

Soutenance du stage 2A

Stage du 22 Mai 2012 au 31 Août 2012 au sein de l'IT CIM de Soitec, Bernin (France)

Application pour la reconnaissance de défauts visuels

Inspection des images infrarouges

Étudiant : Mathias Gallardo

Tuteurs : Xavier Michallet et Sébastien Combes

Président du Jury : François Cayre

Rapporteur : Bertrand Rivet



Sommaire

- Contexte du stage
- Objectif du projet
- Cahier des charges
- Analyse des solutions pour la détection
- Implémentation de la solution retenue
- Test de l'application
- Améliorations possibles
- Bilan

Contexte du projet

La technologie Smart Cut™



Figure 1 : Les différentes étapes du Smart Cut™

Une grosse partie de ces étapes sont automatisées



Gain en temps et en efficacité

Meilleur suivi de la production

Solution aux tâches pénibles et aux sources d'erreurs

Contexte du projet

Problématique : l'étape de collage

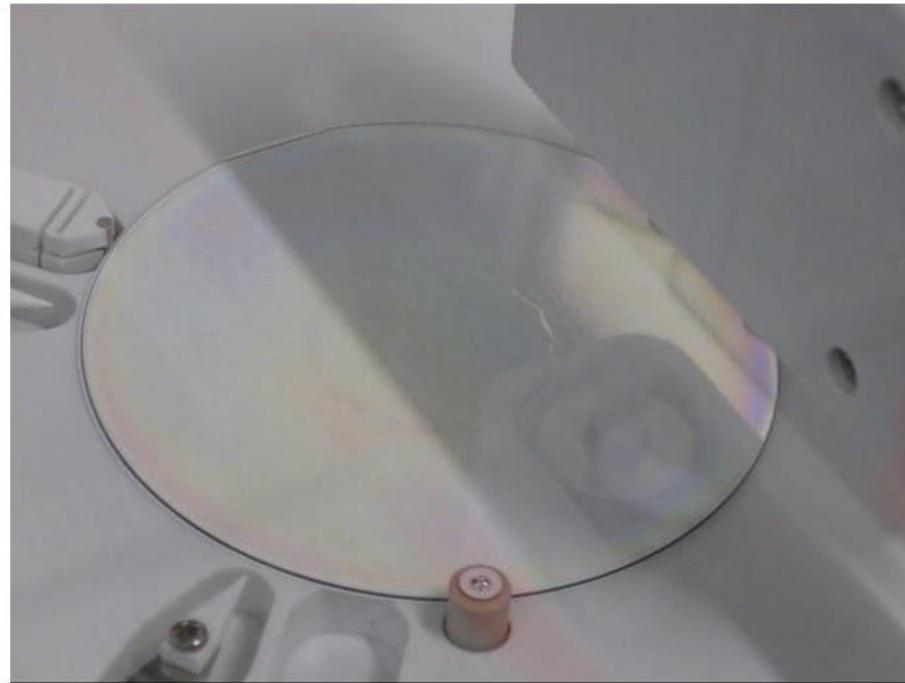
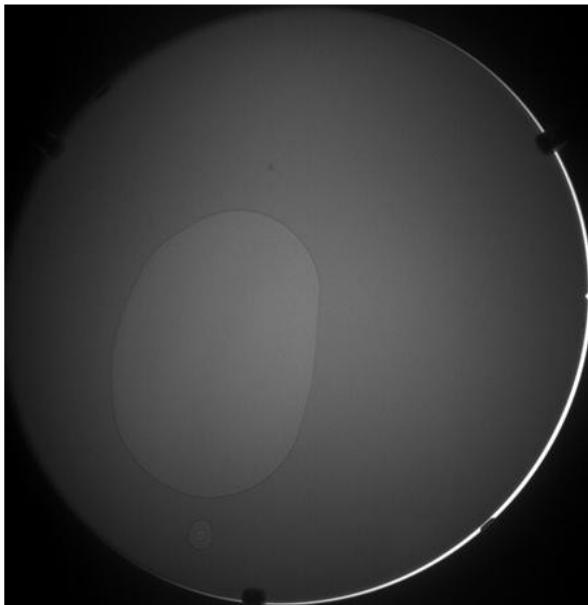


Figure 2 : Un exemple de collage avec défauts

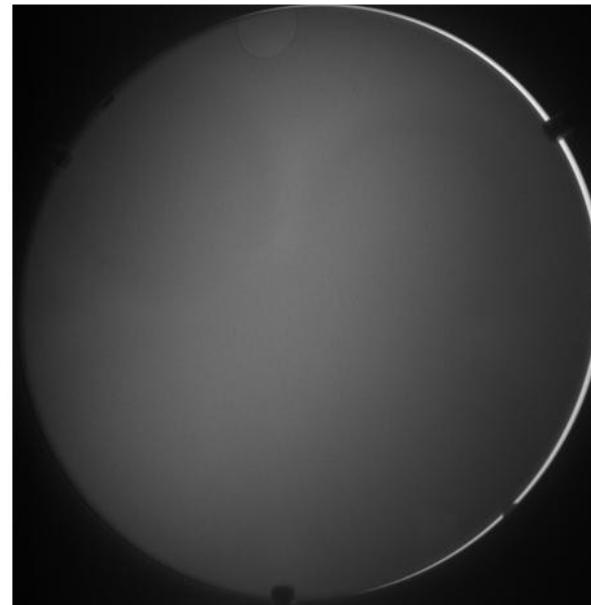
Contexte du projet

Problématique : l'étape de collage

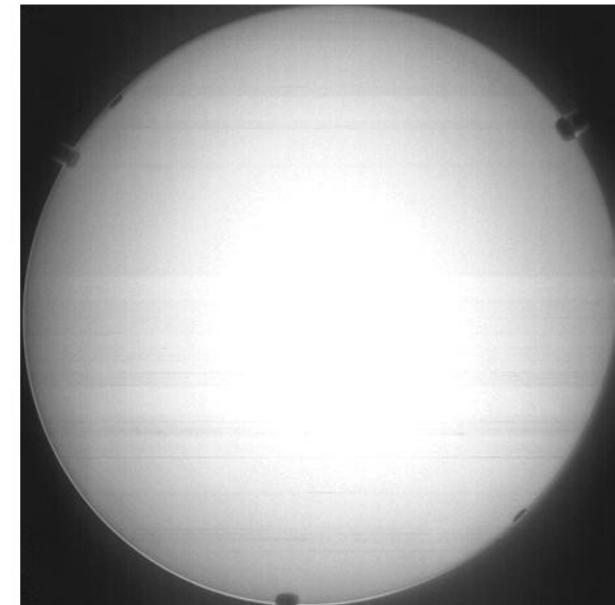
Trois types défauts à détecter :



[Figure 3 : Défauts bulle et point noir](#)



[Figure 4 : Défaut couronne](#)



[Figure 5 : Défaut plaque non collée](#)

Remarque : Les défauts point noir et couronne sont considérés comme des défauts bulle.

Contexte du projet

Problématique : l'étape de collage

Pour les détecter, une inspection manuelle d'images infrarouges.

Pénibilité et difficulté de
la détection



Des plaques défectueuses passent cette étape
Perte d'argent et de temps

Objectif du projet

Solution : automatiser cette inspection visuelle des images

Créer une application qui détecte, par traitement d'images, des défauts sur des plaques de SOI.

