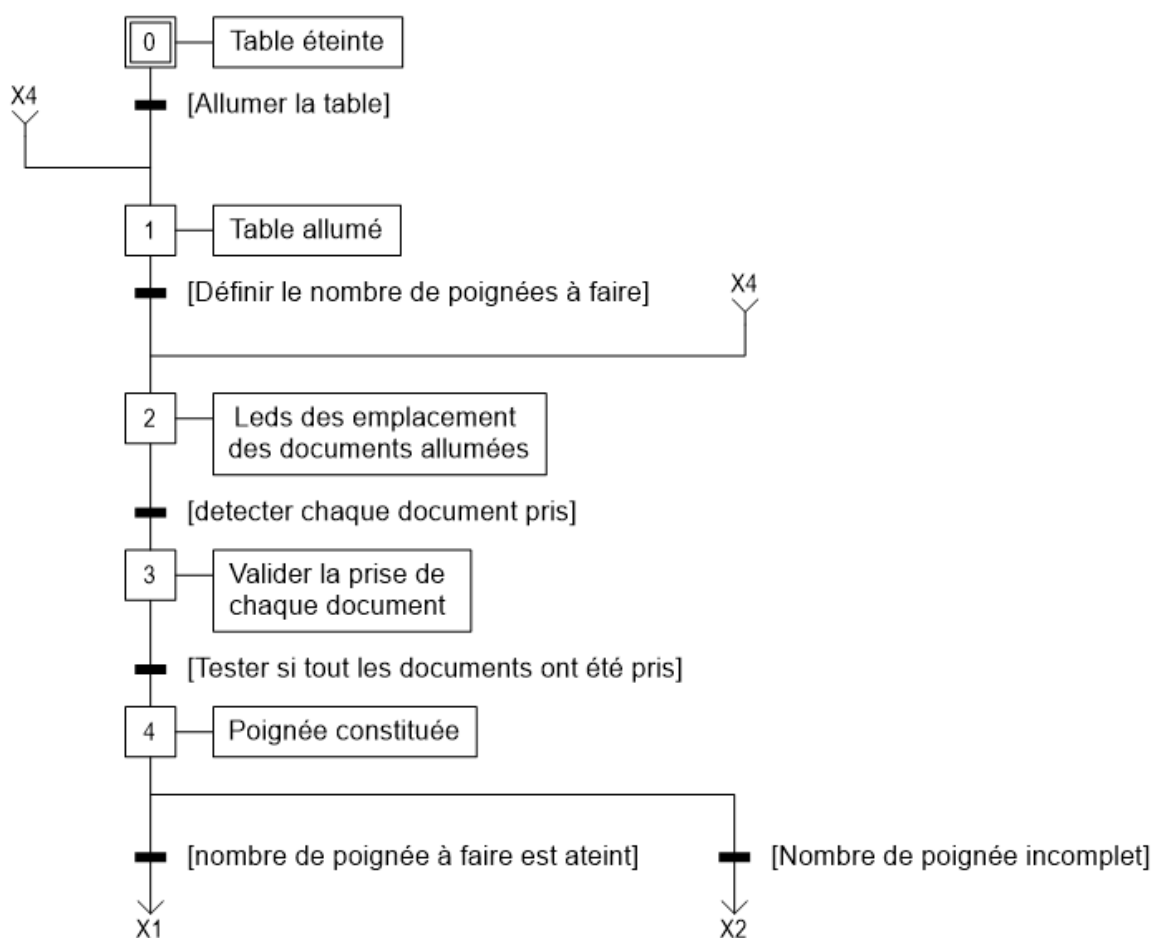


Figure 3: Grafcet de fonctionnement de la table

Solutions de capteurs proposées

Une version de cette table avait déjà été réalisée grâce à des Arduinos et des capteurs infrarouges mais cette version n'était pas optimale. Les capteurs utilisés dans certains cas ne fonctionnaient pas, cela était dû soit à la forte luminosité de l'atelier qui brouillait les capteurs ou bien à la poussière qui en s'accumulant dans le capteur le laissait toujours activé.

L'idée était de refaire une nouvelle version de la table soit avec les mêmes capteurs mais en changeant leurs positions (soit en dessus des piles de documents soit en dessous), ou bien de changer les capteurs ainsi que les cartes utilisées en fonction de leur efficacité.

Une recherche sur les cartes et capteurs devait alors être faite, dont voici les résultats de comparaison.

Comparaison des différents capteurs de présence/proximité :

Capteur	Avantage	Désavantage
Capteur ultrason (Cône d'émission 30°)	- Permet de calculer des distances - Détection d'obstacle - Une portée de 1cm - 500 cm - Résolution 1cm - Faible coût	- Précision dépend de la température et de la pression - Perte de précision au-delà de 200 cm - Sensible à la forme de l'obstacle et à l'angle avec l'obstacle (angle de visée de 5°). - Interférence si plusieurs capteur ultrason avec la même fréquence
Capteur infrarouge (Cône d'émission 5°)	- Facile d'utilisation - Portée de 1cm-80cm - Bonne directivité - Faible consommation d'énergie - Modulation pour les affranchir de l'éclairage normal - Faible coût	- Précision dépend de la distance avec l'obstacle - Sensible aux fortes sources de lumière - Sensible à la couleur et nature de l'obstacle
Capteur laser	- Grande plage de mesure (jusqu'à 40m) - Très directif (de l'ordre du degré)	- Coût élevé - Ne détecte pas les objets réfléchissant le laser

	- Précis - Précision non affecter par la couleur et la surface de l'objet - Précision non affecter par l'angle d'incidence du laser avec la surface d'incidence	
--	---	--

Tableau 6: Comparaison de capteurs

Pour contrôler la table, j'ai également comparé les microcontrôleurs pour faire le bon choix

Microcontrôleurs :

Microcontrôleur	Arduino	Raspberry PI
Processeur	16MHz	700MHz
Mémoire vive	2Ko pour Uno et 8Ko pour Méga	1024Ko
Stockage	4Ko d'EEPROM	Carte SD
Tension d'entrée	7V- 12V	5V
Sorties	Analogiques, numériques, PWM, 1 USB et voltage	Numériques, PWM, HDMI, 2 USB
Réseau embarqué	Non	Ethernet
Système d'exploitation	Non	Oui
Multitâche	Non	Oui
IDE	Arduino	Plusieurs

Tableau 7: Comparaison de microcontrôleurs

En effectuant quelques tests avec les capteurs présents, on s'est rendu compte qu'on pouvait valider le passage de la main de l'opérateur mais pas la prise de documents. On a reçu la visite d'un spécialiste d'une entreprise de capteur qui, en nous présentant les capteurs à sa disposition, nous a dévoilé que les capteurs pouvant effectuer cette tâche étaient trop chers (de l'ordre de 10.000 euro par capteur), ce qui dépasse largement le budget alloué au projet.

Le but était donc de trouver une solution pas chère et qui parvient à détecter la prise de chaque document.

Les capteurs décrits auparavant n'étant pas suffisants pour réaliser cette mission, on a pensé à ajouter d'autres capteurs du type capteur d'inclinaison, capteur de mouvement, capteur de vibration. Les capteurs mécaniques sont difficilement utilisables dans ce cas car un peu encombrants, ce qui risque de gêner l'opérateur lors de la constitution des poignées.

Le budget alloué initialement est de 500 euro par table. Au début, la table devait servir à prendre 10 documents maximum mais le projet a évolué. Le nombre de document maximum est monté à 18, ce qui implique l'utilisation de plus de capteur donc plus de dépense mais sans que le budget augmente.

Les solutions ainsi retenues sont :

Solution 1 : Utilisation de capteurs Arduino. Les principaux capteurs retenus sont : capteur de mouvement, capteur à ultrason, capteur de couleur RGB, capteur d'inclinaison, capteur de vibration, et capteur de poids (meilleure combinaison de ces derniers)

Solution 2 : Utilisation d'une caméra et d'une Raspberry avec des programmes de traitement d'images

Solution 3 : L'utilisation de capteurs industriels

Solution 4 : Conception d'un robot permettant la constitution des poignées de manière autonome. La mission du facteur humain sera ainsi le contrôle du/des robots.

Les solutions 3 et 4 étant les plus chères, ont été proposées mais ne seront utilisées qu'en dernier recours et après la validation de la direction.

