

# Ethique de la Recherche en Robotique

Raja Chatila

Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique (ISIR)

CNRS et Université Pierre et Marie Curie, Paris

Membre de la CERNA

Commission de réflexion sur l'éthique de la recherche en sciences et technologies du numérique d'Allistene



# Plan

- La robotique
- Les questions éthiques, légales, sociétales
- Approche de la CERNA
- Exemples de cas d'usage soulevant des questions ELS
- Caractéristiques des robots soulevant des questions ELS
- Recommandations de la CERNA
- Conclusions et autres initiatives

# Le robot: une définition

- Un « robot » est une machine *matérielle* munie de capteurs et d'actionneurs, contrôlée par des logiciels implémentés sur des ordinateurs.
  - Elle possède des capacités de perception, d'action et de mouvement.
  - Elle possède des capacités de prise de décision pour effectuer des tâches (auto) assignées.
  - Elle possède éventuellement des capacités de communication et d'apprentissage.



**Le robot comme paradigme de l'IA « incorporée »**

# Remarques

- Ces capacités peuvent être développées à divers niveaux de *complexité* et confèrent aux robots des degrés d'*autonomie* différents.
- Ces capacités peuvent être intégrées dans un seul « corps » ou réparties (*i.e.*, perception ou décision à distance par rapport à l'action).
- Il faut aussi considérer les systèmes multi-robots et les essaims (comportements collectifs et émergents).



# Une très brève histoire de la robotique

1960-1985:

Robotique tirée  
par les besoins Industriels.

Automates; Précision,  
répétitivité, rapidité.

1985-2010:

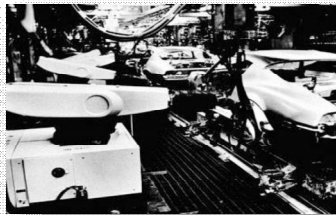
Robotique pour  
milieux hostiles, services.

Autonomie,  
Interaction humain-robot.

2010- ... :

Nouveaux besoins pour  
L'industrie et les services.

Autonomie, Interaction,  
Apprentissage.



# Etat de la Robotique

- La recherche a atteint un certain degré de maturité pour certaines fonctions opérationnelles en perception, planification et contrôle du mouvement, interaction humain-robot, ...
- L'opération autonome est possible dans des cas relativement bien définis.
- Des applications dans plusieurs domaines deviennent possibles et sont disponibles.

**Applications:** production industrielle, milieux dangereux, transport, agriculture, construction, santé, loisirs, défense,...

- Remplacer les humains



- Assister et servir les humains



- Rehabilitier/augmenter les humains



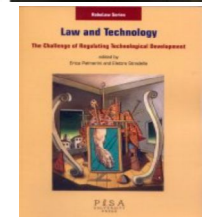
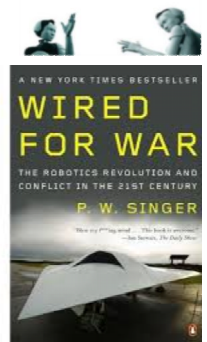
# Prise de conscience éthique

- Les questionnements sur les problèmes éthiques, légaux et sociétaux (ELS) dans l'usage des robots datent d'une quinzaine d'années.
- Déclarations et prises de position publiques sur les questions d'emploi mais aussi sur les dangers potentiels de l'IA et la robotique.
- Questions soulevées par des domaines particuliers comme l'usage d'armes létales autonomes.

Remarque: Le grand public est souvent mal informé du véritable état de l'art.

# Quelques sujets "Ethiques, Légaux, Sociétaux" (ELS)

- Economie, robotisation, emploi
- Protection de la vie privée
- Surveillance
- Dignité humaine
- Autonomie humaine
- Dépendance, isolation
- Liens affectifs avec les robots
- Augmentation humaine
- Intégrité et identité humaine
- Imitation du vivant
- Ethique de l'usage des robots
- Prise de décision autonome
- Responsabilités morale et juridique
- Statut du robot dans la société



# Ethique du chercheur, de l'usage, de la machine

- Trois facettes liées:
  - Ethique de la *recherche*: recherche responsable. Respect de préconisations ou de règles par le concepteur, le chercheur (p. ex le clonage); Méthodologie de conception basée sur les valeurs.
  - Ethique de l'*usage*: mise en œuvre respectant des règles éthiques.
  - Ethique des *systèmes ou des machines* : règles ou comportements éthiques inclus dans le fonctionnement du système (agents moraux artificiels).