- Deux types de défauts
- Différents environnements lumineux
- Différentes caméras
- Possibilité de calibrer l'application
- Fichier de configuration
- Implémentation dans l'automation
sous forme de projet VisualBasic

Cahier des charges

► Besoins fonctionnels : deux modes de fonctionnement

Mode Automatique pour la Production

Détection des défauts

Mode Calibration pour l'équipe de Maintenance

Réglage des paramètres de traitement

► Les entrées et les sorties :

Chemin de l'image
Nom de l'équipement

Application

Résultat de l'analyse
Type de défaut
Message d'erreur
Enregistrement de l'image résultat
MAJ d'un rapport (Mode Automatique)
MAJ du fichier de configuration (Mode Calibration)

► Contraintes de qualité :

Portabilité

Agilité

Légèreté

Rapidité

Maintenabilité

Ergonomie

► Contraintes temporelles et ressources

Choix des outils de travail

Pour la gestion du projet :

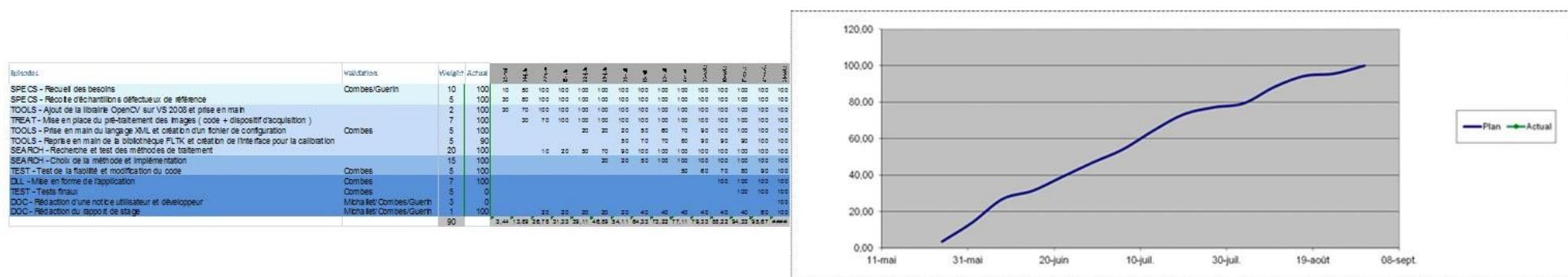


Figure 6 : La S_Curve

Pour la réalisation de l'application :



VisualStudio 2008 comme IDE et pour créer une DLL
Le langage C++

Bibliothèque de traitement d'images

Bibliothèque graphique

Langage VB.NET pour tester la DLL

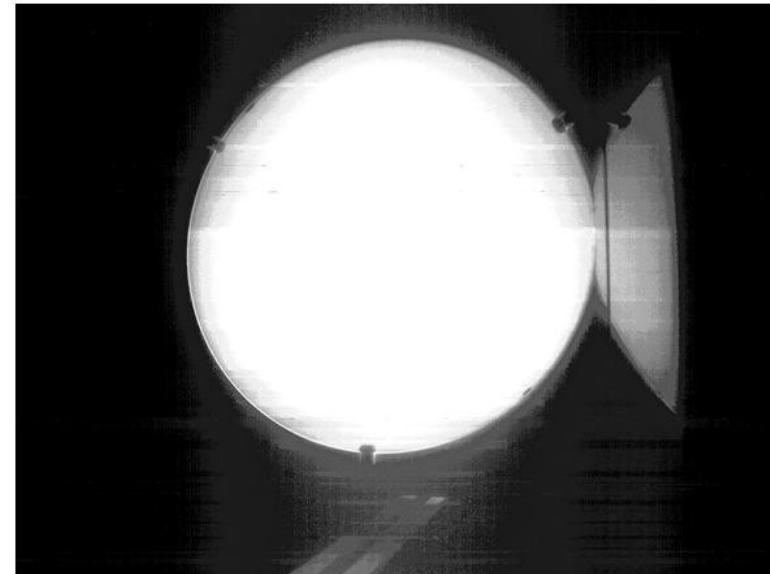
Analyse des solutions pour la détection

Détection des plaques non collées

Calcul de l'intensité moyenne de l'image et comparaison avec une valeur de référence



[Figure 7 : Image de plaques collées](#)



[Figure 8 : Image de plaques non collées](#)

Analyse des solutions pour la détection

Détection des bulles

- ▶ Détection par corrélation de phase : `matchTemplate`

Facile à implémenter

Très grande variété des formes et tailles des bulles

- ▶ Détection par Haartraining ou par apprentissage : notion de classifieurs

Rapide

Mise en place difficile

Performant

Nombre d'échantillons très importants

- ▶ Détection par contours : filtre de Sobel + `findContours`

Rapide

Facile à implémenter

Choix de paramètres

Aucune base de données nécessaire



Solution
retenue

Analyse des solutions pour la détection

Détection par contours :

- ▶ La fonction d'OpenCV 2.4, `findContours`

Range les contours d'une image binaire sous forme de vecteurs de vecteurs.

- ▶ Le filtre de Sobel, couplé à un seuillage

Mettre en évidence les fortes variations de niveaux de gris selon plusieurs directions

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \\ -2 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & -2 \end{bmatrix}$$

Figure 9 : Masque pour le calcul des gradients

Seuillage



Pixels à 0 ou 255

Présence de bruit



Traitements d'élimination
nécessaires

Implémentation de la solution retenue

Principe de traitement : Mode Automatique

Chargement de l'image initiale et détection du défaut « plaques non collées »