Table Manuelle assistée par capteurs

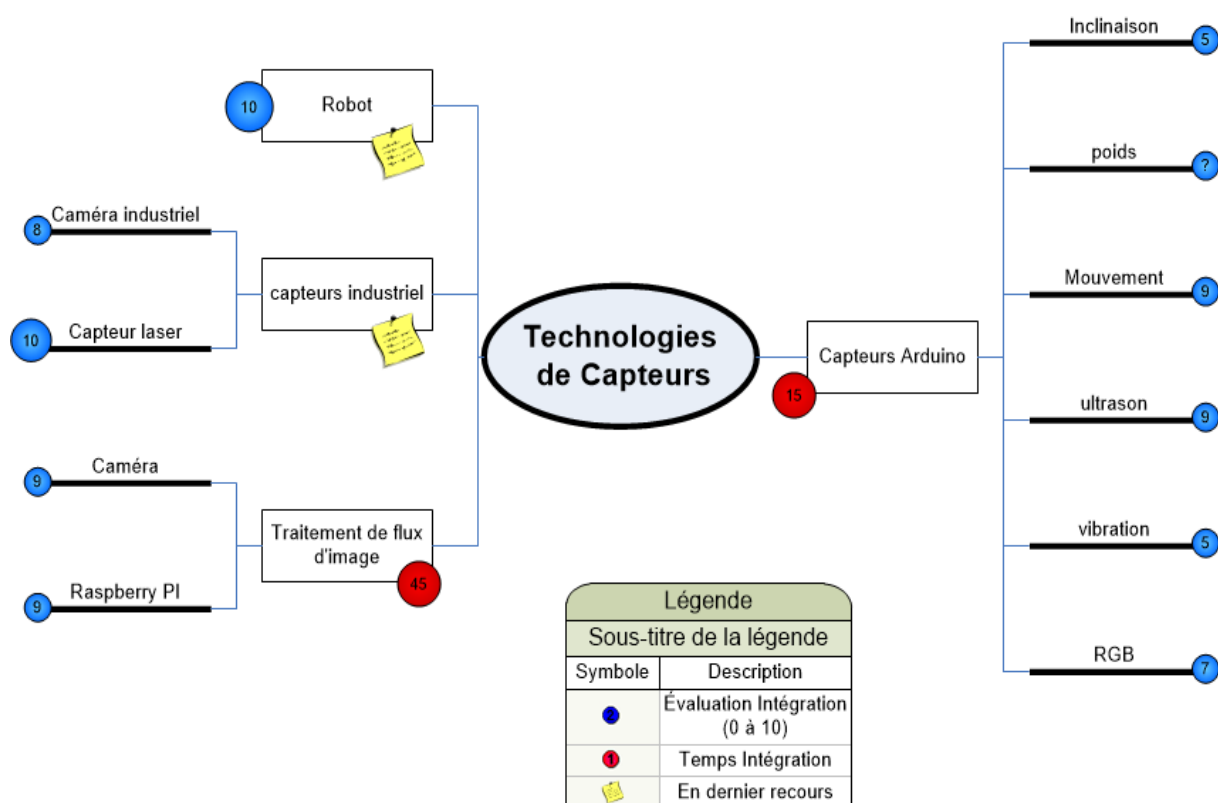


Figure 4: Différentes options proposées

Les solutions ainsi proposées et pouvant réaliser la mission, dépassaient largement le budget alloué. Nous avons donc réalisé un document officiel qui a été envoyé au directeur de l'entreprise pour valider une solution avec son budget, car toutes les solutions ne garantissaient pas les mêmes résultats.

Le tableau ci-dessous détaille chaque solution avec le nombre de capteur à utiliser, le prix de chaque solution proposée, les résultats pouvant être obtenus et les contraintes liées à chacune.

TECHNO EMBARQUÉE DANS TABLE										
Solution	Option	Composant	Résultat attendu	Limites	Exécution	Nb de composants nécessaires	Prix HT par composant	Prix total HT	Prix total solution	
Solution 1: Capteurs Arduino	1.1	Carte Arduino	- Valide la prise de tous les documents avec une très grande imprécision. - Détection d'un passage dans les box	- Ne comptabilise pas le nombre de documents pris dans chaque box - Incertitude sur les documents pris - Peut gêner l'opérateur	- A - Temps de calcul rapide	x 18	16,25 €	292,50 €	857,99 €	
						x 18	18,00 €	324,00 €		
		Capteur ultrason				x 18	3,83 €	68,94 €		
						x 1	18,83 €	18,83 €		
		Capteur de vibration				x 18	8,54 €	153,72 €		
		Capteur de force			-B- Temps de calcul plus long	x 5	16,25 €	81,25 €	646,74 €	
						x 18	18,00 €	324,00 €		
						x 18	3,83 €	68,94 €		
						x 1	18,83 €	18,83 €		
		Capteur de mouvement				x 18	8,54 €	153,72 €		
	1.2	Carte Arduino	- Valide la prise de tous les documents avec une très grande imprécision -Détection d'un passage dans les box	- Ne détecte pas si chaque document a bien été pris - Incertitude sur les documents pris -Peut gêner l'opérateur	- A - Temps de calcul rapide	x 18	16,25 €	292,50 €	1 105,49 €	
						x 18	18,00 €	324,00 €		
		Capteur ultrason				x 18	13,75 €	247,50 €		
						x 18	3,83 €	68,94 €		
		Capteur RGB				x 1	18,83 €	18,83 €		
		Capteur vibration			-B- Temps de calcul plus long	x 18	8,54 €	153,72 €	894,24 €	
						x 5	16,25 €	81,25 €		
						x 18	18,00 €	324,00 €		
		Capteur force				x 18	13,75 €	247,50 €		
						x 18	3,83 €	68,94 €		
		Capteur de mouvement				x 1	18,83 €	18,83 €		
						x 18	8,54 €	153,72 €		
	1.3	Carte Arduino	-Détection d'un passage dans la box -Valide la poignée par rapport à un poids pesé au début du processus	- Ne detecte pas si chaque document a bien été pris - Incertitude sur les documents pris - Ne comptabilise pas le nombre de documents pris dans chaque box	- A - Temps de calcul très rapide	x 18	16,25 €	292,50 €	789,05 €	
						x 18	18,00 €	324,00 €		
		Capteur ultrason				x 1	18,83 €	18,83 €		
						x 18	8,54 €	153,72 €		
		Capteur de force			-B- Temps de calcul plus long	x 5	16,25 €	81,25 €	577,80 €	
						x 18	18,00 €	324,00 €		
						x 1	18,83 €	18,83 €		
		Capteur de mouvement				x 18	8,54 €	153,72 €		
Solution 2: Traitement de flux d'image	2.1	Raspberry PI	- Valide la prise de tous les documents - Traitement relativement long 2.2	- Ne comptabilise pas le nombre de documents pris dans chaque box		x 5	37,46 €	187,30 €	807,97 €	
		Caméra				x 18	28,29 €	509,22 €		
		Carte Micro SD				x 5	22,29 €	111,45 €		
	2.2	Raspberry PI	- Valide la prise de tous les documents - Traitement rapide	- Ne comptabilise pas le nombre de documents pris dans chaque box		x 18	37,46 €	674,28 €	1 901,22 €	
		Caméra				x 18	28,29 €	509,22 €		
		Carte Micro SD				x 18	22,29 €	401,22 €		
		Centrale de traitement				x 1	316,50 €	316,50 €		
	2.3	Raspberry PI	- Valide la prise de tous les documents - Permet de suivre le déplacement des mains de l'opérateur	- Ne comptabilise pas le nombre de documents pris dans chaque box		x 5	37,46 €	187,30 €	1 254,19 €	
		Carte Arduino				x 18	16,25 €	292,50 €		
		Carte Micro SD				x 5	22,29 €	111,45 €		
		Capteur de mouvement				x 18	8,54 €	153,72 €		
		Caméra				x 18	28,29 €	509,22 €		
	TABLE BETA DE REFERENCE	BETA	Arduino	- Valide la prise de tous les documents avec une très grande imprécision -Détection d'un passage dans les box	- Ne comptabilise pas le nombre de documents pris dans chaque box - Incertitude sur les documents pris	BETA	x 11	16,25 €	178,75 €	801,75 €
			Capteur MC005 infrarouge				x 70	8,90 €	623,00 €	

Tableau 8: Solutions avec prix de chacune

Etude de la fiabilité des solutions proposées

Pour chaque solution, une étude sur le critère qualité de la technologie des capteurs utilisés a été réalisée, dans le tableau ci-dessous on retrouve, pour chaque capteur avec sa tolérance qualité, et sa méthode qualité.

