

Imagerie et Vision Industrielle

Master 1

Automatique et Vision Industrielle

Module Découverte S2

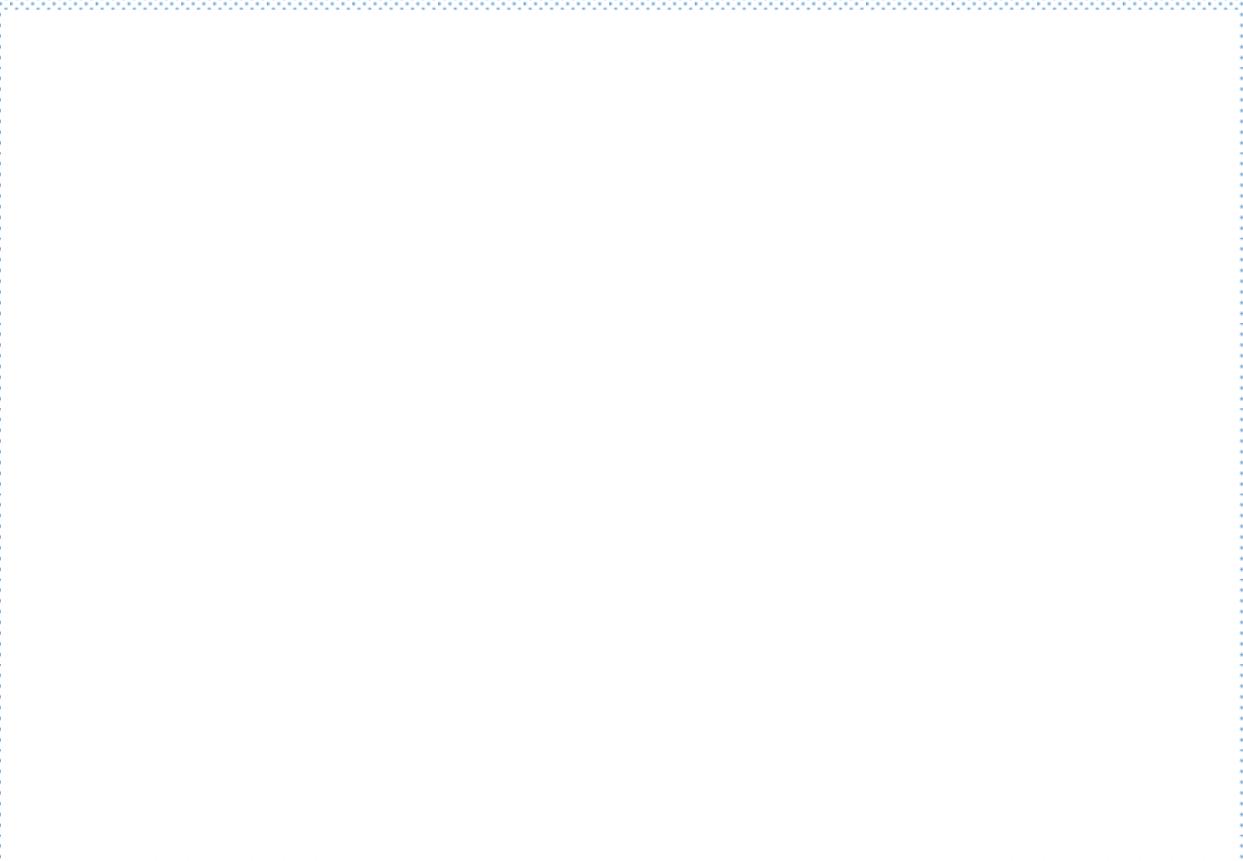
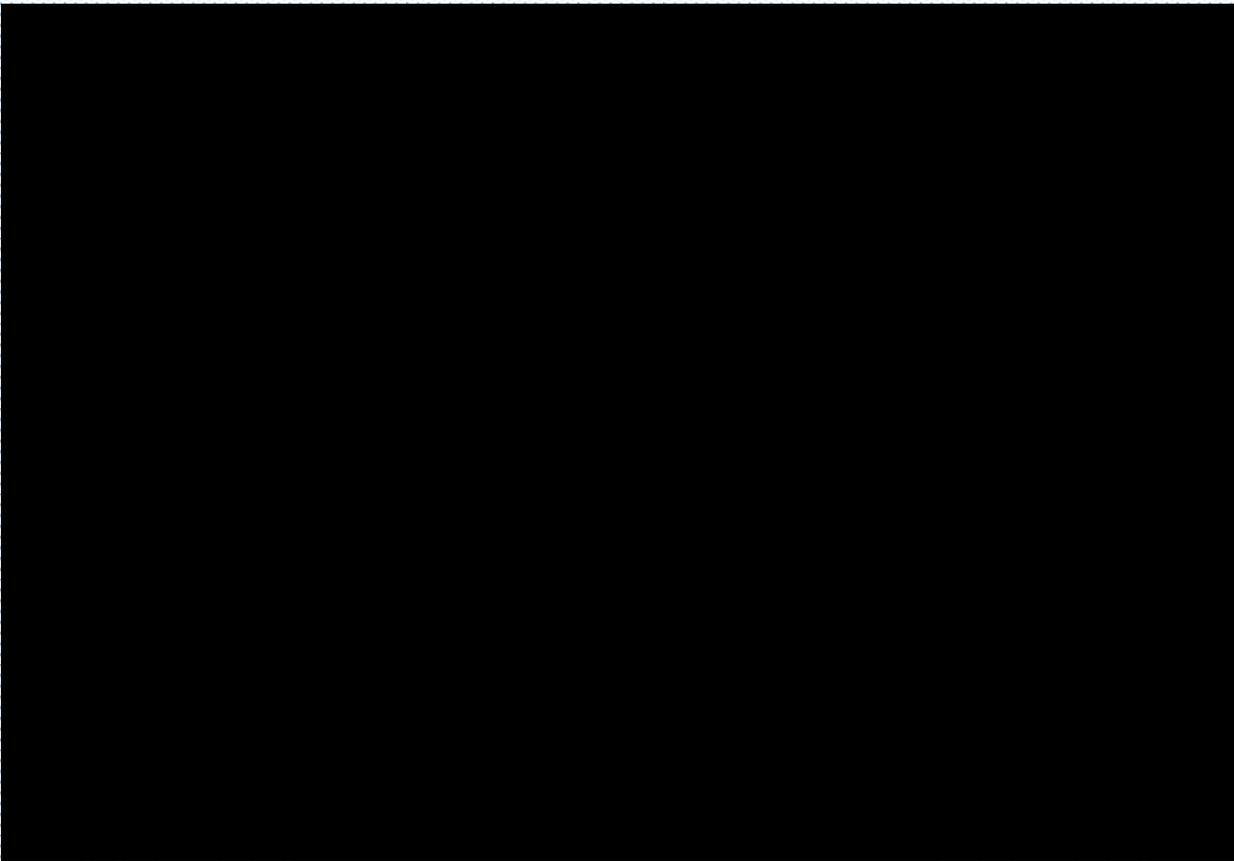
2019-2020

Préambule

- Les progrès réalisés ces dernières années dans les diverses techniques et technologies, utilisées dans **les systèmes de Vision Industrielle**, ont permis de multiplier les applications, diminuer les coûts et propager leur implantation aux différents secteurs de l'industrie.
- Les productions de masse à haute cadence, le souci constant **d'amélioration de la Qualité** et la recherche de gain économique poussent de plus en plus les industriels à **automatiser les moyens de production**.