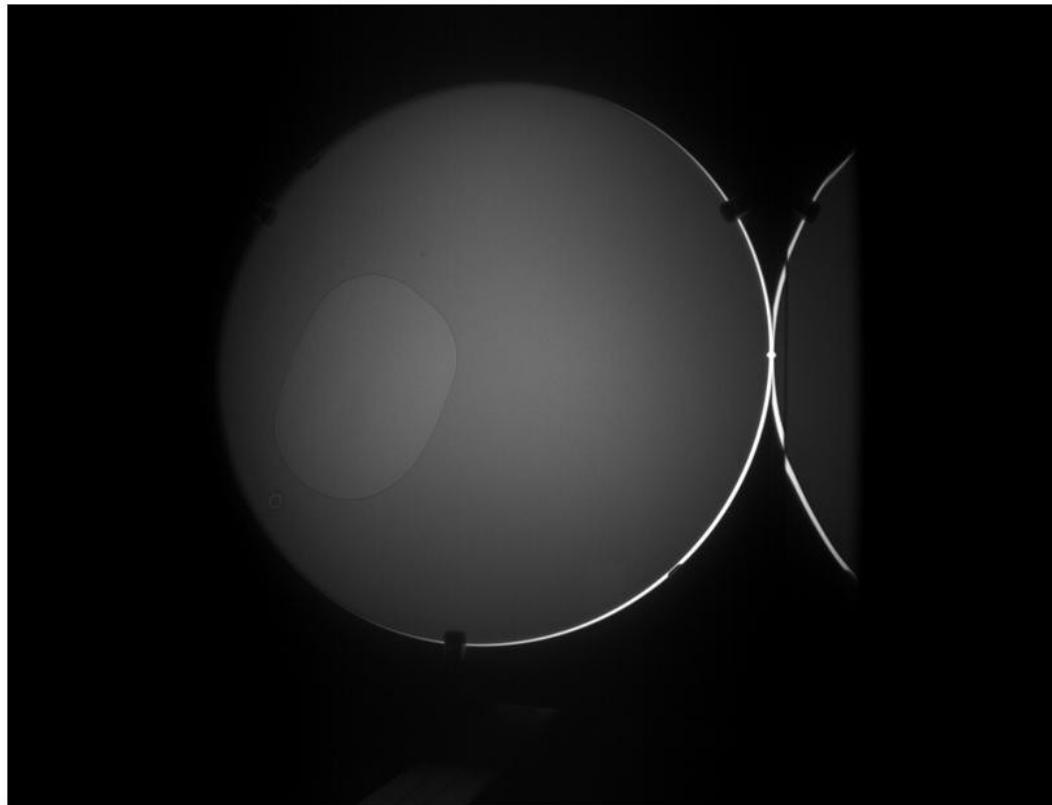


Figure 10 : Image initiale

Implémentation de la solution retenue

Principe de traitement : Mode Automatique

Prétraitement : découpage de la région d'intérêt, le wafer

FitEllipse

HoughCircle

Mauvaise

approximation

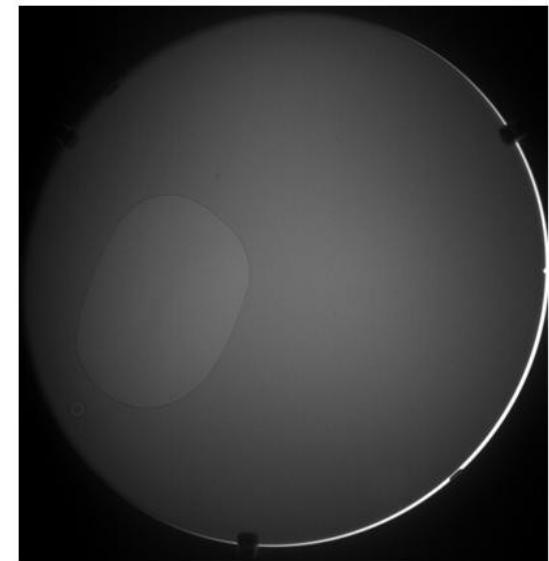
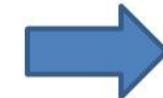
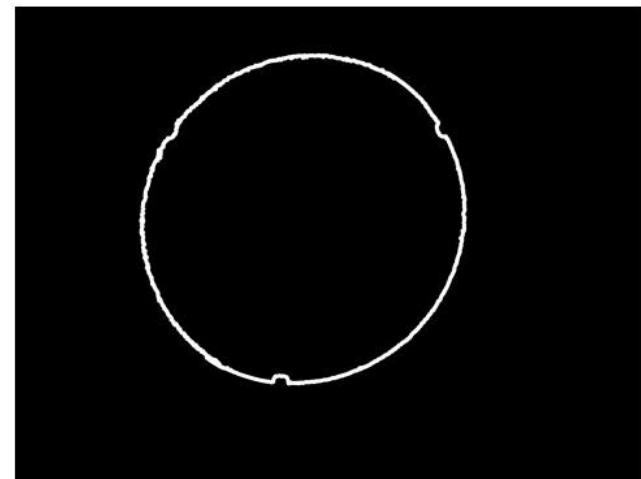
Filtre de Sobel

+

Seuillage

+

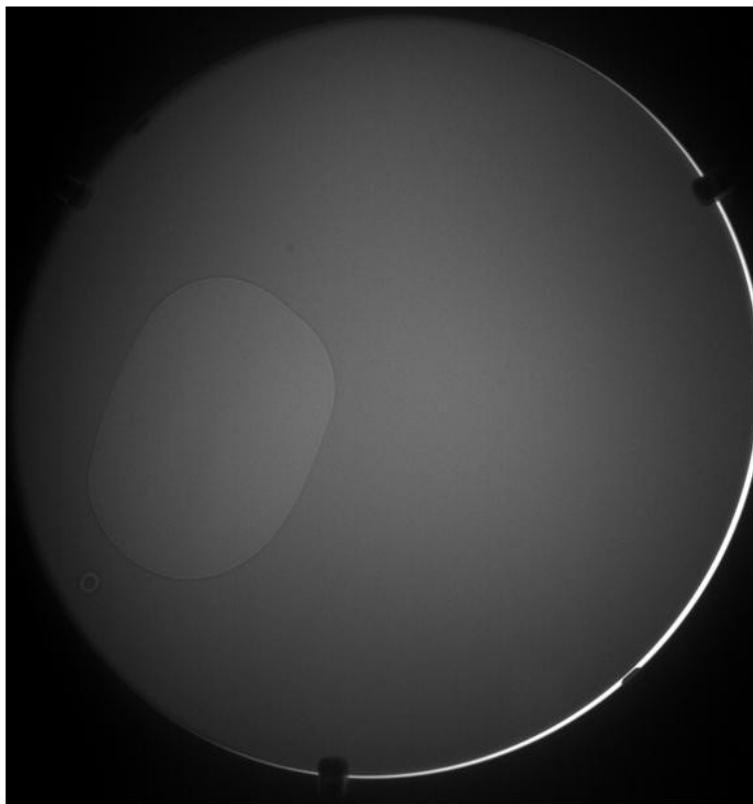
Sélection du plus
grand contour



Implémentation de la solution retenue

Principe de traitement : Mode Automatique

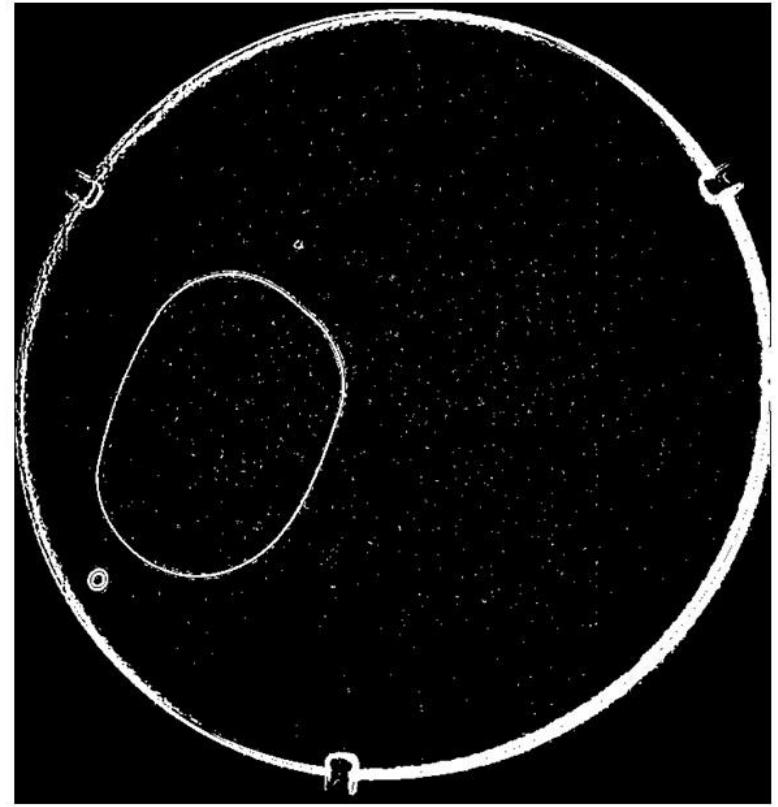
Détection par contours : mise en évidence des contours