	Critère qualité		Tolérance qualité	Méthode qualité	Compétences requises en matière qualité
Solution 1: Capteurs Arduino	Capteur de mouvement	Capteur de mouvement	- Portée de 300 cm - Temps de réponse 1s-25s - Angle de détection 120°	Combiner avec d'autres capteur pour être sûr du mouvement d'un document et non pas de autre chose qui passe à coté du capteur. En plus de la mise place dans un boîtier pour minimiser le champs du capteur	Producteur : Eleve Ingénieur Vérificateur : ADPROD Approbateur :
	Capteur ultrason	Capteur ultrason	- Précision dépend de la température et de la pression-Sensible à la forme de l'obstacle et à l'angle avec l'obstacle (angle de visée de 5°) - Une portée de 1cm 400 cm - Impulsion de 10 µs	Utilisation de plusieurs capteurs ultrason pour détecter soit le mouvement de la main de l'opérateur soit la sortie d'un document	Producteur : Eleve Ingénieur Vérificateur : ADPROD Approbateur :
	Capteur RGB	Capteur RGB	- Portée de 10cm - Fréquence 400 khz	Plusieurs essais pour arriver à détecter soit les mains des opérateurs soit un genre de gants porté par l'opérateur	Producteur : Eleve Ingénieur Vérificateur : ADPROD Approbateur :
	Capteur de vibration	Capteur de vibration	- Peut détecter les faibles vibrations - Vie de commutateur : jusqu'à 10 millions de secondes - On time : 1s - Ne dépend pas de l'angle de vibration Vie : 100 000 cycles	Mise en place dans un boîtier pour détecter les vibrations dus au mouvement d'un document pour s'assurer de sa prise	Producteur : Eleve Ingénieur Vérificateur : ADPROD Approbateur :
	Capteur d'inclinaison	Capteur d'inclinaison	- Le module change d'état quand il est incliné(passe de bas à haut (Digital input) - Température d'utilisation de 0° à 40° - Angles de connection 10°-170° - Angles de deconnection 190°- 350° Vie : 100 000 cycles	Mise en place dans un boîtier pour détecter l'inclinaison d'un document lors de sa prise	Producteur : Eleve Ingénieur Vérificateur : ADPROD Approbateur :
	Capteur de poids	Capteur de poids	- Permet de mesurer la force sur une seule direction - Température de fonctionnement : -10° à 40° - Précision 0,05% à pleine échelle - Capacité maximale : 150% capacité	Après calcul d'un poids initial d'une première poignée, utile pour vérifier si les suivantes auront le même poids	Producteur : Eleve Ingénieur Vérificateur : ADPROD Approbateur :
Solution 2: Traitement de flux d'image	Raspberry PI	Raspberry PI	- Processeur: 64bit quad core 1200 MHz - Ram: 1024 Mo - Stockage: Carte SD - Sorties : Numériques, PWM, HDMI, 2 USB - IDE: Plusieurs	Microcontrôleur puissant pour le traitement de données (en particulier les images récoltées par une caméra)	Producteur : Eleve Ingénieur Vérificateur : ADPROD Approbateur :
	Caméra	Caméra	- Angle de vue : 54x41 ° - Focus fix: de 1m à oo - Résolution vidéo maximale: 1080P - Capture d'image : 2592x1944 pixels	Prise de plusieurs images successives qui seront traitées par la raspberry	Producteur : Eleve Ingénieur Vérificateur : ADPROD Approbateur :
Solution 3 : capteurs industriel	Capteur laser	Capteur laser	- Détection : 25mm-490mm - Résolution de l'affichage: 1mm -5mm - Diamètre du spot : moins de 3mm - Température d'utilisation: -10 à 50°	Permet soit la détection des mains des opérateurs soit des documents selon son emplacement	Producteur : Eleve Ingénieur Vérificateur : ADPROD Approbateur :
	Caméra industriel	Caméra industriel	- Pixels : de 470 000 pixels à 21 mégapixels - Plage de capture : de 512x 480 jusqu'à 5104x4092 - Temps de transfert d'image : de 5ms jusqu'à 109,9 ms	Grâce à un algorithme de détection, détecte la prise de chaque document	Producteur : Eleve Ingénieur Vérificateur : ADPROD Approbateur :
Solution 4: Robot				La prise de documents ainsi que la composition des poignées sera assurée par un bras robotisé	Producteur : Eleve Ingénieur Vérificateur : ADPROD Approbateur :

Tableau 9: Critère qualité de chaque solution

J'ai également réalisé une mesure des risques liée de l'utilisation des capteurs :

Mesure de risque suivant type capteurs			Impact	Probabilité
Solution 1: Capteurs Arduino	Capteur de mouvement	- Le capteur détecte un mouvement autre que celui du document	Moyen	85%
	Capteur ultrason	- Interférence si plusieurs capteurs ultrason - Perte de détection si la forme de l'obstacle est inappropriée	Elevé Elevé	20% 30%
	Capteur RGB	- Perte de précision selon source de lumière	Moyen	50%
	Capteur de vibration	- Détecte d'autres vibrations autres que ceux générées lors du retrait du document	Elevé	50%
	Capteur d'inclinaison	- Le boîtier ou se trouve le capteur est mal positionné	Elevé	40%
	Capteur de poids	-Perte de précision si document trop léger	Faible	30%
Solution 2: Traitement de flux d'image	Raspberry PI	- La puissance de la carte ne suffit pas pour exécuter le traitement d'image associé	Elevé	10%
	Caméra	- La caméra est positionnée dans un endroit non lumineux impliquant une mauvaise qualité des images prises	Elevé	20%
Solution 3 : capteurs industriels	Capteur laser	- Le document est passé en dessus de la distance minimal de détection du capteur	Elevé	5%
	Caméra industriel	Reconnaissance image à reprendre pour coller au métier	Elevé	5%
Solution 4: Robot		- Le robot n'arrive pas à prendre le document (mal positionné)	Elevé	10%

Tableau 10: Risques liés à chaque solution

Choix d'une solution et travail effectué sur celle-ci

Les solutions optimales sont l'utilisation d'un robot ou l'utilisation des capteurs industriels mais ce sont également les solutions les plus chères. C'est pour cela que ces solutions ont été écartées.

Après une réunion de notre groupe de la direction technique avec le directeur d'ADREXO Production où nous lui avons expliqué toutes les solutions et les limites de chacune, il a été décidé de partir sur la solution 2 qui consiste à utiliser des caméras et des Raspberry. Nous avons ainsi eu une augmentation de budget afin de nous procurer les composants nécessaires pour réaliser nos tests. Si ces tests s'avèrent positifs, nous pourrions ainsi construire un prototype de la table.

Après l'achat du matériel, j'ai commencé dans un premier lieu par installer le système d'exploitation dans la Raspberry ainsi que les différents modules de programmation. L'objectif du travail était donc de réaliser un algorithme à l'aide d'une ou de plusieurs caméras qui pourront valider la prise d'un document.

Au début, chaque caméra devait être liée une Raspberry, mais cela revenait chère car on devait acheter 18 caméras et Raspberry. On a alors testé si la Raspberry pouvait supporter plusieurs caméras en même temps. On s'est ainsi rendu compte qu'elle ne pouvait pas gérer plus de deux caméras.

La solution était donc d'utiliser un ordinateur assez puissant pour être capable de gérer les 18 caméras.

Détection de mouvement

Les premiers algorithmes que j'ai développés visent à détecter le mouvement de l'opérateur lors de son passage à côté de la caméra. Ils sont écrits en langage Python grâce à la bibliothèque OpenCV. Le fonctionnement de cet algorithme est le suivant :

Premièrement, il y'a capture d'un flux vidéo à partir de la caméra, ensuite à chaque 0.25s il y'a prise d'une frame qui est comparée avec un traitement à la frame capturée avant. Si le changement dépasse un seuil défini au début, un rectangle est dessiné autour de la zone où le changement a été identifié. Le traitement consiste principalement à transformer les images en niveau de gris, d'y appliquer un filtre gaussien pour ensuite faire la différence des deux images et enfin binariser cette différence.

Détection de contours

Les seconds types d'algorithmes que j'ai développés a pour but de détecter un contour dans une zone de l'image. Avec ce programme on peut à la fois détecter la forme de la main et la forme carrée des documents lors du passage de l'opérateur à côté de la caméra après que celle-ci soit bien placée. Son fonctionnement est le suivant :

Il capture un flux vidéo, à partir de la caméra. Je définis après une zone dans l'image où le contour doit être reconnu. Le traitement n'est ainsi appliqué que sur cette partie de l'image. Le contour est trouvé principalement grâce à des fonctions prédéfinies de la bibliothèque OpenCV. L'algorithme détectait soit le plus grand contour contenu dans l'image soit tous les contours de l'image. Le premier ne faisait pas l'affaire mais le deuxième était plus efficace.