# Ethique de la Recherche en Robotique: Préconisations de la CERNA



(Novembre 2014)

[http://cerna-ethics-allistene.org/digitalAssets/38/38704\\_Avis\\_robotique\\_livret.pdf](http://cerna-ethics-allistene.org/digitalAssets/38/38704_Avis_robotique_livret.pdf)



# La CERNA

<http://cerna-ethics-allistene.org/La-CERNA>

- Groupe de travail « Robotique » :
  - Raja Chatila (CNRS, UPMC)
  - Max Dauchet (U. Lille, Inria)
  - Laurence Devillers (Paris-Sorbonne)
  - Jean-Gabriel Ganascia (UPMC)
  - Alexeï Grinbaum (CEA)
  - Catherine Tessier (ONERA)
- Audition d'une dizaine de personnalités

## **Saisine à l'initiative du Cocor d'Allistene : Ethique de la recherche en robotique**

Octobre 2012

La recherche sur les systèmes autonomes et les robots constitue un domaine important des sciences du numérique. Son impact sur la société à travers une vaste gamme d'applications techniques promet de modifier plusieurs secteurs industriels et économiques et s'étend jusqu'aux aspects privés de la vie humaine.

L'utilisation des robots à des fins militaires, de soins palliatifs, de soins pour les enfants ou afin d'accroître le plaisir dans une pratique de divertissement pose d'ores et déjà des problèmes éthiques. Sur le plan de la recherche, cela demande de réfléchir aux limites de l'autonomie des robots, de leur pouvoir décisionnel, de l'affectivité intégrée et de la simulation des émotions par une machine. On recensera de tels cas concrets et on se demandera dans quelle mesure et de quelle façon le chercheur doit intégrer les contraintes éthiques, y compris les problèmes envisageables à l'avenir, aux stades de définition et d'exécution de son projet de recherche.

On se posera la question de responsabilité du chercheur pour les comportements et les actions d'un robot ou d'un système autonome dont il a assumé la conception. On analysera la pertinence de la législation en vigueur et on formulera des recommandations en vue de l'évolution des normes juridiques.



# Méthode de la CERNA

- Etudes de cas posant des questions ELS:
  - Les robots auprès des personnes et au sein des groupes: robots compagnons et domestiques, robots éducatifs, personnes vulnérables, téléprésence, lieux professionnels, lieux publics, ...
  - Les robots dans le contexte médical: chirurgie, réhabilitation
  - Les robots pour la défense et la sécurité
- Capacités soulevant des questions éthiques au **chercheur**:
  - Autonomie et capacités décisionnelles
  - Imitation du vivant et interactions affectives et sociales
  - Réparation et augmentation de l'humain

# Etude de cas 1: Défense et sécurité

## Drones, armes autonomes, véhicules robotisés, démineurs



Reaper



Crusher, CMU



R. Chatila

CERNA SS



Drones pour la surveillance

Packbot, IRobot

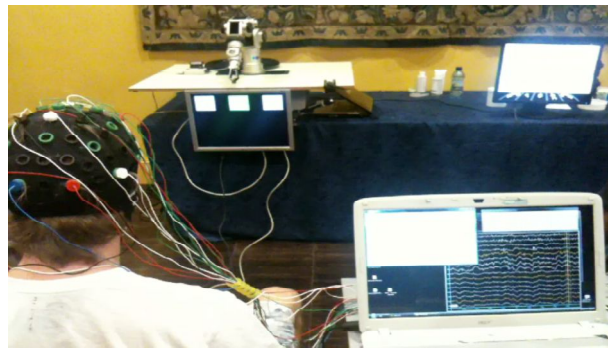
# Systemes d'Armes (Létales) Autonomes

En débat à l'ONU

- Autonomie dans la sélection et au traitement de l'objectif.
- La définition de caractéristiques ou signature de l'objectif incombe à l'homme.
- La capacité de discrimination d'un objectif dépendra des facultés de **perception et d'interprétation** de situations de la machine qui sont **limitées** par la complexité du contexte.
- Question morale: une machine devrait-elle avoir la capacité de supprimer un être humain?

# Etude de cas 2: Réhabilitation et augmentation

RIC



U. Saragozza



EPFL

HAL



Ekso  
Bionics

R. Chatila





# Etude de cas 3: Robots avec les personnes et dans les groupes (1/5): Personnes âgées, handicapées, enfants



Corée du Sud



Telenoid - Osaka U.