Filtre de Sobel

+

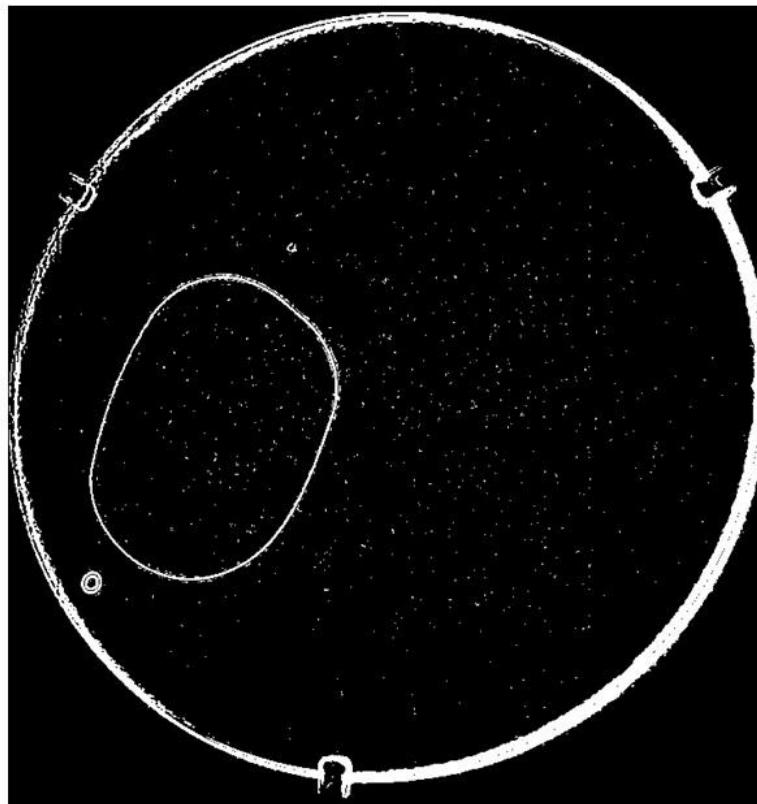
Seuillage



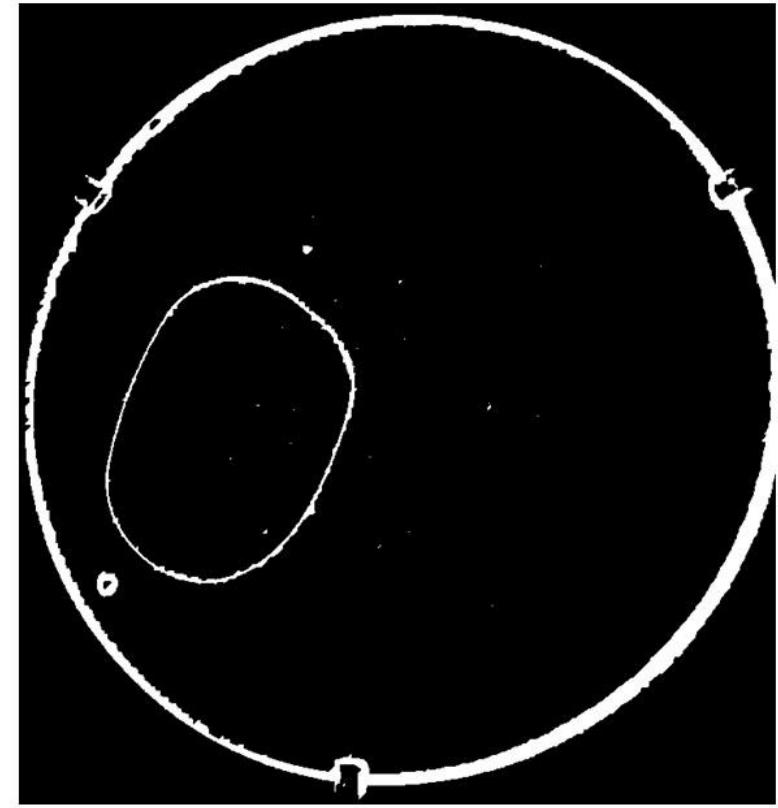
Implémentation de la solution retenue

Principe de traitement : Mode Automatique

Détection par contours : mise en évidence des contours



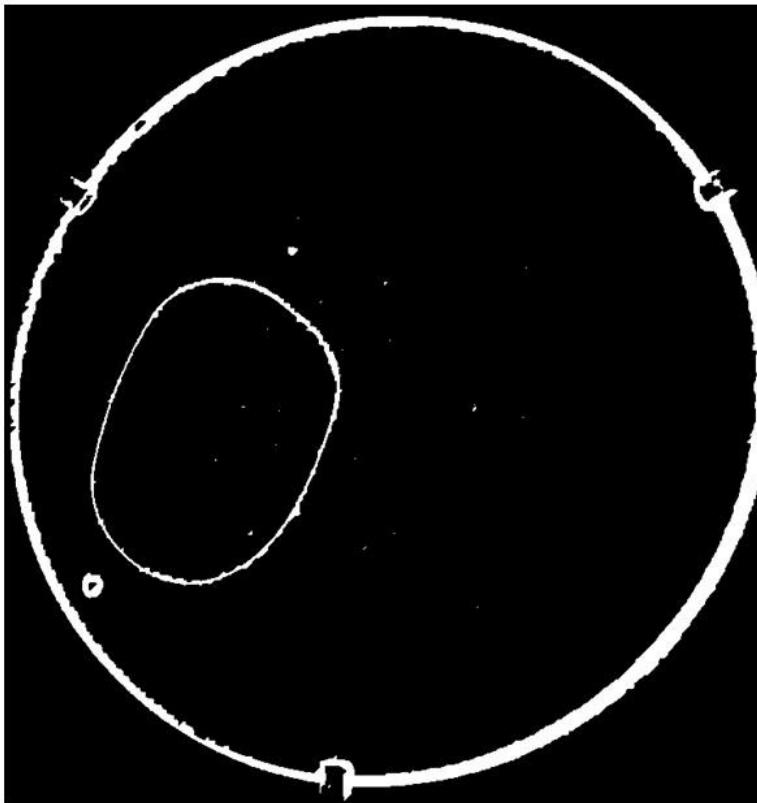
Fermeture
par un disque 3x3



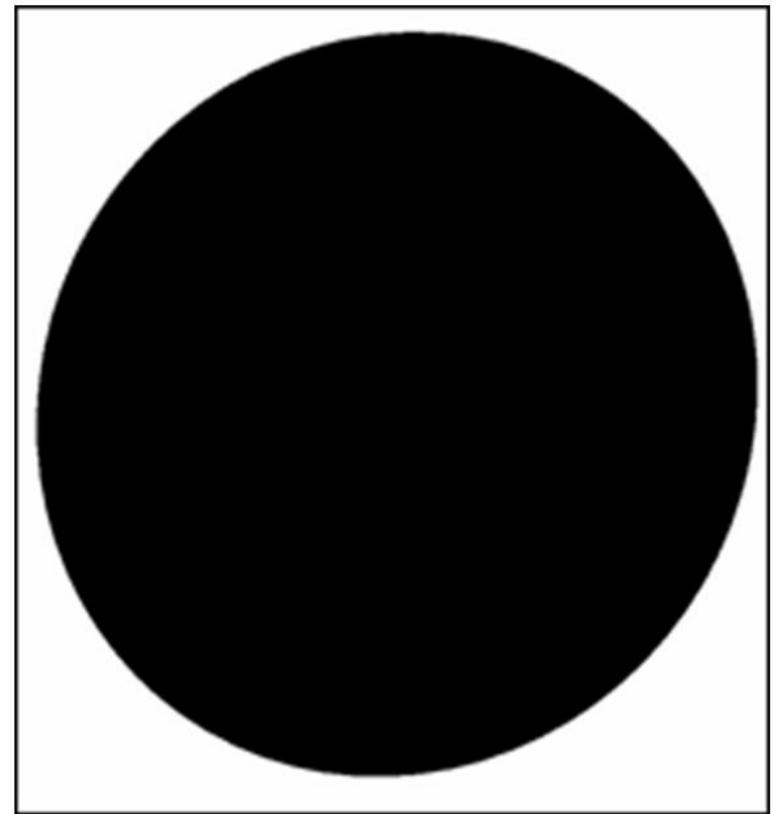
Implémentation de la solution retenue

Principe de traitement : Mode Automatique

Détection par contours : discrimination par la position – élimination du contour du wafer