Le résultat de ce programme est le suivant :

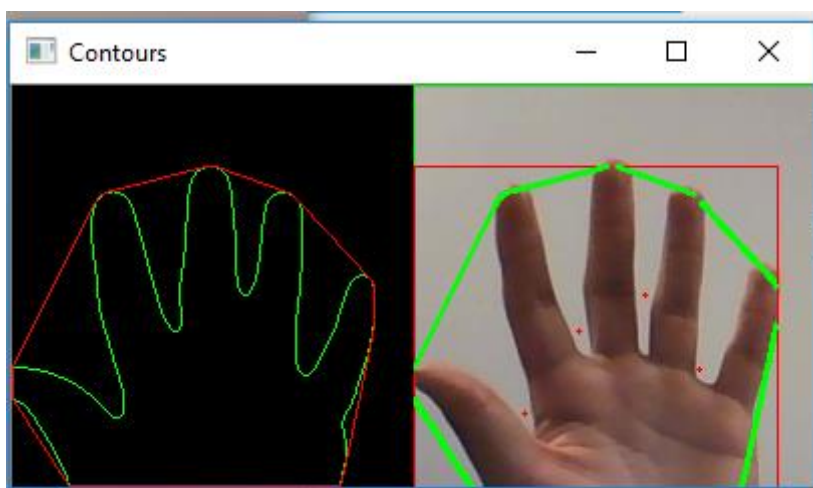


Figure 5: Résultat de la détection de contours

Le problème avec les deux solutions citées auparavant est qu'on peut garantir avec le passage de l'opérateur à côté des documents mais qu'on ne pouvait jamais être sûr que le bon document a été pris.

Comparaison d'images

Pour remédier au problème cité auparavant, nous avons eu l'idée de placer une caméra à coté de chaque pile de documents donnant vers le haut. A chaque fois que l'opérateur prend un document suivant le geste mis au point par l'ergonome, celui-ci est directement mis en bas de la poignée ramassée. Ainsi la caméra capture une photo du bas de la poignée et la stocke. Lors du passage en dessus, la deuxième camera à côté de la pile suivant une autre photo est prise et est automatiquement comparé à l'image précédente.

Pour comparer ces deux images, le traitement les transforme en niveau de gris puis les binarise. Il compte ainsi le nombre de pixels différents. Ainsi si ce dernier est supérieur à un seuil défini, on approuve que le document ait bien été pris. Et si le nombre de pixels différents est inférieur au seuil, cela voulait dire que l'opérateur avait oublié de prendre un nouveau document.

Prototype

Après avoir programmé la dernière solution qui est la plus efficace comparé aux autres, et qui peut garantir la prise d'un document, on a construit le prototype de l'étage d'en dessous de la table avec des caméras d'intégrées.

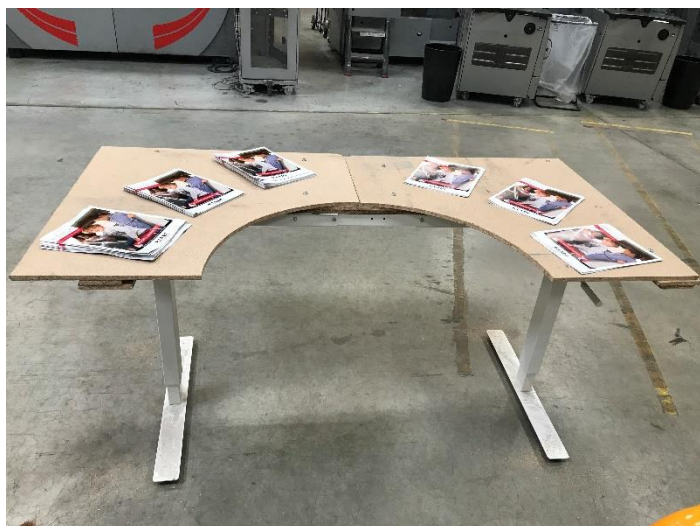


Figure 7: Prototype du premier étage de la table sans capteurs



Figure 6: Prototype après intégration des caméras

Après avoir testé ce prototype, il s'est avéré que malgré les seuils de différences établies, un simple mal positionnement de la caméra ou bien que l'opérateur passe au mauvais endroit pour que l'algorithme déclare que c'est un document différent alors que s'était le même.

Pour que cette solution réussisse, il fallait que les caméras soient positionnées de telle façon à prendre en photo la même partie du document et que l'opérateur prenne soin avant de commencer son travail, de mettre tous les documents du même côté ce qui n'allait pas être toujours le cas.

Pour diminuer l'erreur et pour capturer un maximum de surface du document, nous avons ajouté deux autres caméras après chaque document pour un total de trois caméras après chaque document. Mais on a rencontré un problème d'encombrement entre les caméras et les documents qui dans certains cas cachaient les caméras. Ainsi cette solution également n'était pas efficace. Pour des raisons de temps parce que la durée du stage était finie, j'ai dû arrêter le projet à ce niveau. Il sera par la suite repris par mon tuteur.

II.2. Système de vidéo surveillance

Le deuxième projet sur lequel j'ai travaillé est un système de vidéosurveillance. L'entreprise voulait installer des caméras de surveillance. Mais à cause de la législation liée à la surveillance, elle n'a pas le droit de filmer les gens car les seules entreprises qui peuvent installer des caméras sont les entreprises qui ont de l'argent dans leurs locaux. Ce qui n'était pas le cas pour ADREXO Production.

Mon travail consistait donc, à l'aide d'une caméra et d'une Raspberry à faire de la détection de visage, de remplacer le visage une fois détecté par des pixels noirs pour ne pas reconnaître la personne filmée et enfin enregistrer le flux vidéo pour que ce dernier soit visionné après. Voici le résultat obtenu :

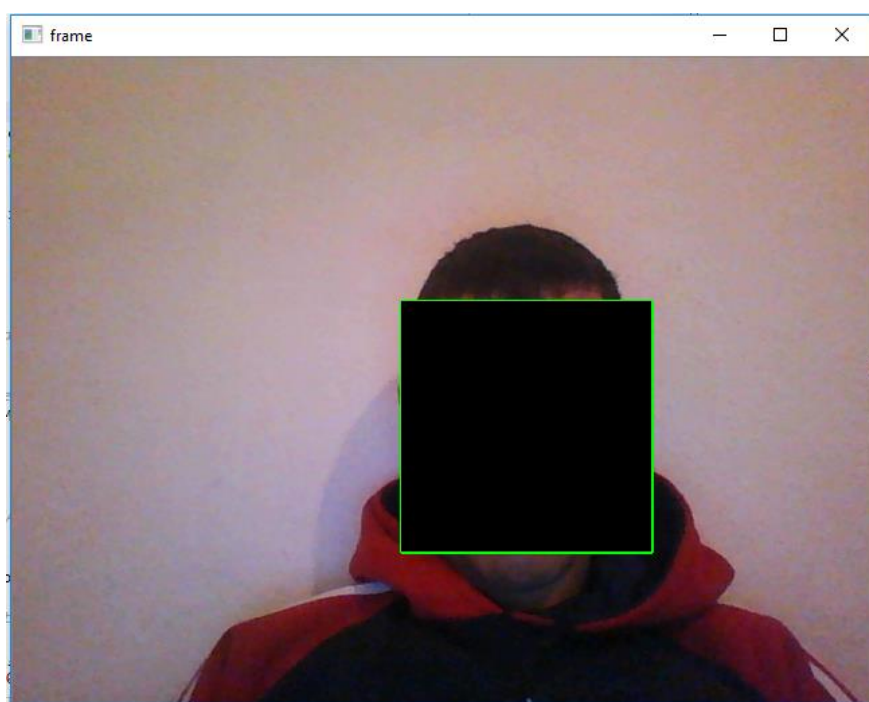


Figure 8: Résultat de la vidéosurveillance en cachant le visage

Apport du stage

Ce stage de trois mois passé chez ADREXO Production fut pour moi une expérience extrêmement enrichissante où j'ai pu découvrir les multiples facettes du travail d'un ingénieur. Car en plus du travail technique que j'ai effectué, j'ai également fait de la gestion de projet.