- ***La vision industrielle*** est une réponse à ces préoccupations pour les opérations de contrôle de la production.
- ***les machines de vision industrielle*** permettent **un contrôle de la production à haute cadence** et assurent une bonne répétabilité du contrôle (à la différence d'un opérateur, une machine n'est jamais fatiguée et ses critères de décision ne varient pas).
- ***La vision industrielle*** peut aussi être utilisée pour **gérer des flux d'objets**. Par exemple la lecture optique d'un code à barres ou d'une adresse postale sur un colis pour l'orienter dans un centre de tri, ou bien le tri de pommes par couleurs différentes avant emballage.
- ***La vision industrielle*** peut être un **moyen de guidage pour un système mobile autonome** (comme un robot) lorsque ses mouvements ne peuvent pas être déterminés en avance comme la préhension d'objets sur un tapis roulant. Une caméra est alors embarquée sur la tête du robot et permet le positionnement de celui-ci au point désiré.

Videos de Motivation



Objectif du cours

- *Ce cours du module 'Imagerie et Vision Industrielle' pour les étudiants de Master 1 de la spécialité Automatique et Informatique Industrielle (AI) dans l'unité d'enseignement découverte peut servir comme une introduction générale aux techniques de la vision par ordinateur et traitement d'image appliquées dans le domaine d'automatisation industrielle.*

PLAN DU COURS

- 1. Introduction à la vision**
- 2. Acquisition et Formation des images**
- 3. Traitement d'images**
- 4. Analyse et interprétation des images**
- 5. Technologies de la Vision industrielle**
- 6. Exemples d'application de la vision industrielle**

Vision industrielle et traitement d'images

Introduction à la vision industrielle



Introduction à la vision industrielle

- La vision industrielle
- Le marché
- Les applications
- Système de vision

La vision industrielle

La vision industrielle apparaît aujourd'hui comme une grande aide dans les entreprises, pour améliorer la qualité de la production ou la traçabilité, *En particulier en pharmacie et agroalimentaire, la traçabilité connaît aussi une forte croissance actuellement, avec la lecture de code, de l'identification et de la reconnaissance de caractères (OCR) à l'aide d'images en remplacement des technologies laser*

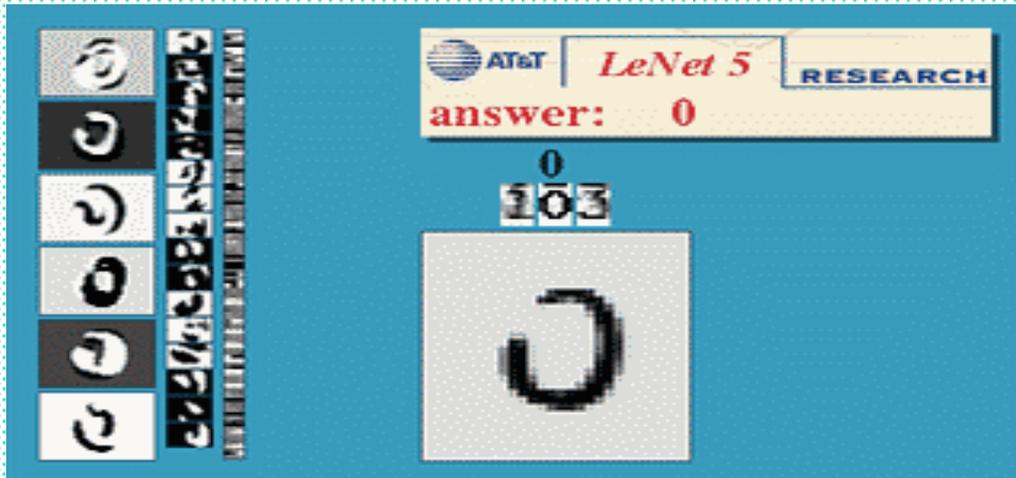
Elle aide les opérateurs dans leur travail en réalisant notamment des tâches répétitives.

Les systèmes de vision industrielle se développent actuellement grâce aux progrès technologiques des capteurs, processeurs, éclairages, et logiciels

Optical character recognition (OCR)

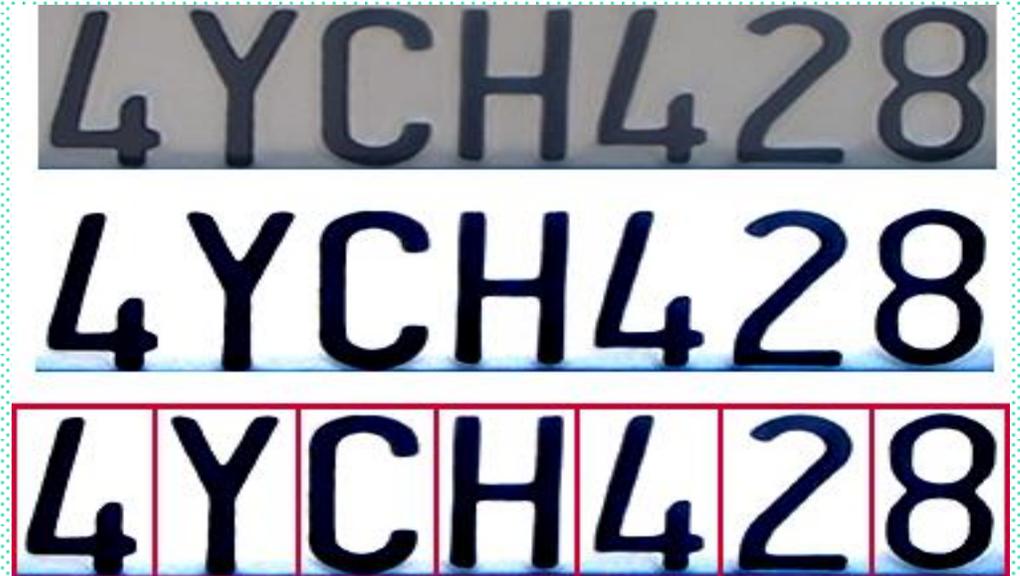
Technologie pour convertir documents scannés en texte

- Tout scanner, possède probablement une application OCR



Digit recognition, AT&T labs

<http://www.research.att.com/~yann/>



License plate readers

http://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_number_plate_recognition

Smart cars

Slide content courtesy of Amnon Shashua



The image shows a screenshot of the Mobileye website. At the top, there are two navigation buttons: "manufacturer products" and "consumer products". Below them is the slogan "Our Vision. Your Safety." and a top-down view of a car with three camera fields of view highlighted: "rear looking camera", "side looking camera", and "forward looking camera".

The main content area is divided into three sections:

- EyeQ Vision on a Chip:** Features an image of the EyeQ chip and a "read more" link.
- Vision Applications:** Shows a pedestrian walking with a bounding box around them, with text "Road, Vehicle, Pedestrian Protection and more" and a "read more" link.
- AWS Advance Warning System:** Shows a car icon on a screen with a "0.8" value, and a "read more" link.