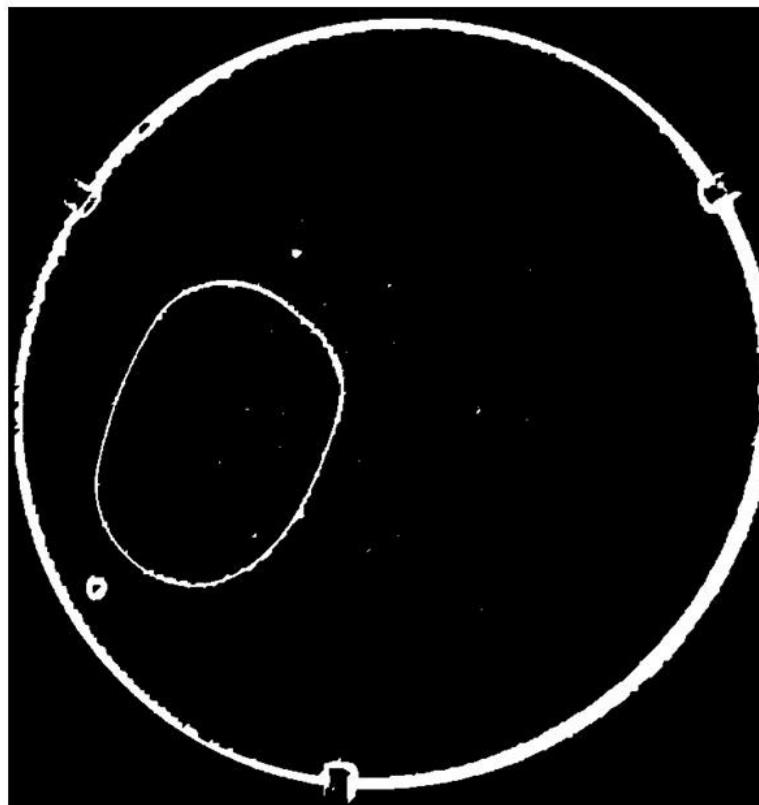
fitEllipse
Approximation du
wafer par deux
ellipses
→
Création d'un
masque



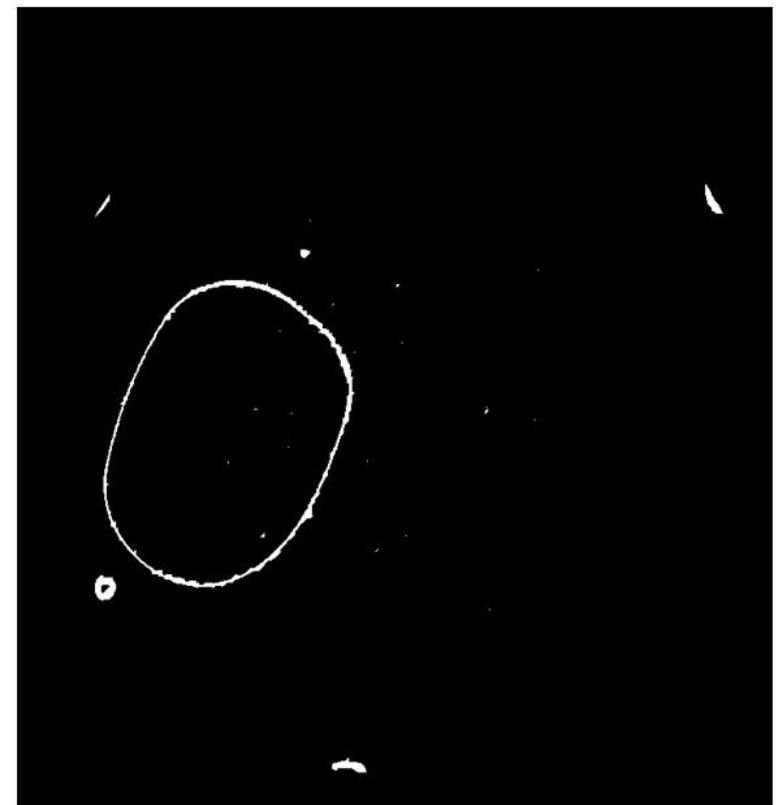
Implémentation de la solution retenue

Principe de traitement : Mode Automatique

Détection par contours : discrimination par la position – élimination du contour du wafer



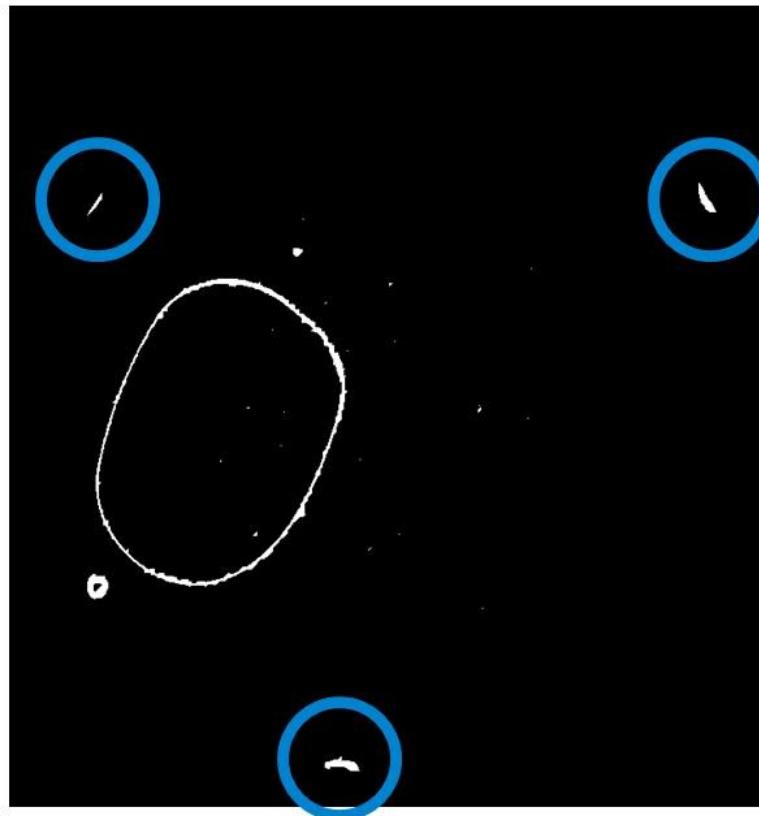
Application du
masque



Implémentation de la solution retenue

Principe de traitement : Mode Automatique

Détection par contours : discrimination par la position – élimination des zones à exclure



Problème :

Griffes du support
Tâches de la caméra



Implémentation de la solution retenue

Principe de traitement : Mode Automatique

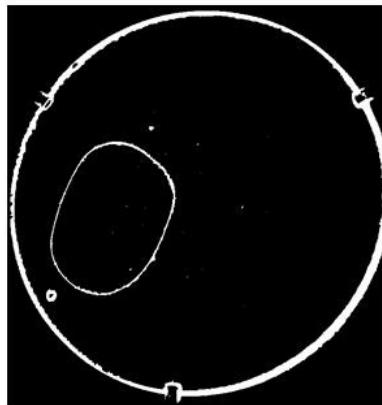
Détection par contours : discrimination par la position – élimination des zones à exclure

Solution : matchTemplate

Permet de détecter des images « template » sur une image donnée et renvoie les coordonnées de ces images sur l'image analysée



[Figure 11 : Images « template »](#)



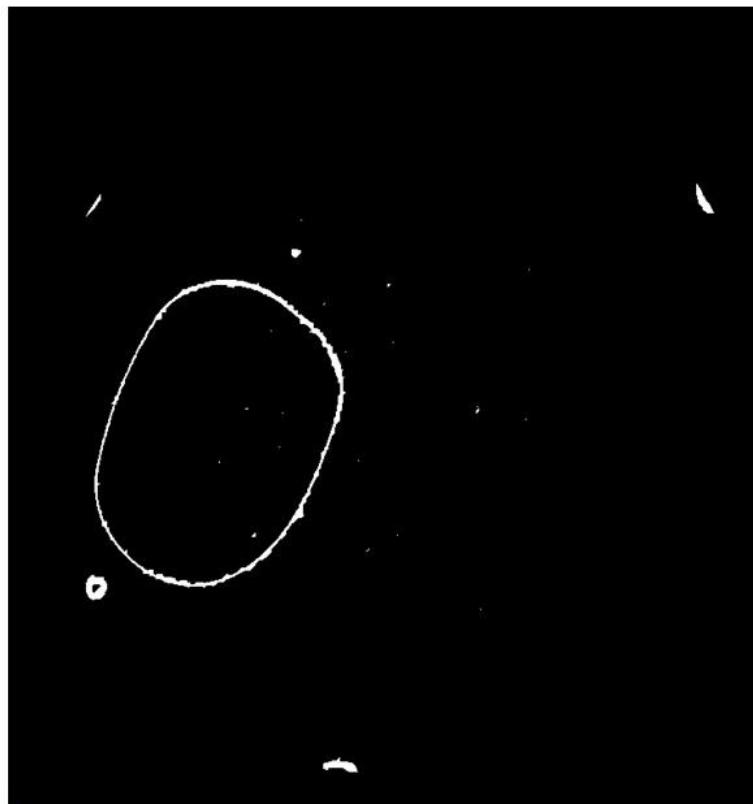
Coordonnées des images « template » sur l'image découpée