Le fait de m'appliquer dans les tâches qu'on me confiait m'a permis de mettre en pratique les leçons théoriques qu'on a reçu en cours. J'ai ainsi approfondi mes connaissances dans plusieurs domaines comme le traitement d'image ou encore le fonctionnement de plusieurs capteurs leurs limites. Pour cela j'ai dû faire plusieurs recherches.

En ce qui concerne la gestion de projet, j'ai pris connaissance grâce à mon tuteur de la méthode Prince 2 qu'on a suivi pour définir les différentes parties du projet ce qui m'a conduit à faire également de la gestion des risques pour présenter le projet au directeur.

J'ai aussi participé à plusieurs réunions avec les membres de la direction technique ainsi avec le directeur de l'entreprise où on discutait de l'avancée du projet ainsi que du budget alloué et des différents matériels à acheter.

J'ai également profité de toutes les expériences des différents membres de l'entreprise qui n'ont pas manqué de nous apporter leur aide à chaque difficulté rencontrée.

CONCLUSION

Ce stage fut une agréable découverte du milieu industriel au sein de l'entreprise ADREXO Production. J'étais curieux de voir comment vivait une petite entreprise en comparaison à mon stage de première année qui s'était déroulé dans une grande entreprise.

A travers ces multiples facettes, ce stage fut une expérience extrêmement enrichissante. En effet, j'ai participé au quotient d'ADREXO Production en essayant de résoudre les problèmes rencontrés tout en me concentrant sur mon projet principal. Et étant une petite entreprise, ses budgets ne sont pas forcément grands, il faut donc apprendre à réaliser un projet à petit budget en essayant de le respecter au maximum.

Je me suis également rendu compte de la diversité du travail d'ingénieurs qui en plus de ces compétences techniques, doit avoir des compétences managériales. Il doit également être capable de travailler sur divers projets en même temps et que tous ces derniers mènent à des résultats favorables.

J'ai également appris en côtoyant de nombreuses personnes de différentes professions aussi bien qu'au niveau technique qu'humain.

Et enfin j'ai appris à me connaître. Car pendant ces trois mois, j'ai découvert qu'il m'était difficile de me concentrer sur une seule tâche pendant un grand moment. Les longues tâches m'ennuyaient. Ainsi dans ma vie professionnelle future, je me suis dit que le travail qui me conviendrait le plus est en tant que chef de projets car j'arrive également à réaliser plusieurs tâches en parallèle et j'aime le contact humain.

Annexes :

Annexe 1 : Fiche d'évaluation du stage**RAPPORT D'EVALUATION
ASSESSMENT REPORT**

Merci de retourner ce rapport en fin du stage à :
Please return this report at the end of the internship to :

ENSTA Bretagne – Bureau des stages - 2 rue François Verny - 29806 BREST cedex 9 – FRANCE
☎ 00.33 (0) 2.98.34.87.70 - Fax 00.33 (0) 2.98.38.87.90 - stages@ensta-bretagne.fr

I - ORGANISME / HOST ORGANISATION

NOM / Name ADREXO PRODUCTIONS
Adresse / Address ZA STE ANNE EST - AV. MARCEL DASSAULT - 84700 SORGUES
Tél / Phone (including country and area code) 04 84 63 00 00
Fax / Fax (including country and area code) /
Nom du superviseur / Name of placement supervisor ROUX
Fonction / Function RESPONSABLE METHODES INDUSTRIELLES
Adresse e-mail / E-mail address ERIC.ROUX@ADREXO.FR

Nom du stagiaire accueilli / Name of trainee OUADRHIRI Mohamed Amine

II - EVALUATION / ASSESSMENT

Veuillez attribuer une note, en encrant la lettre appropriée, pour chacune des caractéristiques suivantes. Cette note devra se situer entre A (très bien) et F (très faible)
Please attribute a mark from A (very good) to F (very weak).

MISSION / TASK

- ❖ La mission de départ a-t-elle été remplie ? (A) B C D E F
Was the initial contract carried out to your satisfaction?
- ❖ Manquait-il au stagiaire des connaissances ? ☐ oui/yes ☒ non/no
Was the trainee lacking skills?
- Si oui, lesquelles ? / If so, which skills? _____

ESPRIT D'EQUIPE / TEAM SPIRIT

- ❖ Le stagiaire s'est-il bien intégré dans l'organisme d'accueil (disponible, sérieux, s'est adapté au travail en groupe) / Did the trainee easily integrate the host organisation? (flexible, conscientious, adapted to team work)

(A) B C D E F

Souhaitez-vous nous faire part d'observations ou suggestions ? / If you wish to comment or make a suggestion, please do so here _____

COMPORTEMENT AU TRAVAIL / BEHAVIOUR TOWARDS WORK

Le comportement du stagiaire était-il conforme à vos attentes (Ponctuel, ordonné, respectueux, soucieux de participer et d'acquérir de nouvelles connaissances) ?

Did the trainee live up to expectations? (Punctual, methodical, responsive to management instructions, attentive to quality, concerned with acquiring new skills)?

☒ A B C D E F

Souhaitez-vous nous faire part d'observations ou suggestions ? / *If you wish to comment or make a suggestion, please do so here*

comme échange facilement sur ces compétences pour apporter au mieux aux autres projets de l'entreprise très bien

INITIATIVE – AUTONOMIE / INITIATIVE – AUTONOMY

Le stagiaire s'est-il rapidement adapté à de nouvelles situations ?

(Proposition de solutions aux problèmes rencontrés, autonomie dans le travail, etc.)

☒ A B C D E F

Did the trainee adapt well to new situations?

A B C D E F

(eg. suggested solutions to problems encountered, demonstrated autonomy in his/her job, etc.)

Souhaitez-vous nous faire part d'observations ou suggestions ? / *If you wish to comment or make a suggestion, please do so here*

Arrive à être force de propositions sur chaque difficulté rencontrée, très bien. grande autonomie

CULTUREL – COMMUNICATION / CULTURAL – COMMUNICATION

Le stagiaire était-il ouvert, d'une manière générale, à la communication ?

Was the trainee open to listening and expressing himself/herself?

☒ A B C D E F

Souhaitez-vous nous faire part d'observations ou suggestions ? / *If you wish to comment or make a suggestion, please do so here*

OPINION GLOBALE / OVERALL ASSESSMENT

❖ La valeur technique du stagiaire était :

Evaluate the technical skills of the trainee:

☒ A B C D E F

III - PARTENARIAT FUTUR / FUTURE PARTNERSHIP

❖ Etes-vous prêt à accueillir un autre stagiaire l'an prochain ?

Would you be willing to host another trainee next year? ☒ oui/yes

☐ non/no

Fait à SORGES, le 15/09/2017
In _____, on _____

Signature Entreprise
Company stamp

Signature stagiaire
Trainee's signature

*Merci pour votre coopération
We thank you very much for your cooperation*

Annexe 2 : Convention de stage



CONVENTION DE STAGE ORGANISME D'ACCUEIL SOUMIS AU DROIT FRANÇAIS ELEVE CIVIL

Entre :

L'Ecole Nationale Supérieure de Techniques Avancées Bretagne,

N° SIRET : 192 901 254 00016

Code APE : 8542Z - Enseignement supérieur

2, rue François Verny

29806 BREST Cedex 9 FRANCE

Représentée par Monsieur Patrick Puyhabilier, dûment habilité en qualité de Directeur

Ci-après désignée « l'ENSTA Bretagne »,

d'une part,

Et

ADVERTISING PRODUCTIONS

N° SIRET : 5326 11977 000 36

Code APE : 8219Z

ZA Ste Anne Est

Avenue Marcel Dassault

84700 SORGUES FRANCE

Représenté(e) par M. Alexandre Si Mouhammed dûment habilité en qualité
de Responsable de Site

Ci-après désigné(e) « l'Organisme d'Accueil »,

d'autre part,

Et

Monsieur **Mohamed Amine OUADRHIRI** de l'ENSTA Bretagne (**Elève civil**)

Né(e) le : 01 Juin 1994 à MEKNES (999) - MAROC

Nationalité : Marocaine

Intitulé complet du cursus : Cycle Ingénieur 2ème année - Systèmes - perception -
information - décision

(CI - Année 2 - Branche SPID)

Année : 2016 - 2017

Profil (Branche/Option) : - Systèmes - perception - information - décision

Volume horaire : 900 heures par année d'enseignement

Ci-après désigné(e) « le Stagiaire »,

d'autre part,

Ci-après désigné(e)s collectivement « les Parties »,

2 rue François Verny
29806 Brest Cedex 9
Tél. +33 (0)2 98 34 88 00
Fax +33 (0)2 98 34 88 46



École Nationale Supérieure de Techniques Avancées Bretagne - Membre du Groupe ENSTA



Il est convenu ce qui suit en application du code de l'éducation,

- Partie législative, Première partie, Livre Ier, Titre II, Chapitre IV « Stages et périodes de formation en milieu professionnel », soit les articles L. 124-1 à L. 124-20 ;
- Partie réglementaire, Livre Ier, Titre II, Chapitre IV « Stages et périodes de formation en milieu professionnel » soit les articles D. 124-1 à D. 124-9 ;
- et spécialement de l'article D.124-4 du code de l'éducation.

