

RAPPORT DE STAGE

Stagiaire R&D

DELALEX Brian

AOÛT 2019 à DÉCEMBRE 2019

Tuteur : OUVRADOU François

Etablissement : Epitech Lyon, 2 rue Professeur Charles Appleton

Entreprise d'accueil : Tiama Headquarters, 1 Chemin des Plattes

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au bon déroulement de mon stage.

En premier lieu je voudrais remercier, toutes les personnes travaillant à Tiamata, pour leur accueil et pour l'aide fournie durant mon stage.

Plus précisément, je remercie les personnes suivantes, qui m'ont apporté du soutien et grâce à qui j'ai vécu une expérience très enrichissante durant toute la durée de ce stage :

Monsieur François OUVRADOU, qui par son rôle de tuteur, m'a apporté son aide et son expérience. Expérience qui m'a permis de comprendre, le monde de l'industrie verrière, notamment au niveau de l'inspection et de l'imagerie. Merci pour la confiance donnée qui m'a permis de travailler de façon autonome. Je tiens à lui témoigner ma reconnaissance pour l'expérience et les connaissances partagées, qui me seront d'une grande utilité pour la suite de mes études.

Aux experts, Nicolas C., Julien F. et Laurent G., pour l'accueil qu'ils m'ont réservé dans leur bureau.

Aux opticiens, Lubin F. et Marc L., pour le partage de leurs connaissances en optique et de leurs matériels.

A toutes les personnes qui ont rendu possible mes manipulations, notamment, Victor D., Thomas S., Benoit M., Alexandre E., Pascal F. et Jonathan P., sans qui je n'aurais pas pu poursuivre ma mission aussi loin.

Sommaire

Remerciements	2
Sommaire	3
Glossaire	4
Introduction	5
Partie 1 : Ma mission	9
Partie 2 : Accomplissements	17
Conclusion	32

Glossaire

Atlas : Un des postes d'inspection de la machine MX4. (Lire 2.2)

Bruit : Dans une image on appelle bruit toute information que l'on ne souhaite pas capter, comme des niveaux d'intensité de pixels. Ce bruit va ensuite rendre plus difficile le traitement de l'information car il la perturbe.

CD : Mode de fonctionnement de la caméra événementielle ou nom donné aux événements renvoyés par ce mode.

C++ : Langage de programmation utilisé pour toute la phase de développement de mon stage.

EM : Mode de fonctionnement de la caméra événementielle ou nom donné aux événements renvoyés par ce mode.

Glaçure : Micro-fissure à l'intérieur des contenants en verre.

Prophesee player : logiciel fournit avec la caméra événementielle permettant de visionner ce que la caméra renvoi.

R&D : Recherche et développement

Librairie : groupe de fonction logiciel permettant l'ajout de fonctionnalité à un programme.

MX4 : Machine carrousel multi-inspection. (Lire 2.1)

SDK : De l'anglais « Software development kit », kit avec tous les outils permettant le développement pour une plateforme dédié, dans notre cas la caméra événementielle.

Timestamp : Enregistrement digital du temps à la répétition d'un événement spécial.

1.Introduction

1.1 Tiama

« Leader mondial pour les machines de contrôle et d'inspection du packaging du verre (bouteilles, flacons, pots, ...). »

International et multiculturel

Tiama a une clientèle dans le monde entier avec des ventes réalisées sur les 5 continents dans environ 600 usines verrières dans plus de 80 pays.

Plus de 91% du chiffre d'affaire de l'entreprise est réalisé à l'export dont 61% en dehors de l'Europe.

Tiama maintient une présence locale pour être au plus près de ses clients :

- Filiales aux USA et en Russie.
- Plus de 70 experts techniques répartis dans le monde pour assurer le service technique.

Des collaborateurs internationaux :

- Plus de 18 nationalités.
- 37% des collaborateurs maîtrisent plus de 3 langues.
- 94% parlent anglais couramment.

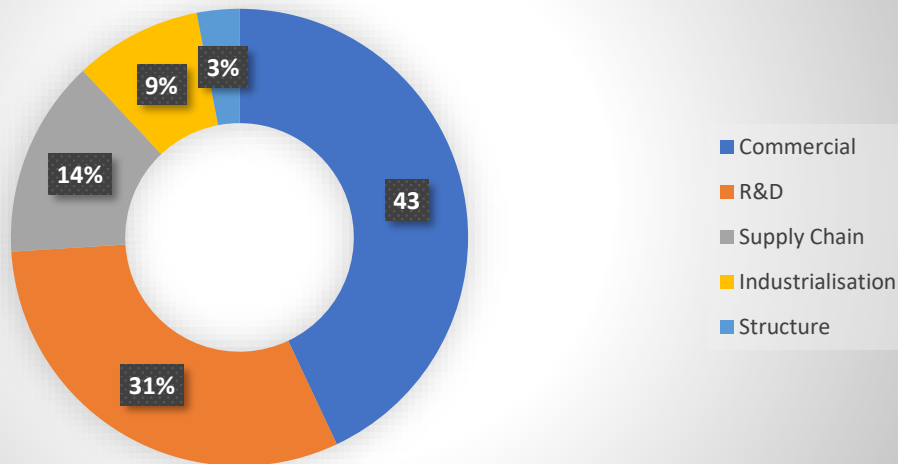
Produits

5 expertises clés :

- *Softwares intelligents*
- *Capteur et contrôle au secteur chaud*
- *Traçabilité*
- *Equipement d'inspection*
- *Service*



Les métiers (%)



1.2 Recherche & Développement

Avec les avancées technologiques et la concurrence, Tiama se voit obligé d'être en constante évolution. Il faut accélérer les machines, les rendre plus efficaces, proposer plus de fonctionnalités, aux meilleurs prix pour que l'entreprise puisse garder son rôle de leader mondial.

C'est pour cette raison que l'entreprise compte beaucoup sur son service de R&D, en effet, sur le graphique on peut constater que 31% des effectifs Tiama travaillent dans ce secteur.

L'entreprise investit beaucoup pour rester à la pointe et satisfaire ses clients, 10% du chiffre d'affaire est alloué à la recherche.

La R&D Tiama représente 47 brevets (avec une moyenne de 4 dépôts par ans), 94 ingénieurs experts, des moyens innovants de répondre aux problèmes des clients.

Les ingénieurs experts sont passionnés et motivés, ils cherchent en permanence des façons d'améliorer les machines pour faire avancer l'entreprise. Ils font de la veille technologique pour détecter ce qui pourrait permettre l'amélioration des machines.

On retrouve beaucoup de nouvelles technologies à Tiamata comme par exemple la 3D, les spectres électromagnétiques (visibles, infrarouges, ultraviolet, rayon X et térahertz) ou encore le deep learning.

C'est dans ce secteur que je suis accueilli à Tiamata et où je passe mon stage.

1.3 Méthode de travail

Le service R&D emploie la méthode agile pour organiser son travail. Cette méthode implique le client du début à la fin, ce qui lui permet de faire partie du projet et de pas avoir de mauvaises surprises au dernier moment. Cela laisse aussi au client l'opportunité de demander des changements pendant le développement contrairement à une méthode classique où l'entreprise s'en tient au cahier des charges.

Dans un premier temps, le client élabore sa vision du produit et de ses fonctionnalités et l'envoie à l'équipe de développement.