[Figure 12 : Image après la « mise en évidence des contours »](#)

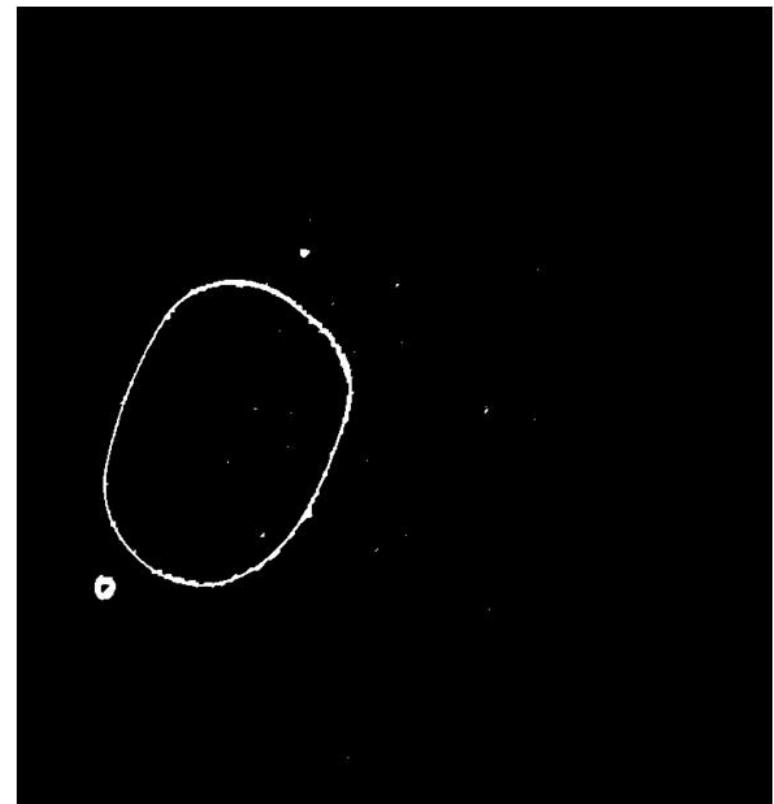
Implémentation de la solution retenue

Principe de traitement : Mode Automatique

Détection par contours : discrimination par la position – élimination des zones à exclure



Soustraction des
images « template »
sur l'image



Implémentation de la solution retenue

Principe de traitement : Mode Automatique

Détection par contours : discrimination par la position – élimination des zones à exclure