ARTICLE 1 : OBJET

La présente convention règle les conditions d'organisation et de déroulement du stage accompli par le Stagiaire au sein de l'Organisme d'Accueil.

ARTICLE 2 : PROJET PEDAGOGIQUE ET CONTENU DU STAGE

2.1 Projet pédagogique, les objectifs et les finalités attendus du stage :

Le stage est **obligatoire**. Il fait partie du programme de formation des élèves de l'ENSTA Bretagne.

Un programme de stage est établi d'un commun accord entre les Parties en fonction de la formation reçue par le Stagiaire à l'ENSTA Bretagne. Il a pour but de lui permettre l'acquisition d'une formation pratique venant compléter et prolonger sa formation théorique.

Thème du stage : *(à compléter par l'Organisme d'Accueil)*

Etude de système de capteurs pour une table de
préparation manuelle de paquets de documents

En application des dispositions de l'article L.124-2 du code de l'éducation, l'ENSTA Bretagne, l'Organisme d'Accueil et le Stagiaire définissent les compétences à acquérir ou à développer au cours du Stage et la manière dont ce temps s'inscrit dans le cursus de formation ainsi qu'il suit :

- Accomplir une mission technique, confiée dans le cadre d'une situation réelle d'activité de l'organisme d'accueil dont le niveau de complexité et de responsabilité soit cohérent avec le niveau d'assistant ingénieur (niveau de formation d'un étudiant de deuxième année).
- Mobiliser les savoirs disciplinaires pour mener à terme, autant que faire se peut, les missions qui lui ont été confiées.
- Comprendre le contexte socio-économique de l'organisme d'accueil (entreprise ou service dans le cas des grands groupes) et savoir le présenter simplement. Proposer un modèle économique expliquant comment l'entité acquiert et utilise ses ressources (analyse personnelle et concrète) de l'activité, de l'influence du contexte économique, des avantages et inconvénients du statut de l'organisme, etc.

2.2 Activités confiées au Stagiaire en fonction des objectifs de formation et des compétences à acquérir

A compléter par l'Organisme d'Accueil :

- ① Analyse de besoin... sur l'état de la technologie capteurs industriels
 ② Réalisation d'un prototype de la technologie embarquée suivant les specs/ exigences
 Fournir le plan du prototype
 ③ reprise de l'état de l'art des résistances des exécutifs
 ④ Conception 2D/3D d'une table/bas afin de classer de la prise de documents dans la pousse.

Etant entendu qu'il est interdit de confier au Stagiaire des tâches dangereuses pour sa santé ou sa sécurité.

ARTICLE 3 : MODALITES DU STAGE

3.1. Durée du Stage

Le stage se déroule du **15 Juin 2017** au **15 Septembre 2017**, soit une durée totale prévue¹ de : **6.5** mois / jours (merci de renseigner).

La durée du stage peut être modifiée par simple avenant à la présente convention, étant entendu que, en application des dispositions de l'article L. 124-5 du code de l'éducation, la durée du Stage ou des stages effectués par le Stagiaire au sein de l'Organisme d'Accueil ne peut excéder six (6) mois par année d'enseignement.

En aucun cas, la date de fin de stage ne peut être postérieure à la diplomation.

3.2. Horaires et congés

Conformément aux dispositions de l'article L.124-14 du code de l'éducation, la présence du Stagiaire dans l'Organisme d'Accueil suit les règles applicables aux salariés de l'Organisme d'Accueil pour ce qui a trait :

- Aux durées maximales quotidienne et hebdomadaire de présence ;
- A la présence de nuit ;
- Au repos quotidien, au repos hebdomadaire et aux jours fériés.

A compléter par l'Organisme d'Accueil :

Ainsi, la durée hebdomadaire maximale de présence du Stagiaire dans l'Organisme d'Accueil est de :

☒ 35 heures.

☒ (Merci de définir) : 7 heures / Jour

- Jours de présence en entreprise : 5
- Horaires de travail : 9h - 12h / 13h - 17h
- Le cas échéant, dates de fermeture de l'Organisme d'Accueil : /
- Le cas échéant, présence de nuit, dimanche ou jour férié : NON

¹ Article D. 124-6 code de l'éducation : « La durée du (ou des) stage (s) [...] est calculée en fonction du temps de présence effective du stagiaire dans l'organisme d'accueil. Chaque période au moins égale à sept heures de présence, consécutives ou non, est considérée comme équivalente à un jour et chaque période au moins égale à vingt-deux jours de présence, consécutifs ou non, est considérée comme équivalente à un mois.

Pour l'application du présent article, l'Organisme d'Accueil établit, selon tous moyens, un décompte des durées de présence du stagiaire.

A la demande de l'ENSTA Bretagne, pour les besoins de sa formation, le Stagiaire peut interrompre ponctuellement son Stage (soutenance etc.). Les dates sont préalablement portées à la connaissance de l'Organisme d'Accueil par l'ENSTA Bretagne.

Si la durée du Stage est supérieure à deux (2) mois, le Stagiaire peut demander un congé ou une autorisation d'absence² avec l'approbation du Tuteur désigné à l'article 4 des présentes.

Les temps d'absence et de congé (*au choix de l'Organisme d'Accueil*) :

☐ sont rémunérés.

☒ ne sont pas rémunérés.

3.3. Divers

Conformément aux dispositions de l'article L.124-16 du code de l'éducation, Le Stagiaire accède aux activités sociales et culturelles organisées par le comité d'entreprise dans les mêmes conditions que les salariés de l'Organisme d'Accueil.

ARTICLE 4 : ENCADREMENT

L'Organisme d'Accueil désigne un Tuteur, Monsieur **Eric ROUX**, chargé de l'accueil et de l'accompagnement du Stagiaire. Il est le garant du respect des stipulations pédagogiques de la convention prévues à l'article 2.1 des présentes.

L'Enseignant Référent désigné par l'ENSTA Bretagne est : Monsieur Fabrice COMBLET.

Il est responsable du suivi pédagogique du Stage.

En application des dispositions de l'article L. 124-1 du code de l'éducation, l'Enseignant Référent est tenu de s'assurer auprès du Tuteur, à plusieurs reprises durant le Stage, de son bon déroulement et de proposer à l'Organisme d'Accueil, le cas échéant, une redéfinition d'une ou des missions pouvant être accomplies.

Le Tuteur et l'Enseignant Référent assurent l'encadrement et le suivi du Stagiaire au moyen de contacts télématiques, contacts téléphoniques et, si cela est envisageable, de réunions.

ARTICLE 5 : STATUT DU STAGIAIRE

Le Stagiaire demeure élève de l'ENSTA Bretagne pendant la durée du stage. Il est suivi régulièrement par l'ENSTA Bretagne et affilié au régime de sécurité sociale étudiante.

ARTICLE 6 : DISCIPLINE, ABSENCE

Pendant le stage, durant son temps de présence dans les locaux de l'organisme d'accueil, le Stagiaire est soumis au règlement intérieur de l'Organisme d'Accueil, notamment en ce qui concerne les horaires, la sécurité et les visites médicales.

² L'article L. 124-13 dispose que « Pour les stages et les périodes de formation en milieu professionnel dont la durée est supérieure à deux mois et dans la limite de la durée maximale prévue à l'article L. 124-5 du présent code, la convention de stage doit prévoir la possibilité de congés et d'autorisations d'absence au bénéfice du stagiaire au cours de la période de formation en milieu professionnel ou du stage ».

Conformément au 14° de l'article D. 124-4 du code de l'éducation, les clauses du règlement intérieur de l'Organisme d'Accueil applicables au Stagiaire, lorsqu'il existe, sont annexées aux présentes par l'Organisme d'Accueil.

En cas de manquement à la discipline intérieure de l'Organisme d'Accueil, il peut être mis fin au stage dans les conditions fixées à l'article 13 « Suspension, interruption, résiliation ». Toute sanction disciplinaire demeure du ressort de l'ENSTA Bretagne, charge à l'Organisme d'Accueil de lui fournir les éléments constitutifs, le cas échéant.