L'équipe décide d'une portion du produit à réaliser dans une courte durée appelée sprint. Pendant chaque sprint l'équipe développe et test la portion du produit choisi au préalable. Une fois le sprint terminé, le produit qui n'est pas complet mais utilisable est montré au client. Ce qui lui permet de juger le travail réalisé et de pointer du doigt les problèmes.

2.Ma mission

2.1 MX 4 (Machine carrousel)

Tiama dispose de nombreuses machines de contrôle et d'inspection de qualité du packaging en verre (fliales, bouteilles, pots, ...). Cela commence dès que l'article a été moulé et que le verre est encore à haute température et se poursuit jusqu'à la palettisation des emballages avec plusieurs automates de contrôle à température ambiante. En dehors du contrôle de la qualité du verre Tiama propose aussi à ses clients des machines qui permettent la traçabilité de chaque bouteille.



Chaînes de productions avec machine MCAL 4 et MULTI4.

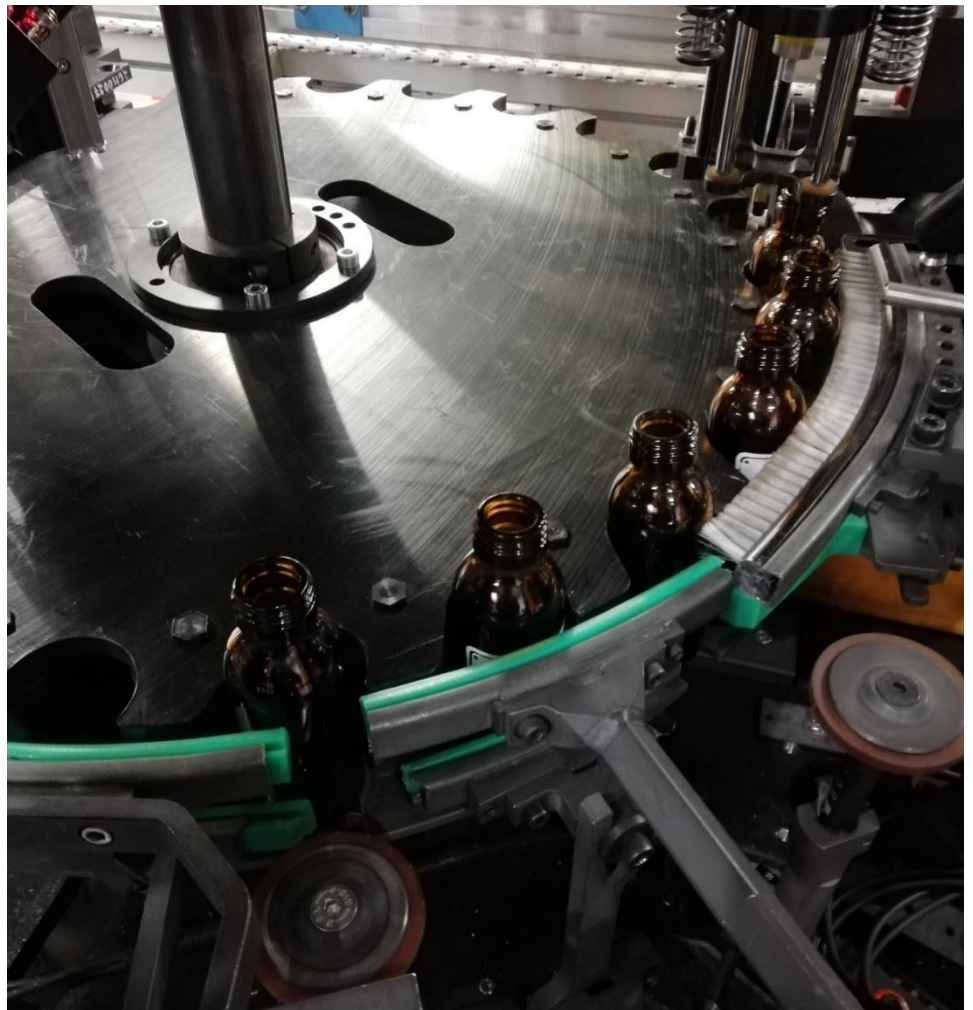
*MCAL 4 : Détection par caméras des défauts sur le corps du contenant

*MULTI4 : Détection par caméras des défauts sur la bague et le fond du contenant

La MX 4 est une machine de contrôle et d'inspection autonome de qualité. Elle permet aux usines verrières de contrôler leurs bouteilles, une fois qu'elles sont à températures ambiantes, avec une cadence de 6 bouteilles par secondes.



Automate MX 4



Etoile MX 4

Les bouteilles défilent sur un tapis roulant et entre dans la MX 4 qui est formé d'une étoile crantée qui saisit une bouteille à chaque cran pour les faire tourner et passer devant différents dispositifs d'inspection. C'est ce mouvement giratoire qui lui vaut son surnom, machine carrousel. Quand les bouteilles sortent de l'étoile, elles se retrouvent à nouveau sur un tapis et se voient éjectées si les dispositifs d'inspections ont trouvé des défauts.

Mon travail dans l'entreprise est destiné à cette machine, la MX 4. En effet, Tiamata à l'ambition d'améliorer la machine dans une version future notamment en modifiant son système de capture d'image. Ma mission est donc d'évaluer une nouvelle façon d'appréhender la prise d'image.

2.2 ATLAS

Comme décrit précédemment, la MX 4 est composée de plusieurs dispositifs d'inspection. L'Atlas est l'un de ces dispositifs. Il est composé de plusieurs caméras et plusieurs éclairages, disposés de façon à faire ressortir les défauts. Une fois arrivée au poste d'inspection de l'Atlas l'article va tourner sur lui-même pour que toute la circonférence de l'article soit inspectée. Les caméras et les éclairages forment plusieurs groupe émetteurs/récepteurs distinct qui inspectent des zones différentes de la bouteille (bague, épaule, ...). Pour éviter les interférences entre les groupes l'Atlas utilise des flashes lumineux qui permettent de désynchroniser les prises d'images des différents groupes.