On the right side, there is a "News" section with two headlines: "Mobileye Advanced Technologies Power Volvo Cars World First Collision Warning With Auto Brake System" and "Volvo: New Collision Warning with Auto Brake Helps Prevent Rear-end". Below the news is an "Events" section with two items: "Mobileye at Equip Auto, Paris, France" and "Mobileye at SEMA, Las Vegas, NV".

Mobileye

- Vision systems currently in high-end BMW, GM, Volvo models
- By 2010: 70% of car manufacturers.
- [Video demo](#)

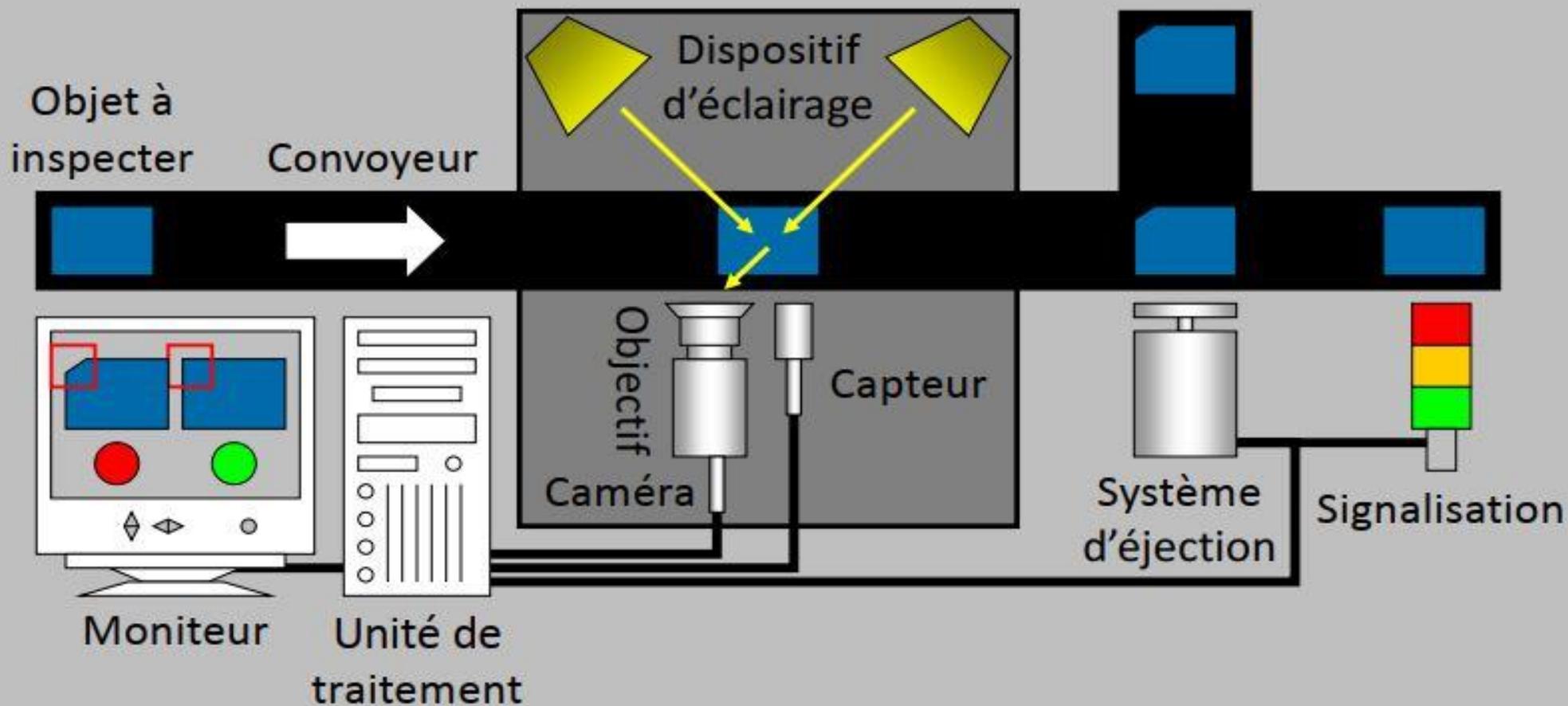
video

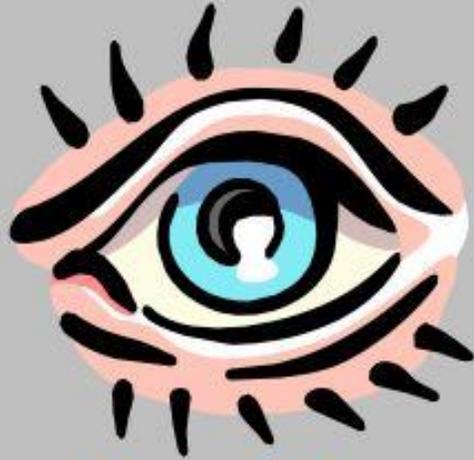
Les éléments d'un système de vision

- L'unité de traitement
 - Elle permet de numériser, stocker et traiter les images ainsi que de configurer ou programmer les outils logiciels de vision industrielle.
 - Elle peut être embarquée dans la caméra (**caméras intelligentes**).
- Entrées / Sorties
 - Entrée de déclenchement de l'acquisition (trigger, encodeur), sortie de déclenchement de l'éclairage, ...
- Mécanique et automatisme associés

- Le dispositif d'éclairage
 - Il définit les caractéristiques de la lumière qui éclaire l'objet à contrôler et doit être parfaitement maîtrisé.
- L'objet à contrôler
 - Il définit les caractéristiques de la lumière réfléchie sur le capteur.
- Le dispositif optique
 - Il est constitué d'un **objectif** qui permet de faire converger la lumière sur le capteur de la **caméra**.

Un système de vision industrielle

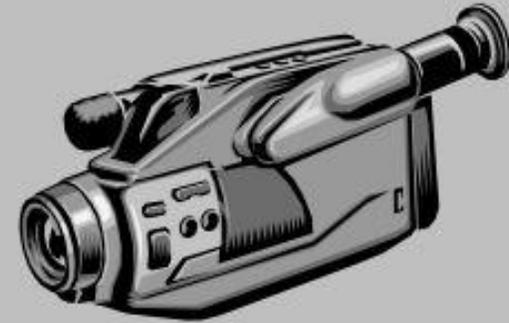




Contrôle qualité par vision humaine :
fastidieux, fatigant,
peu rapide, peu
robuste, peu précis,
dangereux, impossible

Pourquoi ?

Remplacer
l'observateur humain
par une machine
ayant la capacité de
voir afin
d'**automatiser** les
tâches de contrôle



Contrôle qualité par vision industrielle :
performance, fiabilité,
qualité, traçabilité,
sécurité



Industrie :

inspection, contrôle qualité, tri automatique, pilotage de robots, surveillance, sécurité...



Transport :

radar automatique, suivi de véhicules, détection d'obstacles, flux de personnes, surveillance...



Médecine :

aide au diagnostique, chirurgie assistée par ordinateur, suivi médical...