Dérive de la plaque

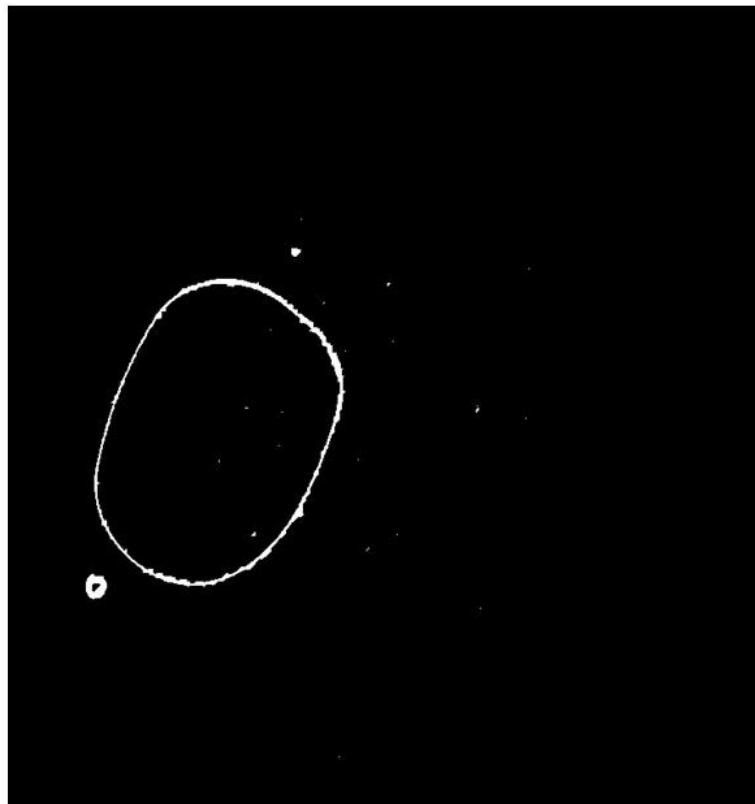


Dilatation
morphologique des
images templates

Implémentation de la solution retenue

Principe de traitement : Mode Automatique

Détection par contours : discrimination par la taille



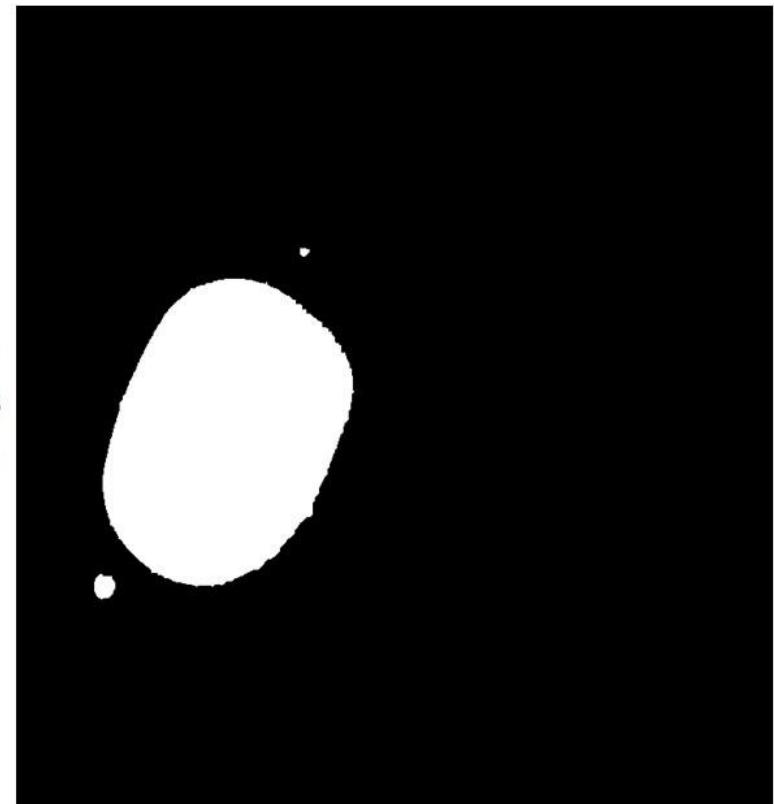
findContours

+

Remplissage par
pseudo-diffusion

+

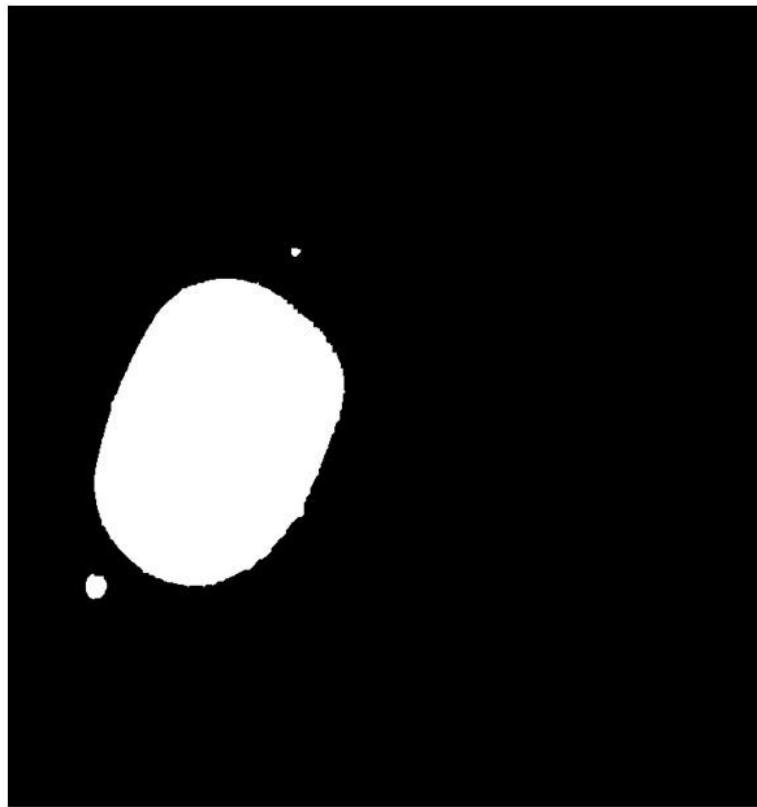
Élimination des contours
dont le nombre de pixels
intérieurs est inférieur à
un seuil



Implémentation de la solution retenue

Principe de traitement : Mode Automatique

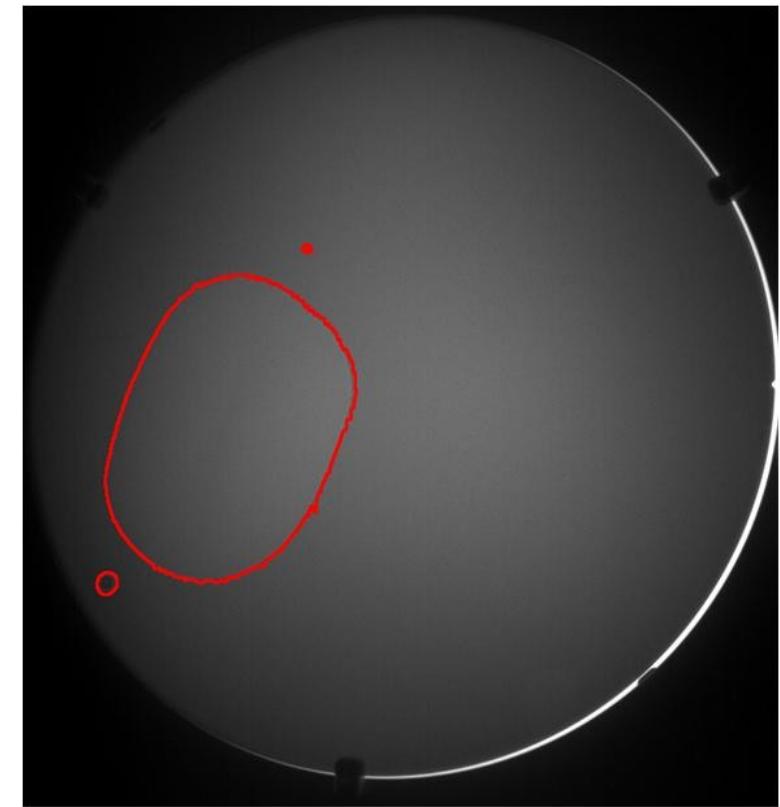
Détection par contours : mise en forme du résultat



findContours

+

drawContours



Implémentation de la solution retenue

Principe de traitement : Mode Calibration

Permet de régler les paramètres pour chaque traitement et pour chaque caméra et d'observer les résultats de modifications de paramètres en temps-réel.

- Une interface graphique
- Trois étapes de traitement
- Deux niveaux de calibration :
BASIC_LEVEL ou ADVANCED_LEVEL
- Enregistrement des nouveaux paramètres dans
le fichier de configuration

Démonstration

Test de l'application

Pour le débogage : un projet VB.NET pour tester la DLL

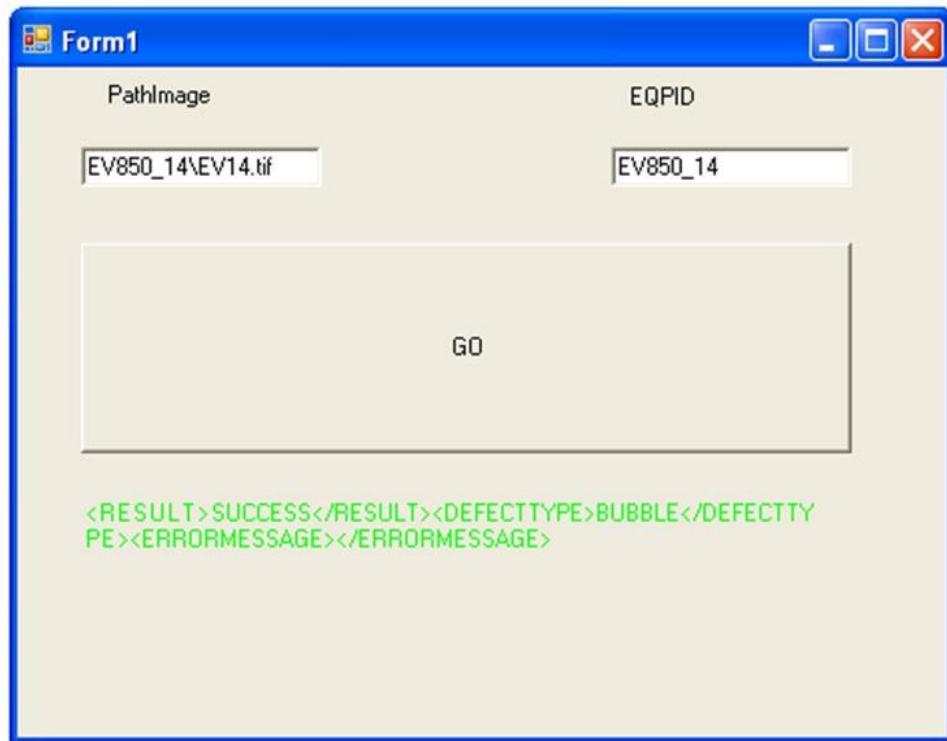


Figure 13 : IHM sous VB.NET pour tester la DLL



Problèmes de
gestion de mémoire



Résolu

Test de l'application

Récolte des échantillons

- ▶ Images de plaques défectueuses : 85 images de répartition non uniforme entre les caméras
 - ➡ Tester la bonne détection des défauts
- ▶ Images de plaques non défectueuses : un très grand nombre
 - ➡ Diminuer le nombre de fausse détection

Objectif des tests:

Avoir le plus grand taux de bonne détection et le plus petit taux de fausse détection