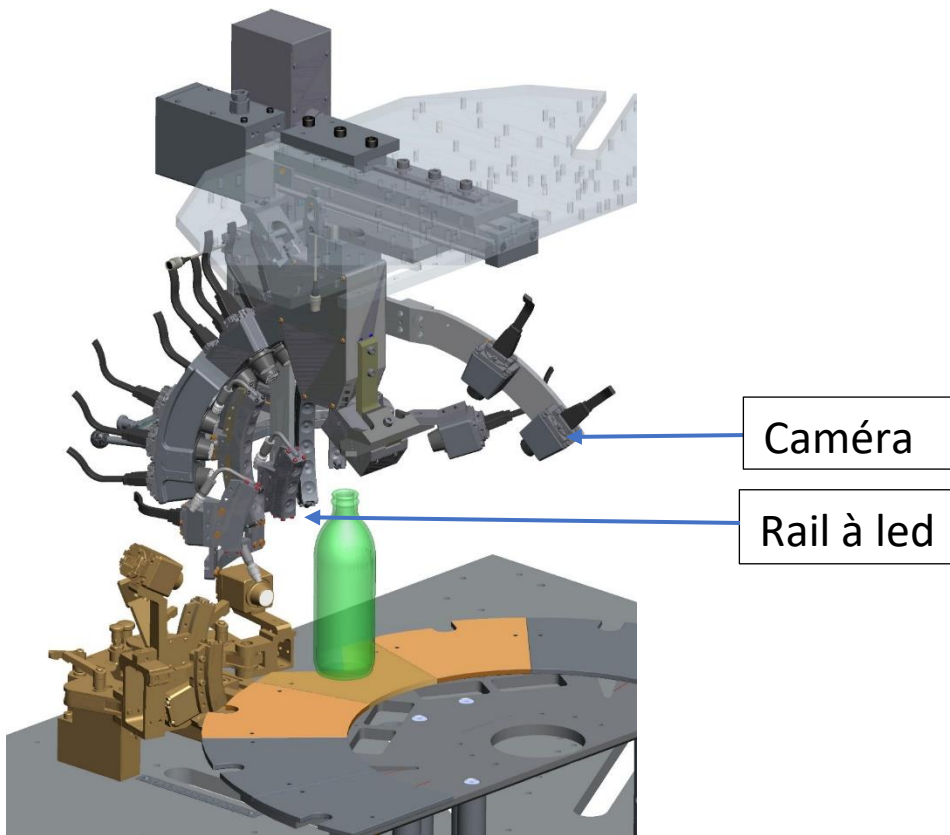


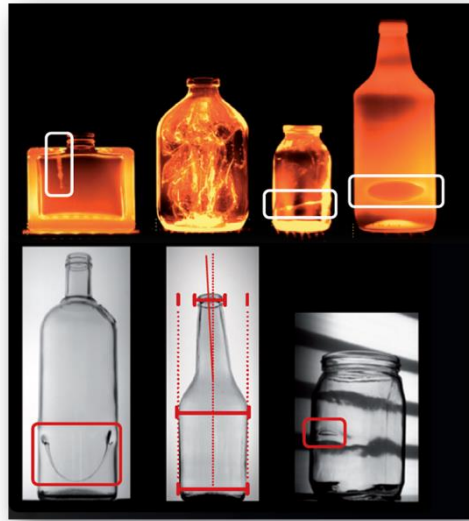
Schéma Atlas

Mes recherches sont destinées à ce dispositif. Une future version de l'Atlas pourrait utiliser ce type de caméra pour améliorer la détection des défauts.

2.3 Défauts

On retrouve de nombreux types de défauts dans les bouteilles (glaçures, bouillons, inclinaisons du col, ...).

Exemples de défauts



On peut trouver des défauts dans toutes les parties d'une bouteille (bague, col, jable...).



Schéma des différentes parties qui composent une bouteille.

Il y a des défauts critiques qui peuvent rendre le contenant très fragile et donc potentiellement dangereux pour le consommateur. Certains défauts sont presque invisibles à l'œil nu. Pour les détecter, Tiamata exploite les caractéristiques optiques du verre avec des jeux de lumières (infrarouges, ultraviolets, ...). Pour orchestrer tout cela, l'entreprise a une équipe d'opticien qui collabore avec tout le reste de la R&D.

Les glaçures sont les défauts qui me concerne pendant tout le stage car ce sont ceux recherchés par l'Atlas. Mes recherches sont donc concentrées sur ce type de défaut. Il en existe de différents types (horizontal, vertical, ...).



Glaçure verticale dans la bague

2.4 Objectif du stage

Être à jour d'un point de vue technologique est impératif pour Tiamata notamment dans le monde de l'image, car plusieurs de ses équipements utilisent des caméras. D'où l'intérêt porté aux nouvelles technologies que sont les caméras événementielles.

Avant de se lancer avec une nouvelle technologie l'entreprise doit être sûr qu'elle peut être viable pour elle, c'est dans cet esprit-là que je dois appréhender la caméra événementielle.

Il faut chercher à comprendre son fonctionnement et trouver ce qu'elle peut apporter à l'entreprise.

Premièrement, il faut voir si la caméra événementielle permet d'égaler les résultats que l'on peut avoir avec une caméra classique, ensuite voir s'il est possible de surpasser ces résultats.

Mon objectif premier est donc simple, prendre en main ce nouveau type de caméra, trouver ses points forts et ses points faibles pour savoir si elle est dans la capacité d'améliorer les machines d'inspection de l'entreprise.

2.5 Prophesee

Prophesee est une entreprise française basée à Paris. Connue pour ses caméras innovantes qui se rapprochent du fonctionnement de la vision humaine.



La caméra Prophesee

Le capteur de la caméra événementielle que j'utilise pendant mon stage est fabriquée par cette entreprise. Ils sont très proches de leur client comme il m'a été donné de voir pendant mon stage.

3. Accomplissements

3.1 Familiarisation

Pendant les premières semaines de mon stage je découvre la caméra événementielle. Je dois comprendre son fonctionnement et comment on l'utilise. En effet, ce type de caméra est très différents des caméras standards, elle ne renvoie pas d'image mais des événements, cependant on peut recréer des images avec ces événements.

La première semaine, je lis essentiellement la documentation pour connaître toutes les caractéristiques de la caméra, comprendre son fonctionnement et ce qu'est un événement.

En parallèle, je me renseigne sur les machines de l'entreprise notamment sur la MX 4, beaucoup de personnes connaissant bien les machines m'expliquent comment elles fonctionnent et à quoi elles servent. De la documentation sur les machines m'est également fourni.

Après avoir lu la documentation sur la caméra, je commence à l'utiliser avec le logiciel (prophesee player) fournit par les fabricants. Prophesee player permet d'avoir un aperçu en direct des images créées à partir des événements que renvoie la caméra mais aussi de changer ses nombreux réglages qui permettent de modifier son fonctionnement. C'est à ce moment que la première difficulté apparaît. En effet, la caméra événementielle ne renvoie pas d'images et les images créées avec les événements ne ressemblent pas à ce que l'on a l'habitude de voir. C'est donc plus difficile à appréhender.

La caméra possède deux types de fonctionnements et deux types d'événements. Un mode appelé CD (pour « Contrast Detection ») qui va envoyer des événements CD quand la caméra détecte un changement de luminosité. Et un mode appelé EM (pour « exposure measurement ») qui accumule l'énergie lumineuse jusqu'à un certain seuil et envoie un événement EM une fois ce seuil atteint.



Image créée à partir d'événements CD.



Image du col d'une bouteille créée à partir d'événements EM.

Les images créées avec le mode EM se rapprochent plus d'une image classique ce qui me donne un point de repère pour les réglages de type mise au point, placement de la caméra.

Le prophesee player me permet d'avoir un premier aperçu de comment réagit la caméra face aux bouteilles, aux glaçures et aux sources lumineuses.

Cependant les possibilités qu'offre ce logiciel reste limitées, on a donc besoin de quelque chose nous offrant plus de liberté.