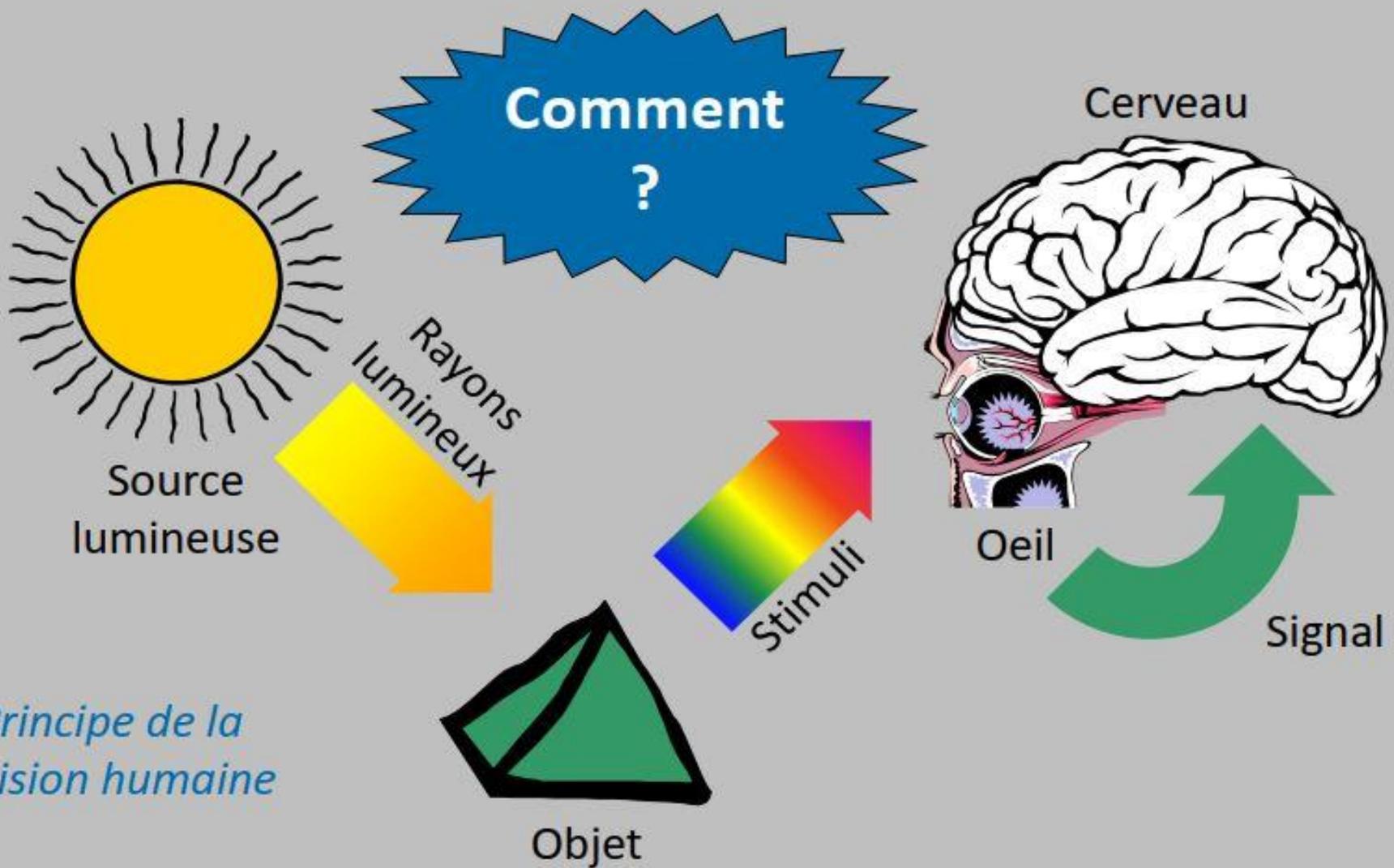
Multimédia, militaire, spatial, environnement, communication, culture, sécurité, sport...



Qui
?

Différents secteurs industriels :

- électronique, électricité,
- automobile, équipementiers,
- mécanique, matériaux,
- pharmaceutique, cosmétique,
- agroalimentaire, emballage,
- plasturgie,
- transport,
- autres (verre, chimie, papier, carton, bois, textile).



Principe de la vision humaine

Éclairage



Comment

?



Décision

Cerveau



Oeil

*Contrôle par
vision humaine*

Objet



Principe d'un système visionique

Les composants :

Schéma d'un contrôle visuel humain :

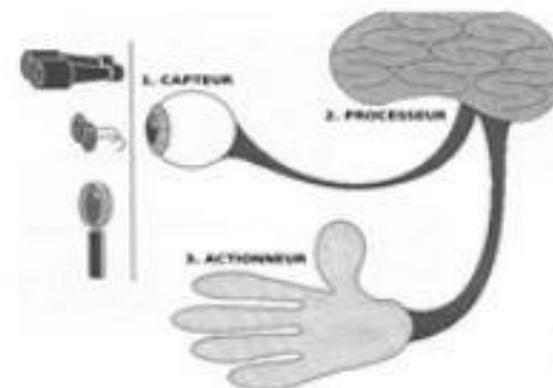
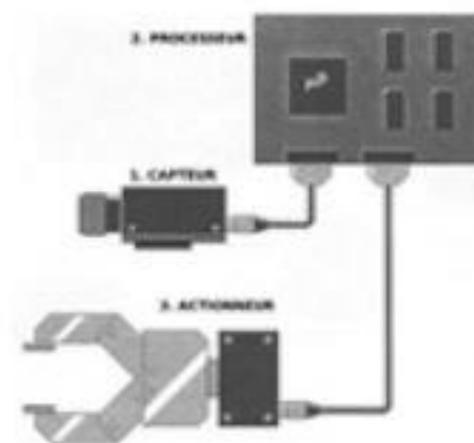


Schéma équivalent dans un système visionique :



- Les fournisseurs de composants

- Ils fabriquent et/ou distribuent les éléments de base constitutifs d'un système de vision industrielle :