Test de l'application

Résultat des tests et critiques



Taux de bonne détection : 100% pour les cinq caméras

Très satisfaisant

Le nombre d'échantillons est faible

Répartition non uniforme entre les caméras



Taux de fausse détection : 3,85% pour un équipement

Faible et réglable

Le contrôle opérateur est
rendu nécessaire



Comportement voulu et réglable par le mode Calibration

Test de l'application

Résultat des tests et critiques

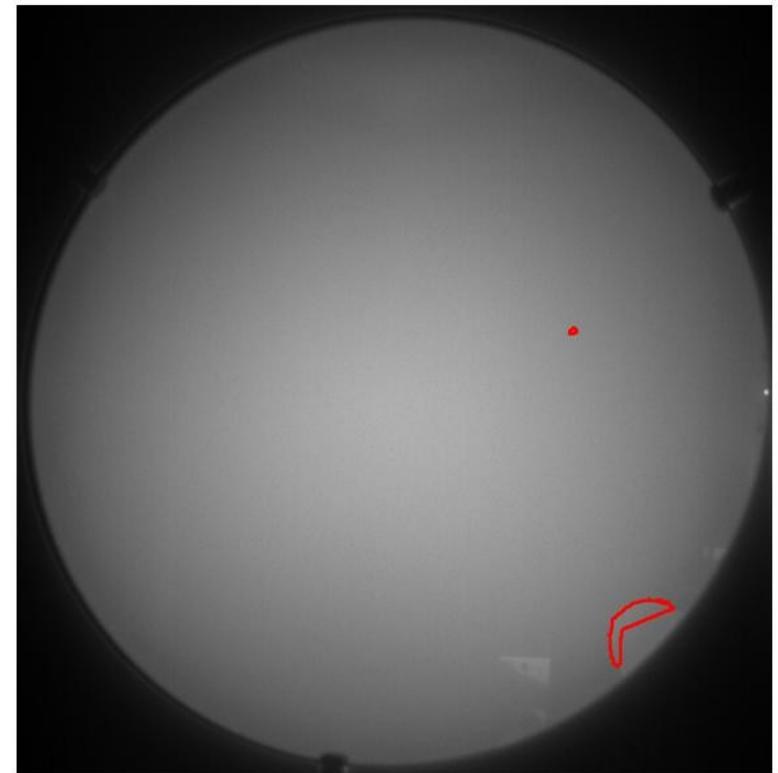
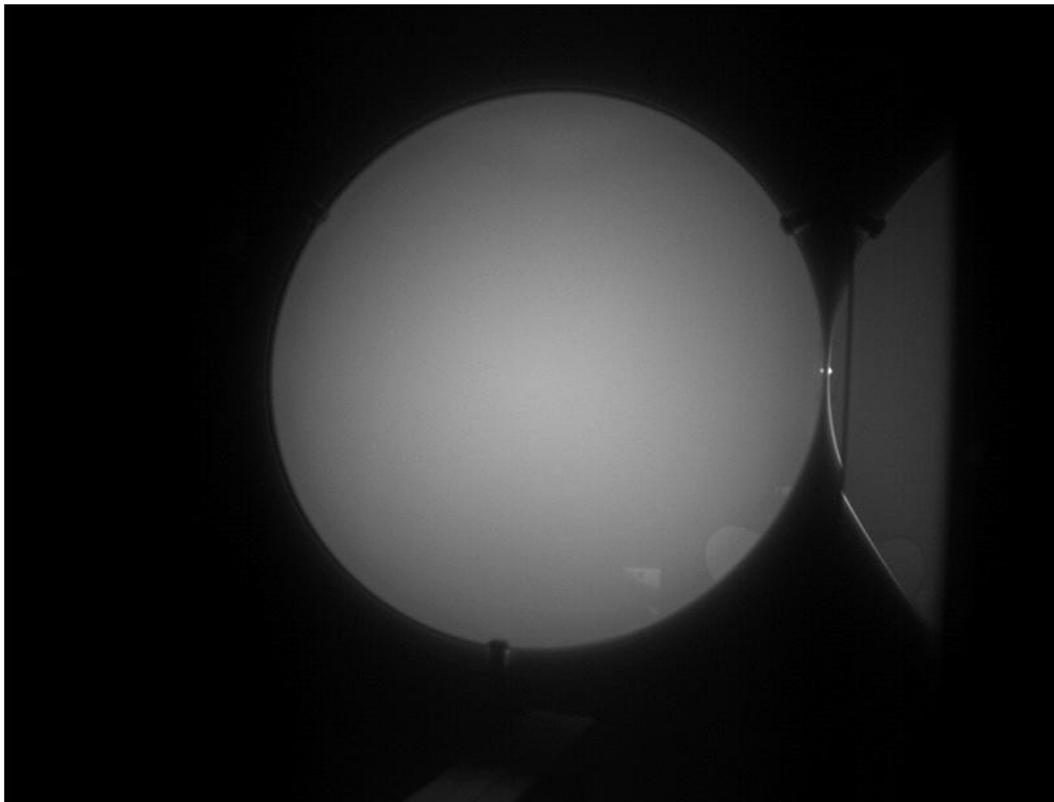


Figure 14 : Exemple de fausse détection

Test de l'application

Résultat des tests et critiques

Autre limite de la détection par contours : les points noirs



Figure 15 : Des points non détectés

Améliorations possibles

- ▶ Différenciation des points noirs, des couronnes et des bulles
- ▶ Déterminer le nombre de défauts sur une plaque défectueuse
- ▶ Ecarter les contours pour faciliter la vérification des opérateurs
- ▶ Créer un taux de confiance

Bilan

► Besoins fonctionnels : deux modes de fonctionnement

Mode Automatique pour la Production

Détection des défauts

Mode Calibration pour l'équipe de Maintenance

Réglage des paramètres de traitement



► Les entrées et les sorties :

Chemin de l'image
Nom de l'équipement



Application

Résultat de l'analyse
Type de défaut
Message d'erreur
Enregistrement de l'image résultat
MAJ d'un rapport (Mode Automatique)
MAJ du fichier de configuration (Mode Calibration)

► Contraintes de qualité :

Portabilité



Légèreté



Maintenabilité



Agilité



Rapidité

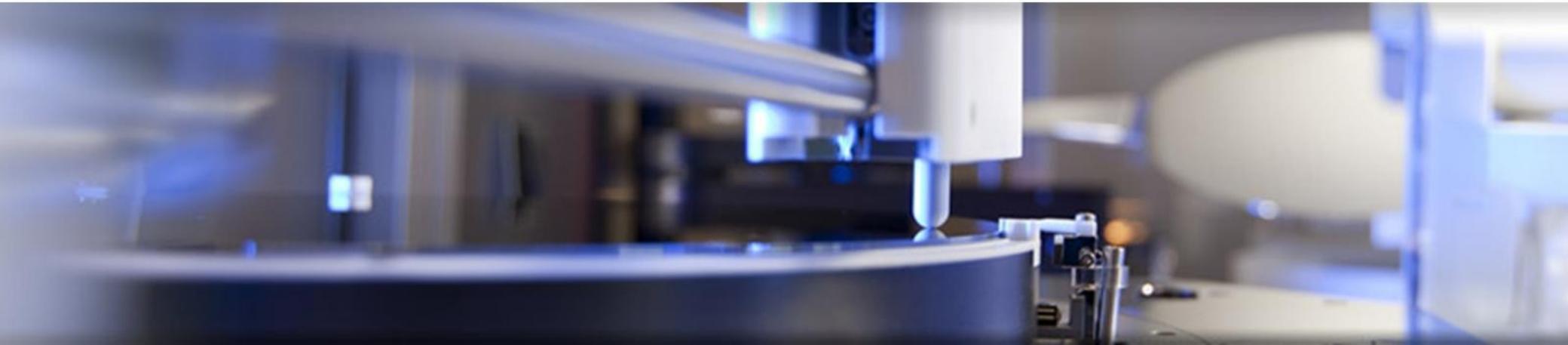


Ergonomie



► Contraintes temporelles et ressources

Merci de votre attention!



Disclaimer

© Exclusive property of Soitec. This document contains confidential information. Disclosure, redisclosure, dissemination, redissemination, reproduction or use is limited to authorized persons only. Disclosure to third parties requires a Non Disclosure Agreement. Use or reuse, in whole or in part, by any means and in any form, for any purpose other than which is expressly set forth in this document is forbidden.