Paro



27/09/2016



R. Chatila

CERNA IS



Aldebaran Romeo

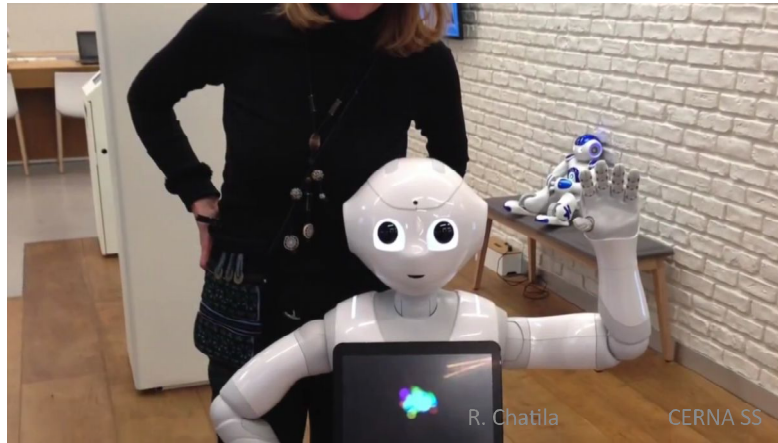
# Etude de cas 3: Robots avec les personnes et dans les groupes (2/5): Robots compagnons