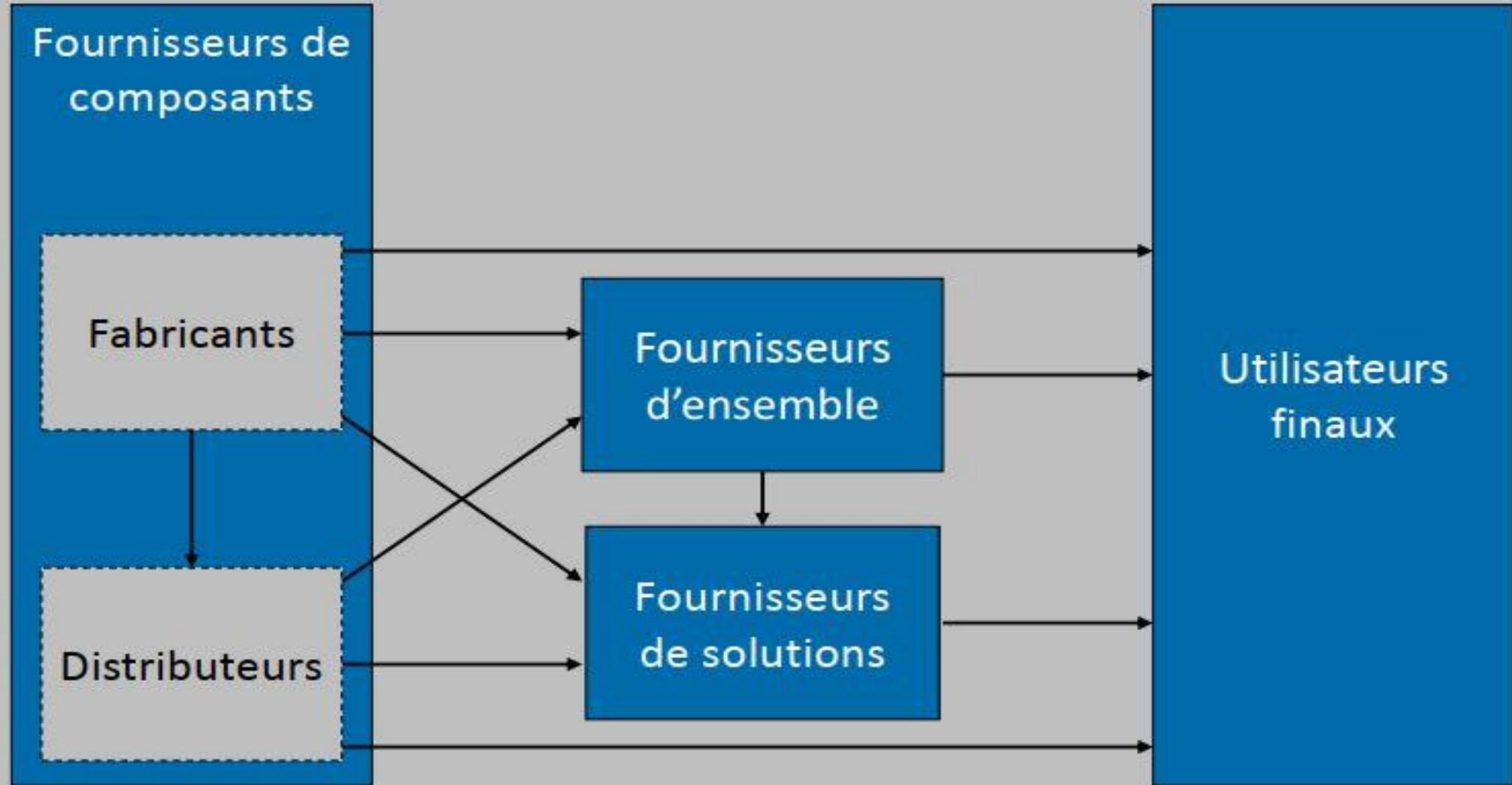
- ◆ Caméras
- ◆ Dispositifs optiques
- ◆ Dispositifs d'éclairage
- ◆ Cartes d'acquisition ou/et de traitement
- ◆ Logiciels
- ◆ Câbles
- ◆ Mécanique associée



- Les fournisseurs d'ensemble
 - Ils fabriquent des systèmes permettant d'être mise en œuvre facilement et rapidement. Ce sont des systèmes constitués d'éléments de base. On distingue :
 - ◆ Les systèmes complets (câble + carte + logiciel)
 - Programmables : plus complexe à mettre en œuvre mais plus ouvert
 - Paramétrables (configurables) : plus simple à mettre en œuvre mais plus limité
 - ◆ Les caméras intelligentes (capteurs de vision, *smart cameras*, systèmes *low cost*)
 - ◆ Les automates de vision

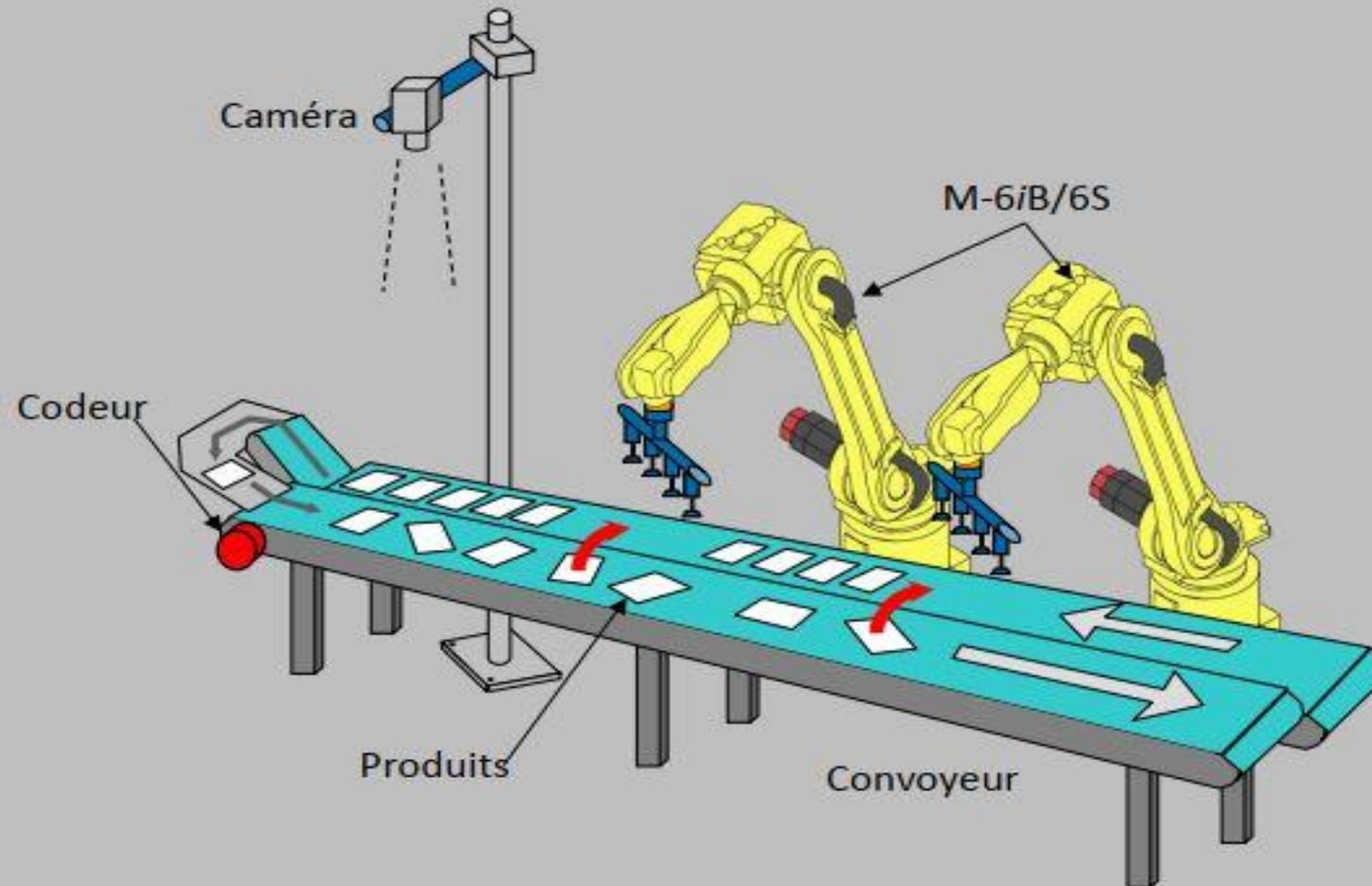
- Les fournisseurs de solutions
 - Ils vendent des **solutions vision** complètes pour une utilisation spécifique :
 - ♦ En intégrant un système de vision sur une ligne de production (*intégrateurs*)
 - ♦ En fabricant une machine de vision dédié à une tâche spécifique