Toute absence est signalée par l'Organisme d'Accueil au service scolarité de l'ENSTA Bretagne à l'adresse mail suivante : scolarite_ensta_bretagne@ensta-bretagne.fr.

ARTICLE 7 : GRATIFICATION

En application des dispositions de l'article L. 124-6 du code de l'éducation, lorsque la durée du Stage est supérieure à deux (2) mois consécutifs ou, au cours d'une même année universitaire, à deux (2) mois consécutifs ou non, le ou les stages font l'objet d'une gratification versée mensuellement dont le montant est fixé par convention de branche ou par accord professionnel étendu, ou à défaut, par décret à 15 % du plafond horaire de la sécurité sociale. Pour les besoins de la présente Convention, cette fraction de la gratification est désignée « Gratification Réglementaire » ou « Franchise de cotisations » selon le cas, car dans la législation actuelle ces fractions sont égales.

Cette gratification n'a pas le caractère de salaire au sens du code du travail.

La gratification est due au Stagiaire à compter du premier jour du premier mois de la période de stage.

Son montant forfaitaire n'est pas fonction du nombre de jours ouvrés dans le mois. Elle est établie en tenant compte de la durée hebdomadaire de présence du Stagiaire. Elle est due pour chaque heure de présence du Stagiaire au sein de l'Organisme d'Accueil.

En cas de suspension ou de résiliation de la convention de stage, le montant de la gratification due au Stagiaire est proratisé en fonction de la durée de stage effectuée.

Le cas échéant,

À compléter par l'Organisme d'Accueil :

Pendant la durée du stage, l'Organisme d'Accueil prévoit le versement d'une gratification mensuelle de : Montant en lettres : Quatre-vingts euros (80 €) (Montant en chiffres : 80 €) BRUT HEURE

Les modalités de versement de la gratification sont les suivantes :

Merci de renseigner :

- ☒ virement bancaire (coordonnées bancaires transmises à l'Organisme d'Accueil par le Stagiaire) ;
- ☐ chèque bancaire dressé à l'attention du Stagiaire ;
- ☐ espèces remises au Stagiaire ;

Au de chaque mois (Merci d'indiquer le jour du versement)

La gratification est due au Stagiaire sans préjudice du remboursement des frais engagés pour effectuer le stage et des avantages offerts, le cas échéant, pour la restauration, l'hébergement et le transport.

Conformément aux dispositions de l'article L. 124-13 du code de l'éducation, le Stagiaire a accès au restaurant d'entreprise ou aux titres-restaurants dans les mêmes conditions que les salariés de l'Organisme d'Accueil.

le Stagiaire bénéficie également de la prise en charge des prix des titres d'abonnements souscrits pour ses déplacements entre sa résidence habituelle (au moment du stage) et son lieu de stage accomplis au moyen de transports publics de personnes ou de services publics de location de vélos, telle que prévue à l'article L. 3261-2 du code du travail.

De la même façon, en application des dispositions de l'article D.124-7, si l'Organisme d'Accueil est un organisme de droit public, les trajets effectués par le Stagiaire entre son domicile (au moment du stage) et le lieu où il accomplit le Stage sont pris en charge dans les conditions fixées par le décret n° 2010-676 du 21 juin 2010 instituant une prise en charge partielle du prix des titres d'abonnement correspondant aux déplacements effectués par les agents publics entre leur résidence habituelle et leur lieu de travail.

Les frais de déplacement et d'hébergement engagés par le Stagiaire à la demande de l'Organisme d'Accueil, ainsi que les frais de formation éventuellement nécessités par le stage, sont intégralement pris en charge par l'Organisme d'Accueil selon les modalités en vigueur au sein de l'Organisme d'Accueil.

Liste des avantages offerts (*à compléter par l'Organisme d'Accueil*) :

ARTICLE 8 : PROTECTION SOCIALE

Quel que soit le montant de la gratification versée, le Stagiaire conserve son statut d'étudiant. Pendant la durée du stage, le Stagiaire continue à bénéficier des prestations sociales du régime social dont il dépend (cf. article 5 des présentes).

Le Stagiaire bénéficie de la législation sur les accidents du travail en application des dispositions de l'article L. 412-8 (2.b) du code de la sécurité sociale. A ce titre, il est rattaché au régime général de la Sécurité sociale.

Aux termes de l'article R.412-4 (II-A) du code de la sécurité sociale, pour le Stagiaire qui perçoit une gratification égale à la Gratification Réglementaire, les obligations de l'employeur incombent à l'ENSTA Bretagne. A contrario, pour le Stagiaire qui perçoit une gratification supérieure à Gratification Réglementaire, les obligations de l'employeur incombent à l'Organisme d'Accueil dans les conditions suivantes.

8.1 La déclaration d'accident de travail

Pour le Stagiaire qui perçoit une gratification égale à la Gratification Réglementaire, l'obligation de déclaration de l'accident du travail, instituée par l'article L. 441-2 du code de la sécurité sociale, incombe à l'ENSTA Bretagne.

Pour le Stagiaire qui perçoit une gratification supérieure à la Gratification Réglementaire :

- lorsque l'accident survient par le fait ou à l'occasion du Stage, l'obligation de déclaration incombe à l'Organisme d'Accueil. Le cas échéant, l'Organisme d'Accueil adresse sans délai à l'ENSTA Bretagne une copie de la déclaration d'accident du travail envoyée à la CPAM compétente ;
- lorsque l'accident survient du fait ou à l'occasion de l'enseignement dispensé par l'ENSTA Bretagne, l'obligation de déclaration incombe à l'ENSTA Bretagne qui adresse, sans délai, à

l'Organisme d'Accueil une copie de la déclaration d'accident envoyée à la caisse d'assurance maladie compétente

8.2 Le paiement des cotisations « risque accident du travail et maladies professionnelles »

Le paiement des cotisations « risque accident du travail et maladies professionnelles » (ATMP) est, selon le montant de la gratification (cf. article 7), assumé par l'ENSTA Bretagne ou par l'Organisme d'Accueil.

- i. **La gratification égale à la Franchise de Cotisations** ne donne pas lieu à assujettissement aux cotisations et contributions sociales (franchise). Le Stagiaire continue à bénéficier de la couverture spécifique accident du travail de l'article L.412-8 (2° b.) du Code de la sécurité sociale, régime étudiant, relatif aux accidents du travail.

Lorsque la gratification est égale à la Gratification Réglementaire, le paiement des cotisations ATMP incombe à l'ENSTA Bretagne.

- ii. **La fraction de la gratification supérieure à la Franchise de Cotisations** est soumise aux cotisations et contributions sociales, y compris accident du travail et le Stagiaire est immatriculé par l'Organisme d'Accueil au régime général de la Sécurité Sociale : il bénéficie alors de la couverture légale en tant que « salarié » au titre de l'article L.411-1 du code de la sécurité sociale.

Lorsque la gratification est supérieure à la Gratification Réglementaire, le paiement des cotisations ATMP incombe à l'Organisme d'Accueil.

ARTICLE 9 : RESPONSABILITE CIVILE ET ASSURANCES

Chacune des trois Parties déclare être garantie au titre de sa responsabilité civile. Le Stagiaire doit justifier à l'ENSTA Bretagne d'une assurance couvrant sa responsabilité civile en présentant une attestation d'assurance valable pour l'année en cours.

Les dommages ou accidents subis par le Stagiaire et imputables à l'Organisme d'Accueil ou à ses personnels, sont indemnisés selon les règles en vigueur dans l'Organisme d'Accueil et sur les lieux du stage. Le détail de ces règles est tenu à la disposition du Stagiaire qui peut y avoir accès sur simple demande.

L'Organisme d'Accueil prend à sa charge la réparation des dommages qui pourraient être causés par le Stagiaire à l'occasion de l'exécution de la mission qui lui est confiée dans le cadre du Stage. Il accepte de n'engager aucune action à l'encontre du Stagiaire, sauf faute intentionnelle, ou de l'ENSTA Bretagne, en réparation de ces dommages.

Lorsque l'Organisme d'Accueil met un véhicule à disposition du Stagiaire, il lui incombe de vérifier préalablement que la police d'assurance du véhicule couvre son utilisation par un stagiaire.

Lorsque, dans le cadre du Stage, le Stagiaire utilise son propre véhicule ou un véhicule prêté par un tiers, il déclare expressément à l'assureur dudit véhicule cette utilisation qu'il est amené à faire et, le cas échéant, s'acquitte de la prime y afférente.