Aldebaran Nao



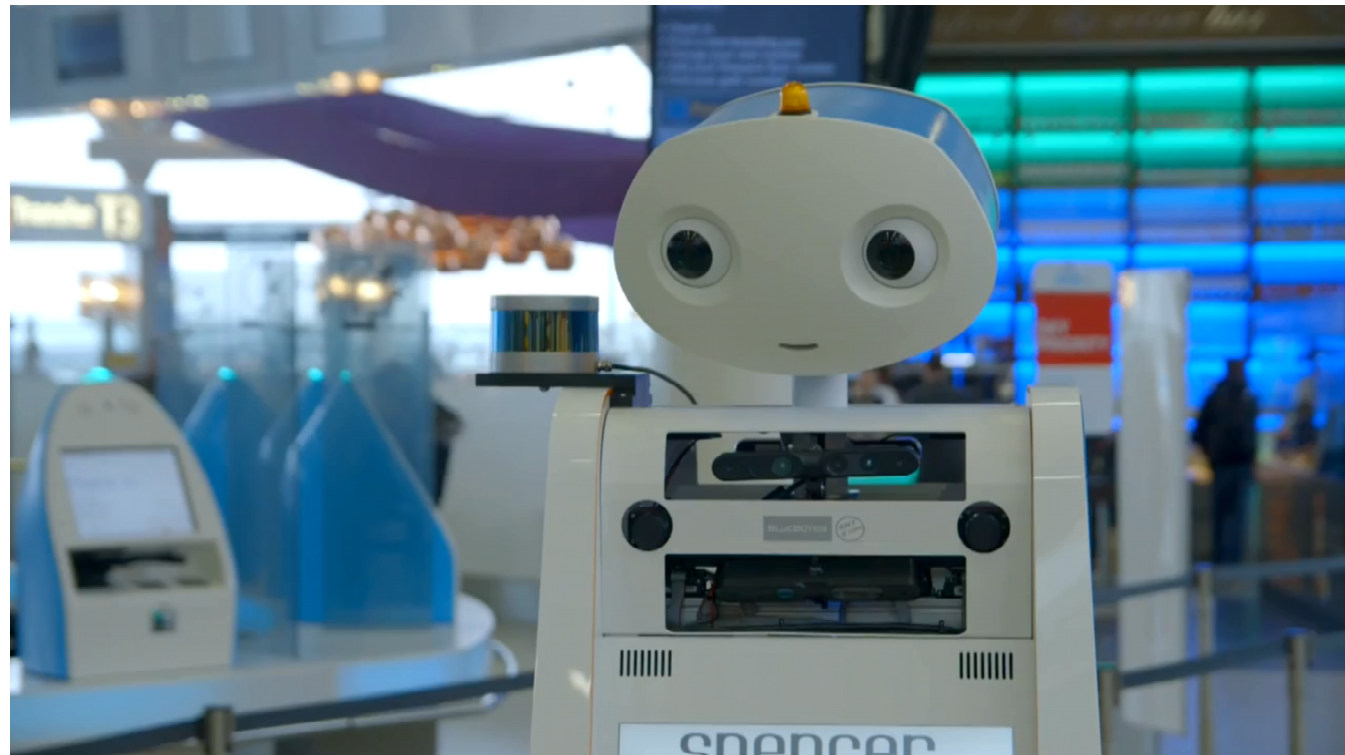
The Big Bang Theory

Aldebaran (Softbank)  
Pepper



27/9/2016

## Etude de cas 3: Robots avec les personnes et dans les groupes (3/5): Robots guides, lieux publics



Projet européen SPENCER



# Etude de cas 3: Robots avec les personnes et dans les groupes (4/5): Robots collaboratifs au travail



27/9/2016

R. Chatila

CERNA SS

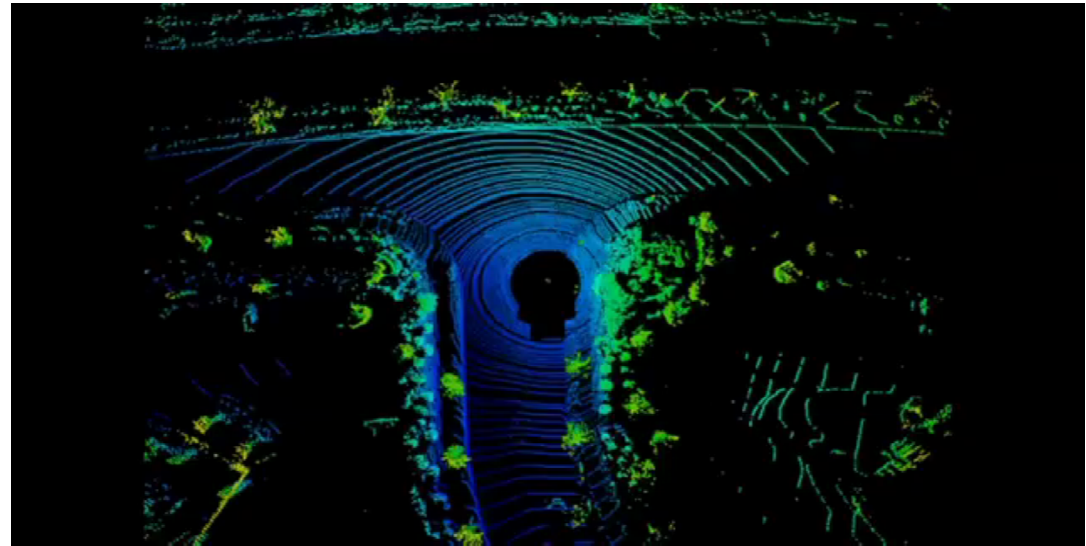
20



# Etude de cas 3: Robots avec les personnes et dans les groupes (5/5): Voitures Autonomes



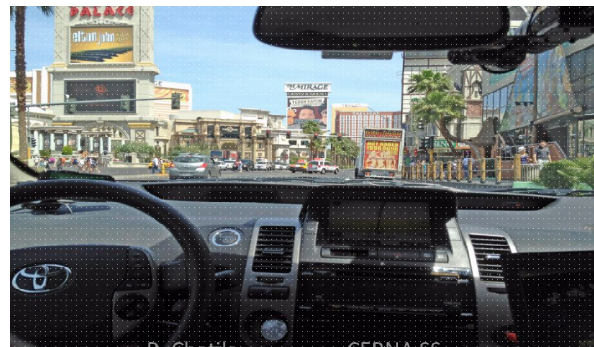
Uber



Google



27/9/2016



R. Chatila

CERNA SS

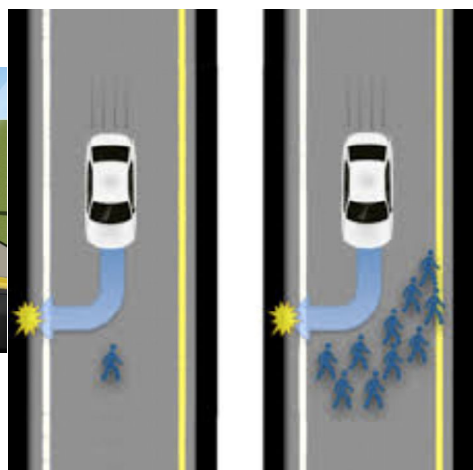
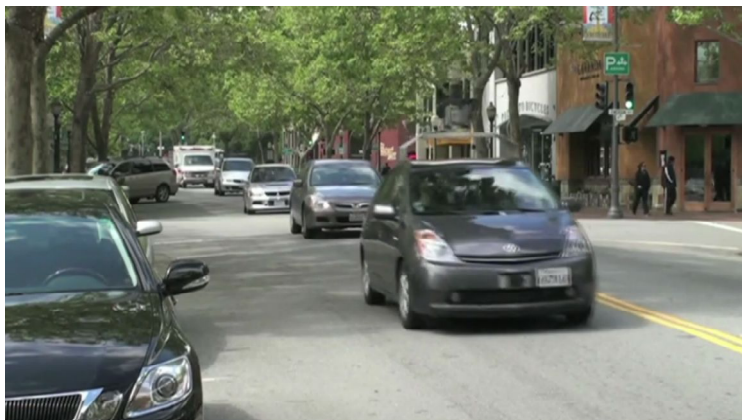