Les relations entre les différents acteurs

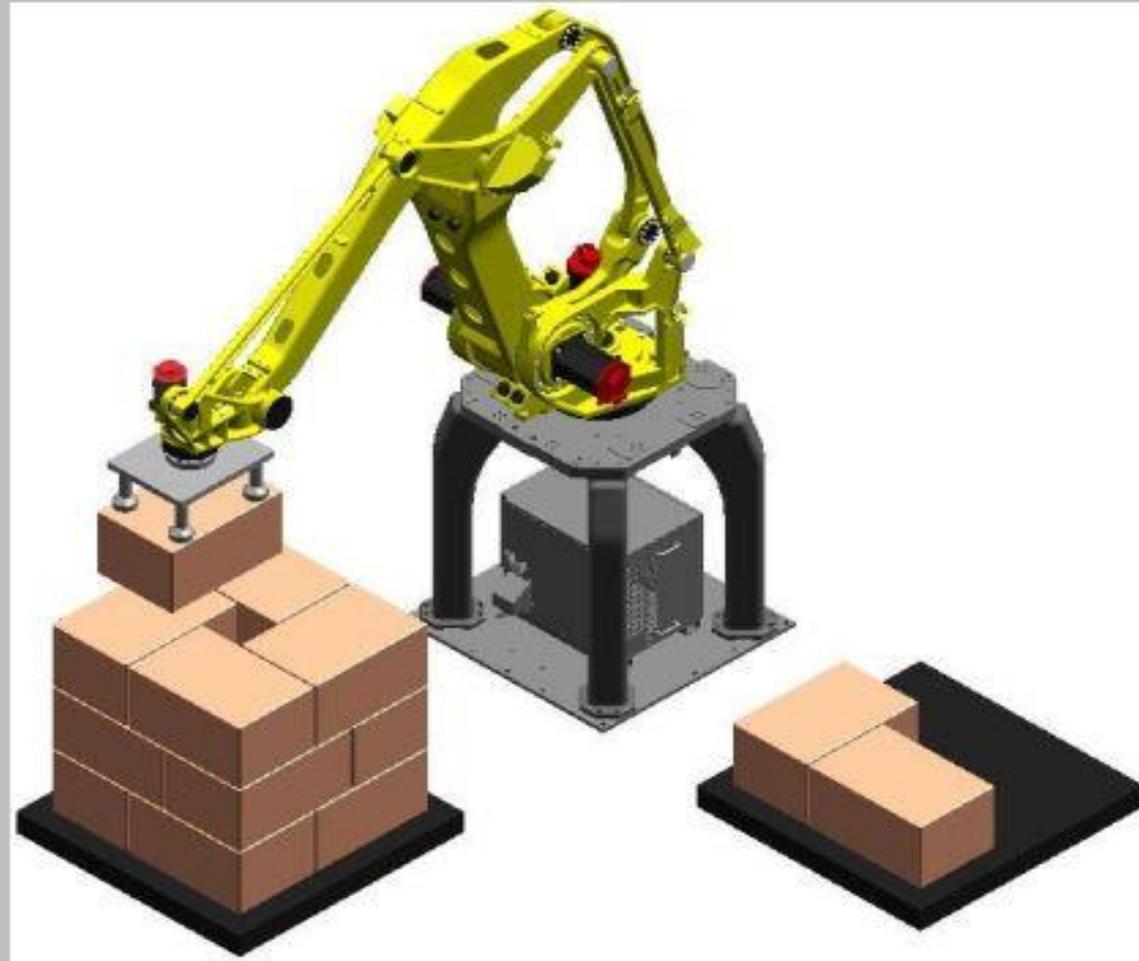


Vision et robotique

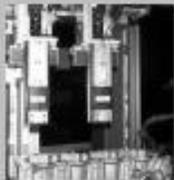
- Suivi visuel



- Palettisation



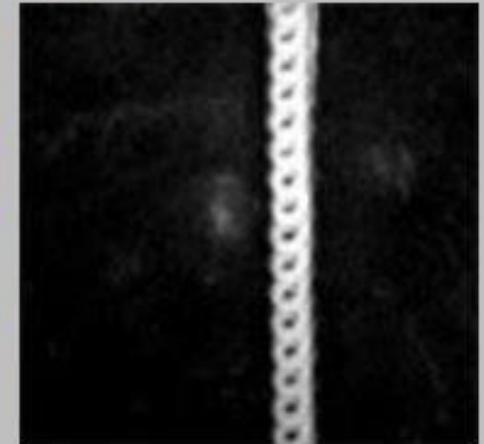
■ Exemples



- ◆ Contrôle de dépose de cordons (colle, étanchéité) et de joints
- ◆ Mesure de jeux et affleurements
- ◆ Montage d'ouvrants, de pare-brises, d'éléments d'habitacle, de roues
- ◆ Réglage de projecteurs
- ◆ Contrôle de conformité de lots de clés, d'assemblage de boîtes de vitesse, de pistons moteur, de panneaux de portes
- ◆ Identification de ressorts, cames, carters, vilebrequins, pignons
- ◆ Contrôle d'aspect de disques et plaquettes de freins, de chemises moteur, de cames, de moyeu

■ Contrôle de dépose de cordons de colles, d'étanchéité

- ◆ Assemblage, soudage et collage de caisses
- ◆ Contrôle de largeur et de la hauteur du cordon
- ◆ Contrôle de position
- ◆ Contrôle de la forme



■ Contrôle de la conformité de panneaux de portes

- ◆ 50 contrôles en 1,5 seconde
- ◆ Temps de cycle de 25 secondes
- ◆ 150 références de portes
- ◆ 15 caméras dont deux couleurs
- ◆ Contrôle de présence
- ◆ Contrôle couleur
- ◆ Contrôle d'aspect
- ◆ Contrôle des motifs



Présence emplacement lève-vitre

Présence baguette



Présence poignée
Contrôle couleur

Couleur panneau

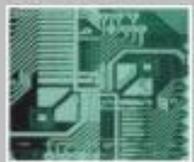
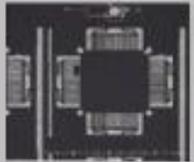
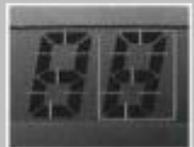
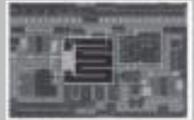
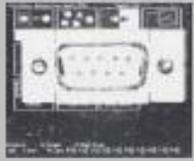
Présence vide-poche

Couleur vide-poche

Présence vide-poche

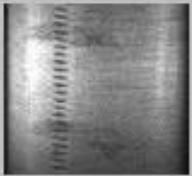
Couleur vide-poche

■ Exemples



- ◆ Contrôle de conformité de connecteurs (nombre, position, dimension, torsion des broches, distance entrefer), de composants, de cosses (taille, déformation), de bobinages, de soudures
- ◆ Contrôle des plaques électroniques (perçages, pistes)
- ◆ Vérification de la présence des composants, leur positionnement leur référence sur plaques électroniques
- ◆ Placement de composants sur plaques électroniques
- ◆ Analyse colorimétrique de LEDs, de résistances, de condensateurs
- ◆ Contrôle qualité de la face avant de téléphones portables ou de la présence des pièces sur base GSM (micro, SIM, haut parleur...)
- ◆ Réglage de géométrie et de convergence des images de téléviseurs
- ◆ Alignement et assemblage de plaquettes au silicium