3.2 Développement

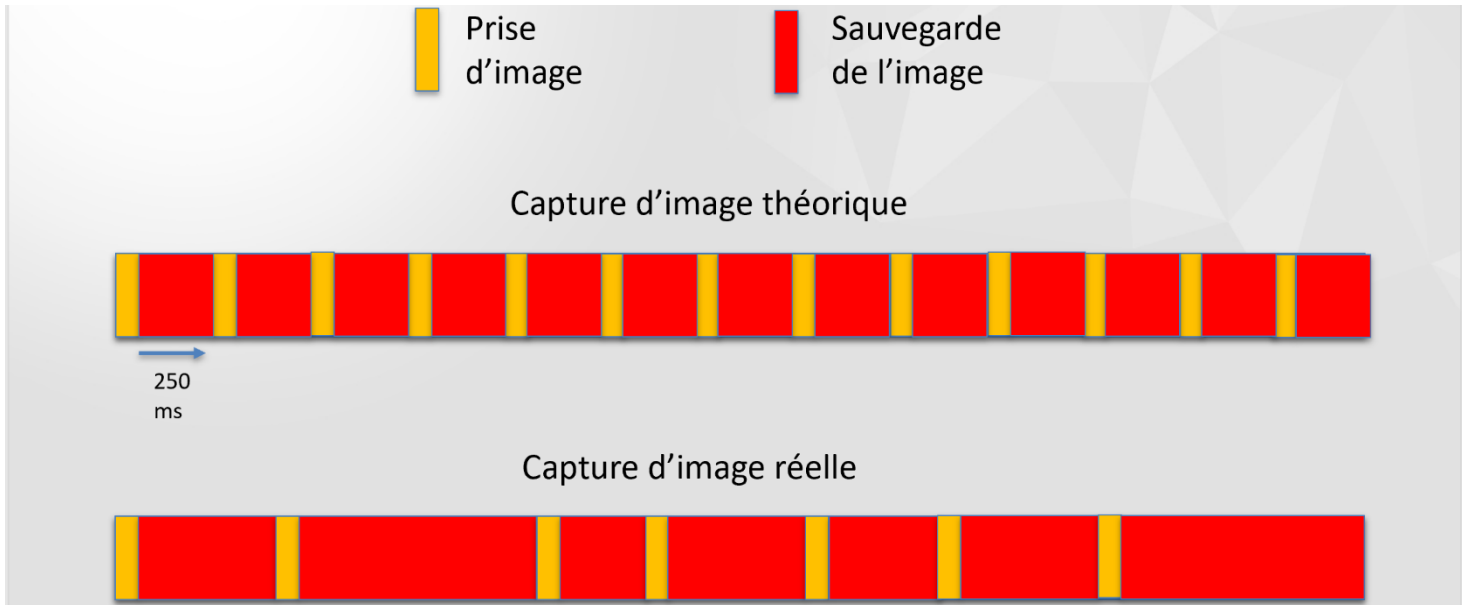
Prophesee fournit avec la caméra une SDK C++ qui permet de développer des logiciels en C++ dialoguant directement avec la caméra.

Mon premier objectif est de connecter la caméra avec mon logiciel grâce à cette SDK, puis de récupérer les informations envoyées par la caméra et de les afficher comme le prophesee player pouvait le faire.

Librairie opencv

Pour pouvoir gérer l'affichage je dois apprendre à utiliser la librairie opencv qui permet de créer des fenêtres et d'afficher les images créées à partir des événements. Elle donne aussi la possibilité d'ajouter des boutons pour que l'utilisateur puisse interagir avec le programme.

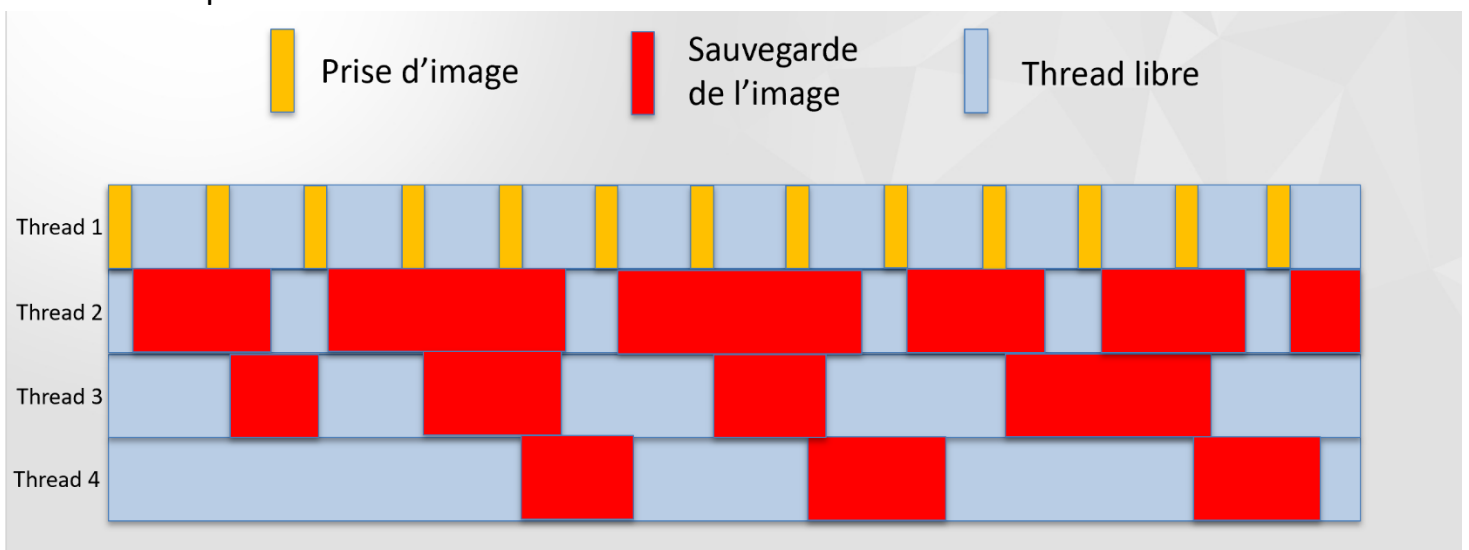
Tiama a pour habitude d'utiliser des images dans ses logiciels d'inspections. Mais la caméra événementielle fonctionne en flux continu, je dois donc développer une solution pour capturer des images à un instant voulu. Les machines de Tiama peuvent fonctionner à des cadences très élevées, ce qui laisse peu de temps pour capturer des images. Le défi est donc de capturer beaucoup d'images dans un court laps de temps. Le problème étant que la sauvegarde des images est plus longue que l'intervalle de temps dont je dispose entre chaque prise.



Par défaut, un programme s'exécute étape par étape. Sur le schéma ci-dessus on voit que la prise d'image est retardée par la sauvegarde. Pour remédier à ça il faut exécuter la prise en parallèle de la sauvegarde.

Le multithreading

Pour régler ce problème, je dois apprendre à utiliser le multithreading. Le multithreading permet à plusieurs tâches de s'exécuter en simultanée (sur plusieurs cœurs d'un processeur) dans un programme, cela me permet donc de sauvegarder des images et d'en capturer de nouvelles en parallèle.



Sur ce schéma on voit que les threads permettent de libérer le thread 1 qui coordonne la prise d'image, ainsi même si la sauvegarde est longue le thread 1 est libre est les prises sont réalisées au bon moment.

3.3 Electronique

Mon objectif suivant est de piloter les flashes lumineux, pour faire ressortir les défauts, grâce à la sortie électrique programmable de la caméra. Mais il me faut d'abord comprendre comment marche les éclairages de l'Atlas.

Pour cela, je bénéficie de l'aide de Benoît qui est ingénieur développement et qui faisait partie du projet Atlas quand il était en développement. Son aide m'est précieuse, il m'explique comment fonctionne l'Atlas notamment au niveau des signaux entre les différents composants. Il me donne aussi accès à quelques ressources tel que le schéma d'acquisition ou des schémas électriques.

À la suite de ces explications, je sais que pour piloter les éclairages je dois envoyer le signal de ma caméra à la carte pulsage.