En cas de responsabilité personnelle, sans lien direct avec le service ou le stage, le Stagiaire pourra être appelé à faire jouer sa responsabilité civile personnelle.

ARTICLE 10 : RAPPORT DE STAGE, SOUTENANCE ET EVALUATION

Le Stage fait l'objet d'un rapport et d'une soutenance. Les notes attribuées sont intégrées au système de notation globale.

Pour les stages intégrés au cursus pédagogique des élèves de deuxième et troisième années, dans la mesure du possible, un représentant de l'Organisme d'Accueil est membre du jury de soutenance.

Le Stagiaire transmet également le rapport au Tuteur désigné par l'Organisme d'Accueil. Ce dernier doit en apprécier le contenu, notamment au vu de l'article 11 'Confidentialité' et transmettre son évaluation à l'ENSTA Bretagne qui en tiendra compte dans l'attribution de la note de soutenance.

Conformément aux dispositions de l'article D.124-9 la fin du stage, l'Organisme d'Accueil délivre au Stagiaire une attestation de stage indiquant la nature et la durée effective totale du Stage ainsi que le montant de la gratification versée au Stagiaire, le cas échéant.

ARTICLE 11 : CONFIDENTIALITE

Le Stagiaire est soumis aux règles de confidentialité ou d'obligation de réserve en vigueur au sein de l'Organisme d'Accueil.

Le Tuteur désigné par l'Organisme d'Accueil vérifie que le rapport de stage rédigé par le Stagiaire ne contrevient pas aux engagements de confidentialité pris par le Stagiaire auprès de l'Organisme d'Accueil.

S'agissant des projets de fin d'étude (dits « PFE ») réalisés au cours de la troisième année, un exemplaire du rapport de stage est remis à la médiathèque de l'ENSTA Bretagne. Cet exemplaire est, sauf mention contraire de l'Organisme d'Accueil, amené à être diffusé auprès des étudiants de l'ENSTA Bretagne à des fins pédagogiques. A cet égard, lorsque l'Organisme d'Accueil ne souhaite pas la diffusion du rapport de PFE, en raison des informations confidentielles qu'il contient, l'Organisme d'Accueil doit le faire savoir aux services de la médiathèque de l'ENSTA Bretagne à l'adresse mail suivante : mediatheque@ensta-bretagne.fr. Ainsi, il est, d'ores et déjà, convenu entre les Parties que, à défaut d'une mention explicite de son caractère confidentiel par l'Organisme d'Accueil, un exemplaire du rapport de stage pourra faire l'objet d'une consultation voire d'un emprunt par tout lecteur de la médiathèque de l'ENSTA Bretagne et d'une diffusion sur le catalogue de la médiathèque.

ARTICLE 12 : MISSIONS

Si le Stagiaire est amené, dans le cadre du Stage et sur décision de l'Organisme d'Accueil, à effectuer des missions en et hors de France, il appartient alors à l'Organisme d'Accueil d'assumer l'indemnisation du transport et de l'hébergement, les risques d'accidents et de maladie (de type Europ Assistance) et les conséquences éventuelles pour le Stagiaire. De plus, l'Organisme d'Accueil s'assure que le Stagiaire est couvert par une assurance garantissant le rapatriement, la responsabilité civile ainsi que les frais médicaux et d'hospitalisation.

L'ENSTA Bretagne doit être informée, avec un préavis de deux (02) semaines, de toute mission à l'étranger. L'ENSTA Bretagne peut s'opposer à cette mission.

ARTICLE 13 : SUSPENSION, INTERRUPTION, RESILIATION

Le Stage peut être suspendu ou interrompu pour un motif lié à la maladie, à un accident, à la grossesse, à la paternité ou à l'adoption, étant entendu que, en application des dispositions de l'article L. 124-13 du code de l'éducation, en cas de grossesse, de paternité ou d'adoption, le Stagiaire bénéficie de

congés et d'autorisations d'absence d'une durée équivalente à la durée légale fixée, par le code du travail³, pour les salariés.

Dans les cas précités, les Parties peuvent, par avenant, décider d'un report de la fin du stage sans dépasser la durée globale prévue à l'article 3.1 des présentes (« Durée du Stage »).

Par ailleurs, le Stagiaire peut, en accord avec l'ENSTA Bretagne, interrompre son Stage en cas de non-respect des stipulations pédagogiques de la convention par l'Organisme d'Accueil. La présente convention est alors résiliée de plein droit.

De façon plus générale, la présente convention peut être résiliée de plein droit par l'une des Parties en cas d'inexécution par l'une des autres Parties d'une ou plusieurs des obligations contenues dans ses diverses clauses. Cette résiliation devient effective un (1) mois après l'envoi par la Partie plaignante d'une lettre recommandée avec accusé de réception exposant les motifs de la plainte, à moins que dans ce délai la Partie défaillante n'ait satisfait à ses obligations ou n'ait apporté la preuve d'un empêchement consécutif à un cas de force majeure, au sens de l'article 1148 du code civil.

L'exercice de cette faculté de résiliation ne dispense pas la Partie défaillante de remplir les obligations contractées jusqu'à la date de prise d'effet de la résiliation.

En tout état de cause, dans le respect des dispositions de l'article L. 124-15 du code de l'éducation, lorsque le Stagiaire interrompt son stage pour un motif prévu au présent article ou, en cas de rupture de la convention à l'initiative de l'Organisme d'Accueil, l'ENSTA Bretagne valide le Stage, même s'il n'a pas atteint la durée prévue dans le cursus, ou propose au Stagiaire une modalité alternative de validation de sa formation.

La présente convention sera également résiliée de plein droit en cas de cessation d'activité ou de dissolution de l'Organisme d'Accueil.

³ Articles L. 1225-16 à L. 1225-28, L. 1225-35, L. 1225-37 et L. 1225-46 du code du travail.

Fait à Brest, en trois (03) exemplaires, dont un (01) pour chaque Partie (Organisme d'Accueil - ENSTA Bretagne - Stagiaire),

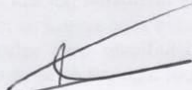
	Date : Le Stagiaire, 
Pour l'Organisme d'Accueil, Date : 15/06/2017 Le tuteur de stage (Nom et qualité) Bvx Responsable méthodes industrielles	Pour l'ENSTA Bretagne, L'Enseignant référent, 
Date : Le représentant de l'Organisme d'Accueil (Nom et qualité) STEPHANNE NAVER Responsable de site + timbre de l'Organisme d'Accueil 	Patrick PUYHABILIER Directeur,  

Table des illustrations :

Figure 1 : Bête à corne	8
Figure 2: Diagramme pieuvre	9
Figure 3: Grafcet de fonctionnement de la table	13
Figure 4: Différentes options proposées	17
Figure 5: Résultat de la détection de contours	23
Figure 6: Prototype après intégration des cameras	25
Figure 7: Prototype du premier étage de la table sans capteurs	25
Figure 8: Résultat de la vidéosurveillance en cachant le visage	26
Tableau 1: Fonctionnalités FP1	10
Tableau 2: Fonctionnalités FS1	10
Tableau 3: Fonctionnalités FS2	11
Tableau 4: Fonctionnalités FS3	11
Tableau 5: Performances table	12
Tableau 6: Comparaison de capteurs	15
Tableau 7: Comparaison de microcontrôleurs	15
Tableau 8: Solutions avec prix de chacune	18
Tableau 9: Critère qualité de chaque solution	20
Tableau 10: Risques liés à chaque solution	21

Bibliographie

- [1] « Comparaison entre Arduino et Raspberry Pi ». http://www.robot-maker.com/shop/blog/10_Arduino-Raspberry-Pi.html.
- [2] « Entrées/sorties GPIO sur Raspberry Pi - PoBot ». <http://www.pobot.org/Entrees-sorties-GPIO-sur-Raspberry.html>.
- [3] « ISEN Robotics ». <http://isenrobotics.free.fr/pagestutos.php?idpagetuto=23>.
- [4] Mazzari, Vanessa. « Capteur ultrason: capteur à ultrason en vente chez Génération Robots ». *Génération Robots - Blog*, 21 mars 2017.
<https://www.generationrobots.com/blog/fr/2017/03/capteur-ultrason-capteur-a-ultrason-en-vente-chez-generation-robots/>.
- [5] « Raspberry Pi Vs. Arduino - Randco ». <https://www.randco.fr/actualites/2013/raspberry-pi-vs-arduino/>.