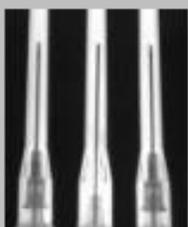
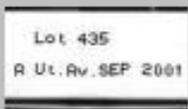
■ Exemples



- ◆ Comptage, vérification du nombre de billes dans un roulement, du nombre de dents sur un pignon
- ◆ Contrôle de forme de rivets
- ◆ Contrôle du diamètre, du pas, de la longueur de vis
- ◆ Contrôle d'angle, d'équerres
- ◆ Mesure de rectitude de tôles, d'acier, de cuivre, d'aluminium
- ◆ Détection de défauts sur tôles d'acier, de cuivre, d'aluminium (bruts, laminées, galvanisées ou peintes)
- ◆ Analyse d'allongement et de torsion des matériaux
- ◆ Contrôle d'aspects de surface de matières (défauts dus au procédés de fabrication, à la manipulation des pièces ou à leur usinage)

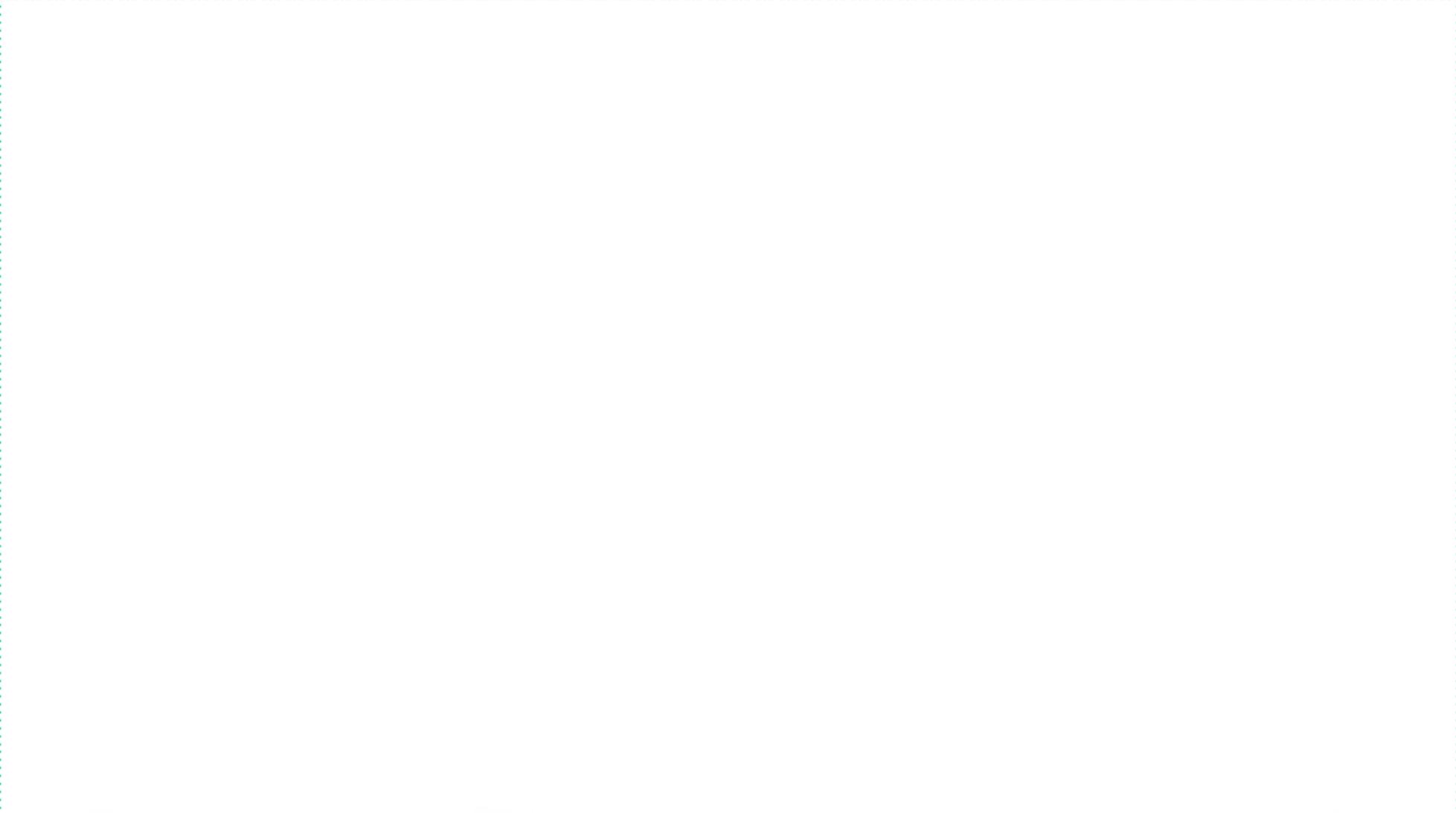
Video

■ Exemples

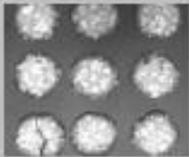


- ◆ Vérification des étiquettes (présence, position, date limite de consommation, numéro de lots, posologie, qualité du logo), des emballages (scalpels, seringues) et des flacons (couleur et niveau de liquide, aspect, teinte et dimension des flacons, présence et position de bouchons, de vaporisateurs, de tubes plongeurs)
- ◆ Contrôle de présence, comptage et contrôle d'aspect (forme, taille, couleur, cassure) de gélules ou de comprimés
- ◆ Contrôle de présence d'éléments dans un emballage
- ◆ Contrôle d'assemblage (équipements médicaux, produits cosmétiques)
- ◆ Contrôle de forme et de dimension d'ampoules, de seringues, de coton-tiges

Video : Vision Industrielle et Emballage Aluminium



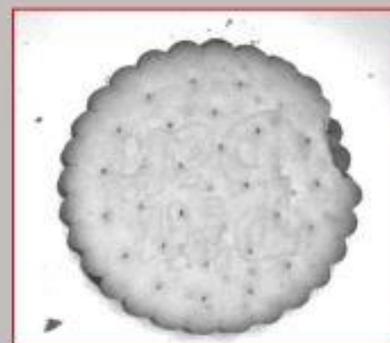
■ Exemples



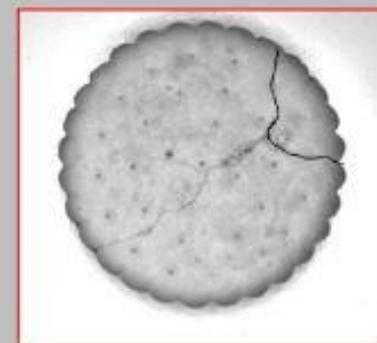
- ◆ Contrôle d'aspect (forme, couleur, texture), d'intégrité (cassure, contour) et de taille de biscuits, gâteaux, chocolats, sucre, pizzas
- ◆ Mesure de la couleur et du niveaux de liquide dans les bouteilles, les flacons et les bidons
- ◆ Tri alimentaire (pommes, poissons, dinde)
- ◆ Contrôle de la fermeture et du contenu des emballages (présence et position), détection de défauts sur flacons
- ◆ Contrôle de présence et de position de bouchons, de couvercles, d'opercules ou d'étiquettes sur les emballages et les flacons
- ◆ Contrôle de la présence, de la lisibilité et de la véracité des dates limites de consommation, des numéros de lot sur les emballages
- ◆ Contrôle de la présence, de la position et de la qualité des logos et des marquages sur les emballages