La carte pulsage :

La carte pulsage est une carte électronique essentielle au fonctionnement de l'Atlas, elle permet la synchronisation de la capture d'image, des flashes lumineux et la rotation de l'article.

J'ai à ma disposition le schéma électrique de la carte, cependant trouver les entrées dont j'ai besoin reste tout de même compliqué car le schéma est très complexe. Autre difficulté, la carte fonctionne en différentiel, il faut donc transformer le signal de la caméra pour que la carte puisse le comprendre et amplifier les 1,8V de la caméra en 5V. Grâce l'aide de François, je réalise un montage, avec un générateur de courant continu, pour adapter le signal de sortie de la caméra.

Pour vérifier le signal de sortie du montage j'apprends à utiliser un oscilloscope.

La caméra permet seulement de choisir l'intervalle entre chaque impulsion et non la durée de l'impulsion. Ce qui se révèle être un problème pour la carte pulsage car la durée de l'impulsion détermine la longueur du flash lumineux. On passe donc à autre chose pour le moment.

3.4 Le poste autonome

La suite de mon stage se déroule dans l'atelier de Tiamata, là où l'on trouve toutes les machines et prototypes. Un poste autonome est mis à ma disposition pour poursuivre mes tests.

Les postes autonomes permettent de reproduire l'instant où les bouteilles arrivent à poste (devant l'Atlas dans mon cas) dans la MX4.

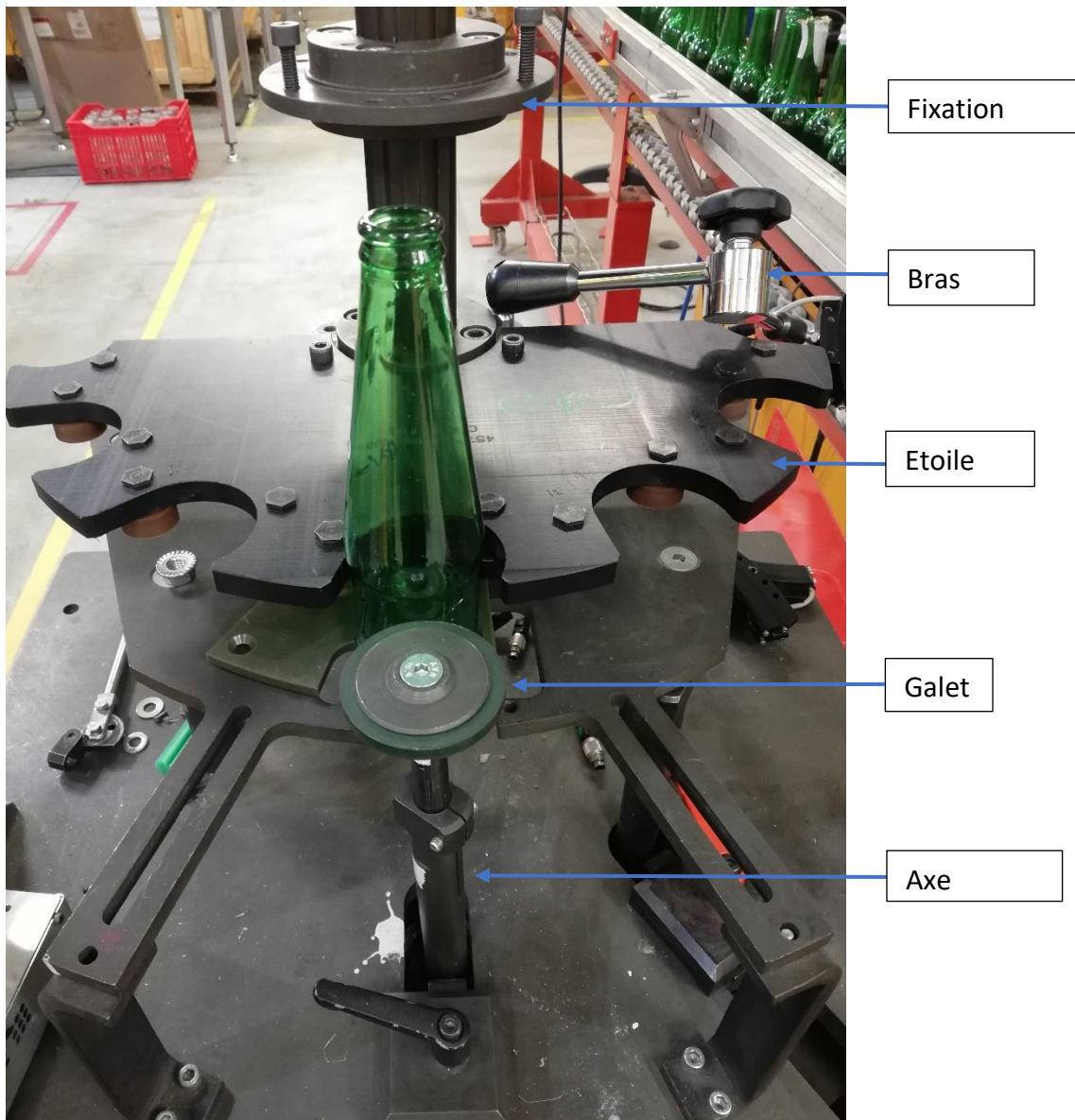


Photo du poste autonome

L'étoile stabilise l'article tout en lui laissant assez de liberté pour faire sa rotation. L'axe moteur met en rotation le galet qui entraîne à son tour la rotation de la bouteille. La deuxième fixation

d'étoile permet de mettre une deuxième étoile pour stabiliser les longs articles. Le poste est muni de pas de vis qui rendent possible la fixation de solutions mécaniques, comme le bras fisso qui permet de fixer les caméras ou les éclairages autour de la bouteille.

Ce poste me permet de vraiment avancer. En effet, la caméra détecte les changements donc elle renvoie très peu d'information devant quelque chose de statique, il faut donc ajouter du mouvement.

Je peux commencer à voir ce que la caméra renvoie face aux défauts. J'inscris toutes mes observations dans des tableaux Excel et sauvegarde des rafales d'images pour voir l'impact des différents réglages sur le rendu. Ces notes et ces images me permettent de montrer mon travail à François lors de nos réunions hebdomadaires et de laisser une trace de mes découvertes à la fin de mon stage. En parallèle de ces tests, je continu à développer quelques fonctionnalités sur le logiciel. Cette partie du stage me donne l'opportunité de travailler mon analyse et mon regard critique.

Au vu de mes observations, nous décidons d'abandonner le mode EM et de se focaliser sur le mode CD qui répond plus aux attentes de Tiamata.

Je poursuivais mes tests avec différentes configurations (différents éclairages, dispositions, réglages, ...), quand je dois passer sur une nouvelle phase de développement.

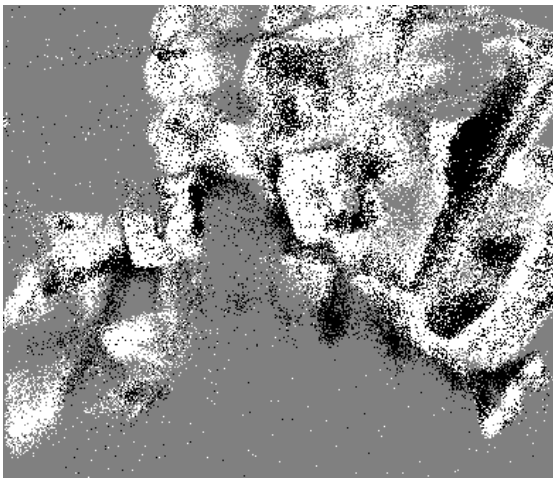
3.5 Seconde phase de développement

Dans cette seconde phase, à la suite d'une idée de François, je change complètement la façon dont sont gérés les événements. Jusqu'à maintenant quand la caméra envoie un événement il est directement placé dans la matrice qui forme l'image. La nouvelle méthode consiste à accumuler les événements sur une certaine durée. Cette durée correspond à toute la rotation de l'article. Ainsi on garde les informations sur la rotation complète de l'objet.

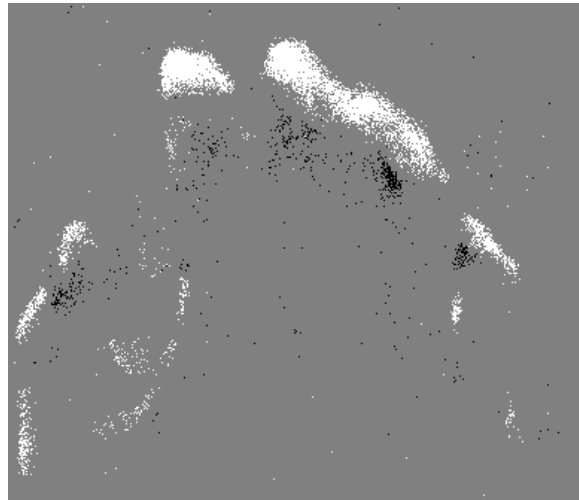
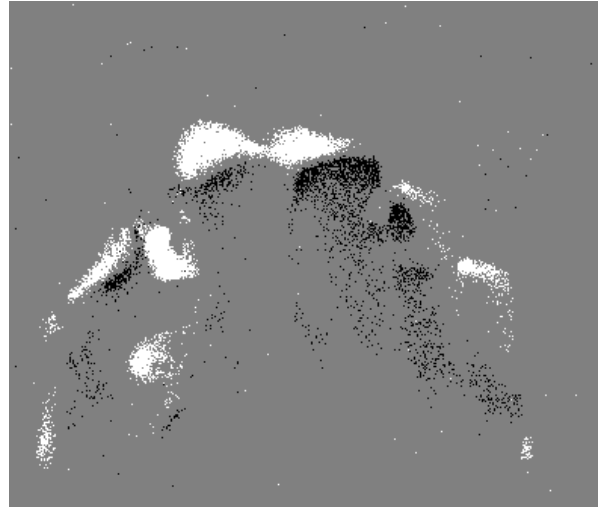
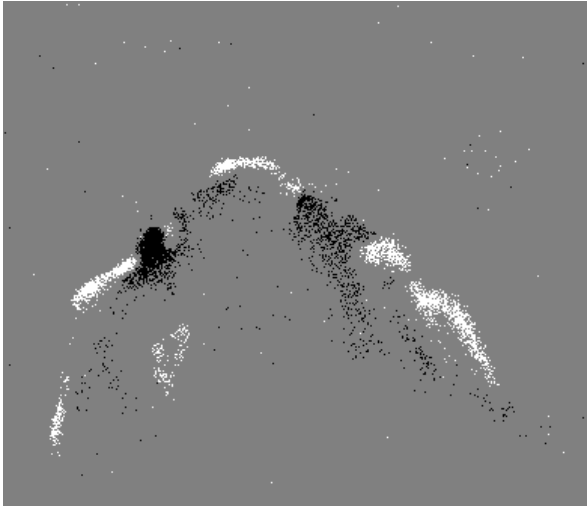
Là est tout l'intérêt de la caméra événementielle, une caméra classique est aveugle entre les images tandis que la caméra événementielle renvoie un flux de données continu. De plus les événements contiennent 4 informations qui sont très utiles et qu'on perd en partie dans une image. Un événement est défini par deux coordonnées spatiales (x, y), une coordonnée temporelle appelé « timestamp » avec une précision de 1 microsecondes et une polarité qui définit le changement de luminosité (augmentation ou diminution). La coordonnée temporelle est perdue lorsque l'on place l'événement dans une image, or elle est très utile grâce à sa grande précision.

Ce nouveau mode de fonctionnement nous permet donc de garder l'instant précis où l'événement est arrivé. Dans une image il y a beaucoup de pixel où il ne se passe rien, tandis qu'avec les événements on n'a que des données utiles, là où il se passe vraiment quelque chose. En plus d'avoir tous ces avantages il est toujours possible de créer des images plus tard pour comprendre ce qui se passe.

Exemple : J'ai capturé les événements envoyés quand j'ouvre ma main devant la caméra, j'ai créé une image avec la totalité de ces événements.



L'image formé par l'accumulation n'est pas intéressante on ne voit pas ce qu'il se passe, cependant avec la même capture on peut recréer le mouvement, grâce à la coordonnée temporelle, on sépare les événements en groupes et forme des images à partir de ces derniers.

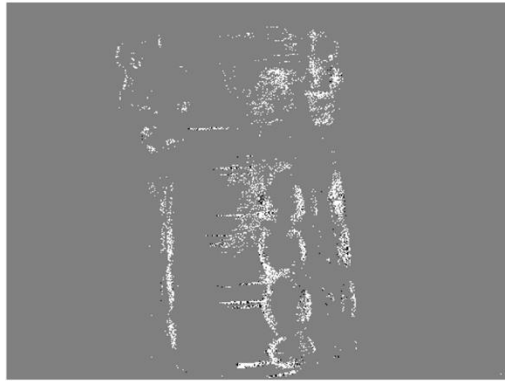


Ces trois images ont été formées avec la même accumulation d'événement que la précédente, c'est-à-dire que tous les événements présents sur ces trois images étaient présents sur la première image mais ils ont été répartis par rapport au moment où ils sont apparus. On voit que cela permet de recréer le mouvement, avec une bouteille en mouvement cela donne la possibilité d'analyser un moment précis de sa rotation. Grâce à la précision des événements on peut créer plus d'images qu'une caméra classique aurait pu en capturer.

Les masques

On capture des images de plusieurs bouteilles considérées sans défaut, on les additionne pour former un masque. Ainsi un masque représente tous les pixels qui sont présents même quand la bouteille n'a pas de défaut. C'est-à-dire les pixels que l'on peut ignorer car ils s'ont « toujours » présents dans l'image, ils peuvent être générés par une réflexion ou être des

parasites (ou « du bruit »). Pour se faire on soustrait notre capture aux pixels du masque et seulement les pixels intéressants restent. Ceci va faciliter la détection.



Image



Masque



Résultat

La détection

Une fois la capture d'événements au point, François me demande de faire un algorithme de détection des défauts. C'est une première pour moi, je dois recommencer plusieurs fois et faire évoluer l'algorithme pendant tout le long du stage pour arriver à quelque chose qui fonctionne.

Pour cette tâche, je dois apprendre à utiliser la programmation orienté objet en C++. Les objets sont définis par des données et des actions qu'ils sont capables de réaliser. Ils ont l'avantage d'être duplicable, on peut créer une multitude d'objets similaires avec seulement leurs données qui changent mais les actions restent identiques.