■ Contrôle d'aspect et d'intégrité de biscuits

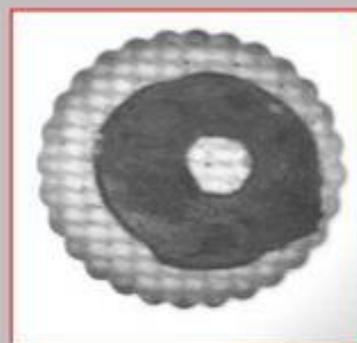
- ◆ 32 biscuits/seconde
- ◆ Détection de biscuits : cassés sur la périphérie, fissurés, à l'envers, excentrés.
- ◆ Contrôle de présence du biscuit supérieur
- ◆ 4 caméras
- ◆ Vitesse de défilement de 55 m/mn



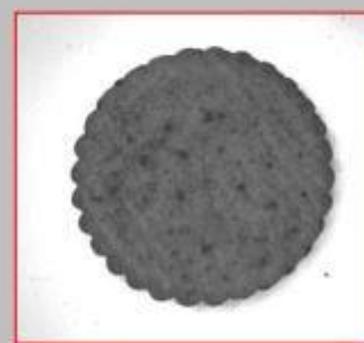
Biscuit cassé sur la périphérie



Biscuit fissuré



Biscuit supérieur absent



Biscuit à l'envers



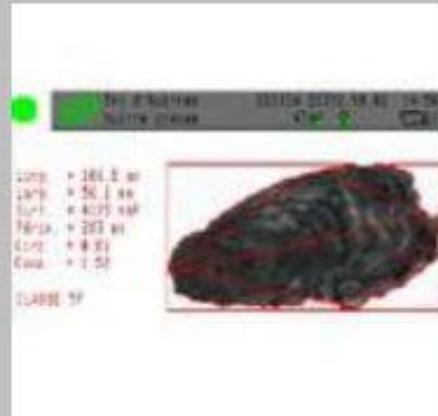
Biscuit bon



Video

■ Calibreuse d'huîtres

- ◆ 14400 huîtres/heure
- ◆ Vitesse de 1,2 m/s
- ◆ Calibrage d'huîtres creuses, longues ou plates
- ◆ 5 classes : TTP (très très petites), TP (très petites), P (petites), M (moyennes), G (grosses).
- ◆ Mesure de : longueur, largeur, périmètre, surface
- ◆ Calculs de circularité, de compacité



Video



Quoi
?

Avec **UN SEUL** capteur :

- contrôle de conformité d'assemblage (absence / présence / position),
- contrôle d'aspect (rayures, griffures, bosses, trous, couleur, texture),
- contrôle dimensionnel (longueur, largeur, diamètre, angle, géométrie),
- comptage et tri,
- détection, localisation ou suivi d'une trajectoire pour la robotique (pilotage de robots),
- identification (reconnaissance et vérification),
- surveillance et sécurité.

Avantages et inconvénients de la vision

Les systèmes de **vision industrielle** présentent plusieurs avantages :

- Le contrôle est **précis** (mesures géométriques, quantité,..)
- La mesure est **répétitive** et **objective**
- Le temps de calcul est **rapide**
- Il n'y a aucune **fatigue**
- Le système s'adapte à des **environnements difficiles**
- Le **contrôle** intègre des connaissances d'experts

Avantages et inconvénients de la vision

Il présente néanmoins des inconvénients :

- Le système est optimisé pour une application
- L'évolution et la flexibilité du système sont limitées
- Le système est sensible aux changements des conditions d'environnement

Forces et faiblesses de l'opérateur humain

L'opérateur humain est souple et adaptable. Confronté à un nouveau défaut non prévu dans un cahier des charges initial, le système de vision risque bien de ne rien détecter, au contraire de l'opérateur humain. Par contre, les opérateurs humains sont plus lents et moins précis. Il s'agit donc de laisser au système de vision les tâches qu'il fait bien (les mesures rapides, précises et répétitives ; l'extraction de l'information) et les autres à l'opérateur humain.

Justification financiere de la vision

La vision industrielle permet de gagner sur :

→ le coût des matériaux

→ le coût de travail

→ le coût de la qualité

- La totalité des produits peut être inspectés sans interruption, hors ou en ligne, la vision permet de diminuer la proportion de produits finis défectueux,
- Ensuite, les tâches ingrates peuvent être exécutées par des machines de vision, et la main d'œuvre précédemment affectée à ces tâches reconverties pour des travaux plus valorisants pour l'individu et valorisables par l'entreprise.
- Enfin, la vision permet d'optimiser l'usage des matériaux, de vérifier la qualité des fournisseurs et de garantir la qualité des produits finis. Il en résulte une meilleure satisfaction de client, gage d'acquisition de nouveaux clients et de fidélisation.

Dans le domaine du contrôle industriel, les applications sont nombreuses et variées :

- **contrôle** des dimensions et de l'état de surface d'objets manufacturés
- la **qualité** d'impression des étiquettes
- le **contrôle** de montage de composants électroniques
- le **monitoring** de l'usure des machines
- l'**inspection** de produits alimentaires (fruits, par exemple)
- la **détection de défauts** dans des produits plans (verre, papier, textiles, acier, bois, céramique).
- ...

Les cinq étapes d'un système de vision

Un système de vision fonctionne en cinq phases. Il s'agit de :

- l'acquisition
- le traitement
- l'analyse
- l'interprétation
- la communication

Les cinq étapes d'un système de vision

- L'**acquisition** concerne l'extraction de l'image sous une forme numérique. Eclairages, optiques, caméras et cartes d'acquisition sont nécessaires pour cette étape. Il s'agit d'une étape importante car, bien réalisée, l'**acquisition** permet de simplifier les étapes de traitement et d'analyse.
- Souvent appelé prétraitement, le **traitement** regroupe un ensemble de techniques destinées à améliorer la qualité de l'image. Une première étape, appelée **restauration**, vise à corriger les déformations géométriques, provoquées par l'optique de la caméra, et les variations d'éclairage. Une seconde étape, appelée **amélioration**, vise à réduire le bruit et à augmenter les caractéristiques de l'objet contenant les informations souhaitées.
- L'**analyse** a pour but l'extraction de l'information caractéristique contenue dans une image. Elle recourt à diverses techniques telles que celles de **segmentation** (seuillage, détection de frontière, etc).
- Sur base de caractéristiques extraites - telles que la taille et la position des défauts, la position des contours, la couleur des objets et leur orientation -, le système de vision peut réduire le nombre de données et ensuite, soit rapporter le résultat, soit prendre une **décision**. Suit alors une dernière étape, celle de **communication**.

Concevoir un système de vision

La conception des systèmes de vision ont été simplifiées suite à l'apparition sur le marché de systèmes de vision modulaires et d'outils de programmation visuelle intégré. Sept étapes doivent néanmoins être respectées :

- la définition du **cahier des charges**
- l'étude de **faisabilité**
- la conception de l'**éclairage**
- le choix du **capteur**
- la conception **logicielle**
- les **tests**
- la mise en **production**

FIN