L'algorithme commence dès que la capture d'événement est terminée et qu'on a appliqué le masque.

L'algorithme est formé de plusieurs étapes, la première consiste à regrouper dans un objet tous les événements proches dans l'espace et dans le temps.

L'étape suivante consiste à déterminer la taille et la forme de l'objet.

Ensuite on détermine si l'objet est mobile ou non, car un reflet est immobile tandis qu'un défaut sera mobile. Donc s'il est immobile on le supprime.

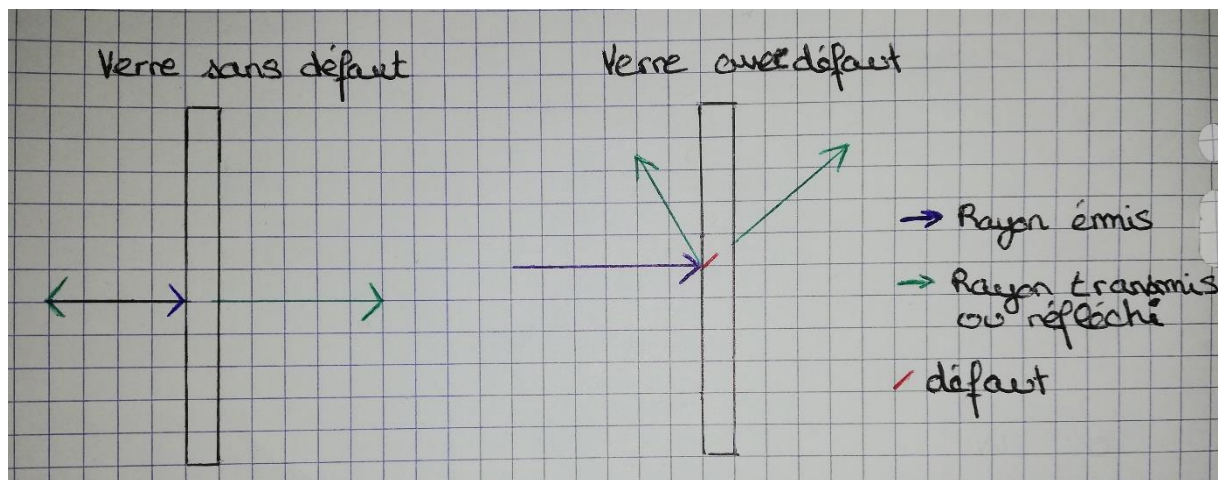
Ensuite on supprime les objets trop petits qui ont été créés à cause du bruit.

Mon algorithme n'est pas parfait mais il nous permet de savoir que la détection de défaut grâce à la caméra événementielle est possible.

3.6 L'importance de l'optique

François et Laurent COSNEAU, manager du département informatique, organisent plusieurs réunions au cours de mon stage, pour faire un point sur mon avancement et pour que Laurent puisse me donner des conseils.

C'est lors de l'une de ces réunions que Laurent et François m'expliquent l'importance d'une bonne configuration optique pour la détection de défauts.



Sur le schéma ci-dessus on voit que le défaut dévie les rayons lumineux.

En effet, on considère une glaçure comme de l'air entre deux couches de verres. Quand un rayon lumineux traverse une glaçure il change donc de milieu deux fois, de verre à air et d'air à verre, ceci dévie sa trajectoire. Il est donc important de positionner les groupes émetteurs/récepteurs de sorte que le récepteur reçoive la lumière des émetteurs si elle est déviée par un défaut. Il y a plusieurs groupes émetteurs/récepteurs car selon le type de la glaçure la réflexion sera différente.

À la suite de cette réunion, de la documentation sur l'optique de l'Atlas est mis à ma disposition, ceci me permet de me calquer sur la configuration optique de l'Atlas pour la poursuite de mes tests. Ce qui augmente considérablement ma visibilité sur les défauts.



Sur l'image ci-dessus on peut voir le montage que j'obtiens, avec les 4 rails à led qui permettent de faire ressortir les glaçures verticales et le diffuseur lui fait ressortir les glaçures horizontales.

3.7 Workshop Prophesee

Par la suite François organise un workshop avec deux personnes travaillant dans l'entreprise qui fournit les caméras événementielles, Prophesee.

Le but du workshop est de leur expliquer ce que l'on cherche à faire avec leur caméra, notamment en leur montrant des images que j'avais réalisé et les défauts que l'on cherche à voir.

Ils nous fournissent des explications plus détaillées sur le fonctionnement interne de la caméra. Ils nous donnent notamment un accès à une partie du « Prophesee player » cachée qui donne plus de contrôle sur la caméra grâce à des réglages plus avancés.

C'est un exercice de communication très intéressant pour moi.

Grâce aux conseils fournis et aux nouvelles fonctionnalités acquises durant ce workshop, je peux poursuivre mes tests. Cela me permet de faire des réglages beaucoup plus poussés qui facilite la détection en réduisant le bruit sur l'image et en améliorant la visibilité du défaut. Par la suite, je peux donc améliorer mon algorithme et notamment réduire le temps d'exécution qui était jusqu'alors assez conséquent, ce qui se trouvait être un problème.

3.8 Présentation caméra événementielle

Les résultats commencent à être bons. Il est temps de les présenter au reste de l'entreprise.

Pendant quelques jours, je me prépare à présenter mes recherches. Je synthétise mes résultats pour qu'ils soient brefs, précis mais aussi compréhensibles pour un auditoire avec des connaissances techniques variées. Ce travail est très enrichissant car il me donne l'opportunité de travailler mes capacités de synthèse et de présentation.

François et moi présentons la caméra, ses avantages, ses défauts, devant plus d'une dizaine de personnes de l'entreprise.

N'étant pas quelqu'un très à l'aise à l'oral c'est un exercice très intéressant, qui me permet de m'entraîner à m'exprimer devant un auditoire. De plus, tout le monde a l'air très impliqué dans le projet, de par leurs questions ou encouragements.

En conclusion de cette réunion, je dresse une liste des tests qu'il me reste à faire avec la caméra, cette liste définira mes prochains objectifs.

3.9 L'impact de la vitesse de rotation

Le premier objectif de cette liste est de déterminer l'impact de la vitesse de rotation de l'article sur les résultats qu'on peut obtenir.

Procédé :

- Capture d'événements sur la rotation complète de la bouteille.
- Création de 100 images à partir de cette capture.
- Répéter le procédé à différentes vitesses...

Ces différents lots d'images me permettent de voir comment le rendu évolue avec l'augmentation de la vitesse de rotation. A première vue, la vitesse n'influence pas le rendu de la caméra. Cela me paraît normal, car la lumière traverse le défaut de la même façon peu importe la vitesse à laquelle il défile, étant donné que la lumière est beaucoup plus rapide. Ceci n'étant qu'une simple hypothèse, je demande l'avis de Lubin F., opticien, sur le sujet. Il me confirme que le défaut serait toujours traversé par la lumière peu importe la vitesse et que le seul changement serait le temps d'exposition de ce défaut à la lumière.

Ensuite, je remarque que la visibilité du défaut baisse quand on atteint de grande vitesse de rotation. En effet, les événements forment un schéma qui se répète à chaque rotation, quand on augmente la vitesse de rotation ce schéma reste identique mais sa fréquence augmente. Cette augmentation de la fréquence de passage du schéma augmente le taux d'événements/secondes que la caméra renvoie, et quand ce taux est trop élevé la caméra sature ce qui mène à une perte d'information.

Graphique du nombre de Million d'événements par rapport à la Vitesse de rotation



On voit sur ce graphique les tours/minutes de l'article en abscisses et le taux de Million d'événements/secondes en ordonnées. Les trois lignes horizontales signalent le niveau de saturation. L'intérêt principale de ce graphique est de voir à partir de quel taux d'événements/secondes la caméra sature. Mais il permet aussi de voir comment l'augmentation de la vitesse influe sur le taux d'événement, même si le taux d'événement ne dépend pas que de la vitesse mais plus des réglages (sensibilité caméra, éclairage, ...).

3.10 Test sur machine

Toutes les phases de tests et de développements, m'ont bien préparé pour ce dernier test sur MX 4.

Les tests machine vont me permettre de me mettre dans des conditions réelles. J'ai à disposition l'éclairage de l'Atlas qui me permet une bonne configuration optique. Le fait d'être sur machine va me permettre de faire les tests dans un environnement réel, avec les vibrations, oscillations créées par la machine. Car le poste autonome que j'utilisais précédemment offrait une stabilité qu'on ne retrouve pas forcément dans une situation réelle.

J'ai intégré la caméra au système d'éclairage de l'Atlas pour former un groupe émetteurs/récepteur. La MX4 envoie un signal continu pendant toute la rotation de l'article pour synchroniser la prise d'image avec la rotation. Ce signal est un signal électrique de 24V que j'adapte à la caméra grâce à l'aide d'Alexandre. La caméra ne supporte que 5V donc pour éviter tout problème de survolage, nous utilisons un optocoupleur qui permet d'envoyer un signal entre deux circuits électriques sans interaction électrique entre les deux. Ensuite, il me suffit de développer la solution logicielle pour récupérer ce signal et agir en conséquence (début/fin capture événement).

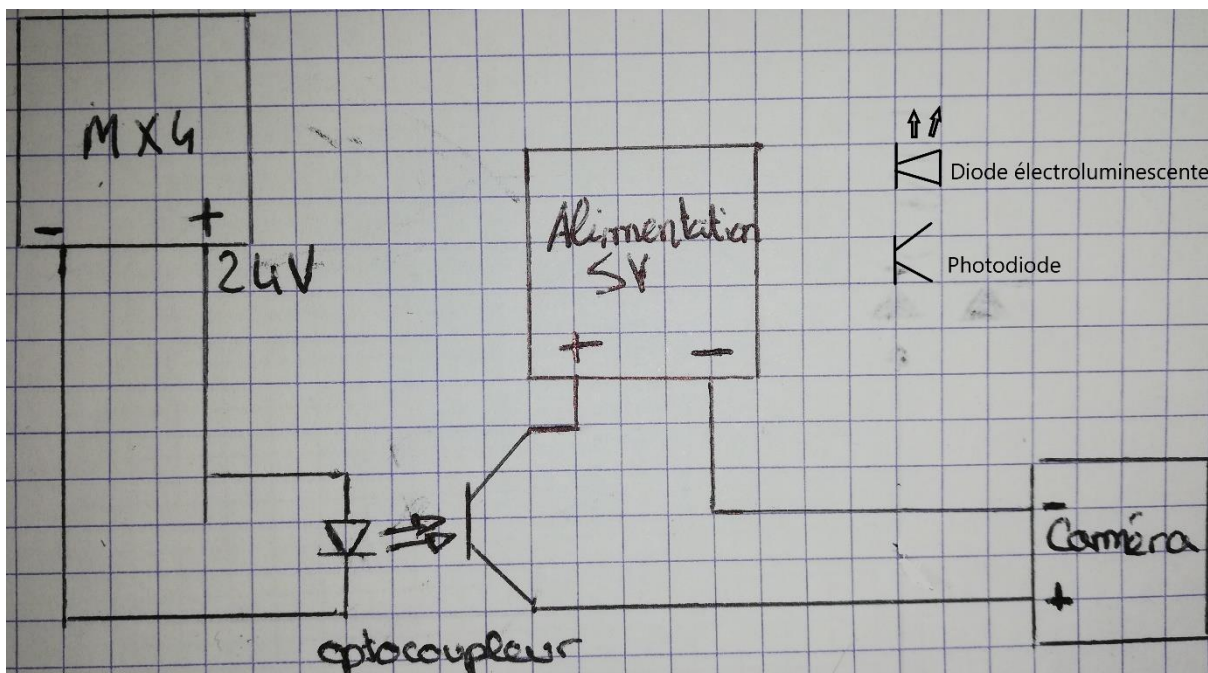


Schéma du montage entre la caméra et la MX4.

Quand la MX4 envoie son signal la diode électroluminescente de l'optocoupleur s'allume, la photodiode de l'optocoupleur reçoit donc de la lumière et devient passante (circuit fermé), le courant de l'alimentation 5 Volts arrive donc à la caméra.

La MX4 peut contrôler beaucoup d'articles en peu de temps, cela me permet de former des masques assez élaborés qui vont être essentiels pour la détection. Ces masques étant d'une meilleure qualité que tous ceux que j'avais pu réaliser précédent, ils me permettent d'améliorer l'algorithme de détection et de l'accélérer.

Le travail sur machine me donne la possibilité d'accélérer mes tests et de les diversifier. J'ai pu voir le fonctionnement des machines plus en détails.

3.11 Dernier point

Pour terminer mon stage, François a organisé une réunion avec plusieurs personnes de l'entreprise. Le but de cette réunion est de faire un point sur mes avancées et de discuter à propos de la possible intégration de la caméra dans le projet Atlas 2.

Après une courte présentation de la caméra et des résultats que j'ai obtenus. Toutes les personnes présentes ont débattu sur les avantages et désavantages de la caméra par rapport au projet Atlas2.

Cette réunion permet de savoir où on en est avec la caméra et de déterminer les tests qui restent à réaliser :

- Test sur machine avec tous les autres postes d'inspection (pour voir s'ils interfèrent entre eux).
- Lumière pulsé.

4. Conclusion

Pour conclure, je trouve que cette première expérience professionnelle dans le monde du développement m'a été plus que bénéfique. Elle m'a donné l'opportunité de me confronter à mes points faibles, comme l'expression oral, l'électronique, ou encore l'algorithmie. Ce stage m'a permis de développer de nouvelles compétences, et cela dans beaucoup de domaines, comme la programmation où j'ai appris le C++, ou encore dans le monde de l'image où le stage m'a poussé à faire des recherches notamment pour la détection. J'ai appris à utiliser de nouveaux outils de développement comme Eclipse ou Doxygen. J'ai développé des aptitudes d'analyse et de synthèse. J'ai pu travailler sur ma capacité à être autonome, point essentielle pour la poursuite de mes études à Epitech où l'autonomie est énormément mise en avant par sa pédagogie.

J'ai pu découvrir l'industrie verrière, je ne m'imaginais pas qu'il y avait de telles infrastructures pour le contrôle de la qualité des emballages en verre. J'en ai appris plus sur la façon dont sont fabriqués tous ces emballages.

Quant à la caméra événementielle je pense, que c'est une technologie dont on entendra parler dans le futur et que l'expérience que j'ai obtenu avec cette dernière pourrais se révéler un atout majeur pour mon avenir.

Tiama est une entreprise très agréable où l'on a envie de travailler.