PSA

# Capacités transversales et ELS

- Capacités soulevant des questions éthiques au chercheur:
  - Autonomie et capacités décisionnelles
  - Interactions affectives et sociales, imitation du vivant
  - Réparation et augmentation de l'humain

# 1- Autonomie et capacités décisionnelles



27/9/2016

CERNA SS

24

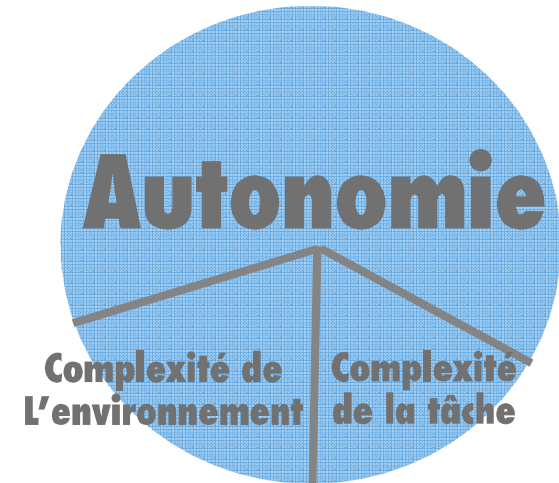
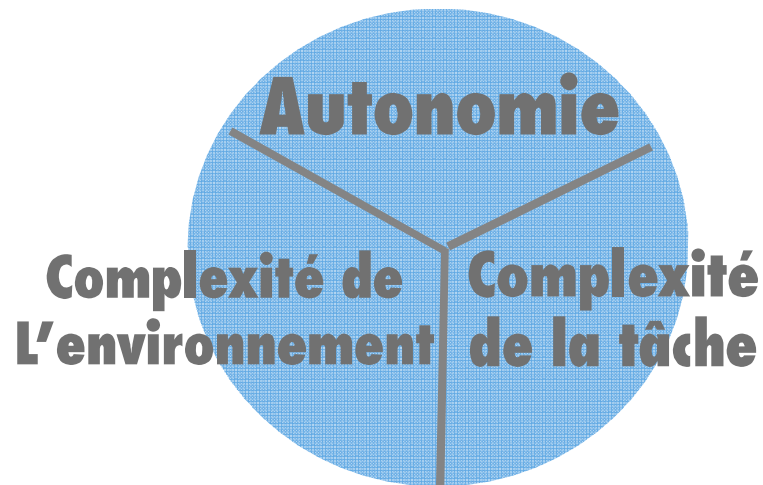
# Autonomie

**Autonomie:** Capacité d'un agent à prendre des décisions sans l'assistance d'un autre agent.

- Autonomie opérationnelle:
  - Concerne le traitement des données et leur interprétation, des décisions simples, la commande et l'exécution des actions.
  - Nécessaire dans tous les systèmes
- Autonomie décisionnelle: Concerne une perception et l'interprétation plus sémantique, l'interprétation de situations et la prise de décisions non triviales.

*Continuum entre le système automatique et le système autonome.*

# L'autonomie est un concept relatif



- L'autonomie atteignable dépend de la complexité de l'environnement et de celle de la tâche.
- La complexité de l'environnement peut être mesurée par la quantité (et la variabilité) de l'information et son flux.
- La complexité de la tâche dépend de la dimension et de la structure de l'espace d'état du processus de décision.

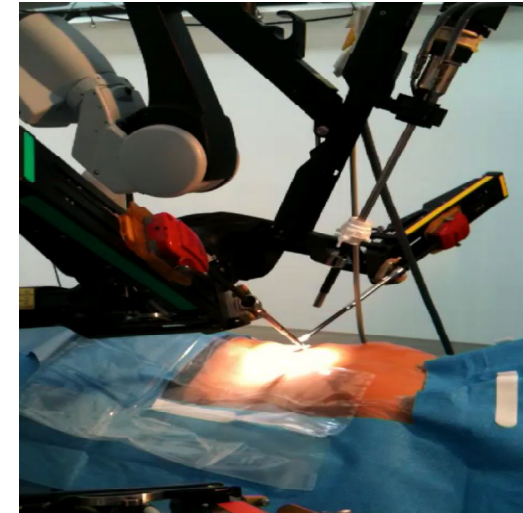


# Exemples d'autonomie



Contrôle automatique avancé

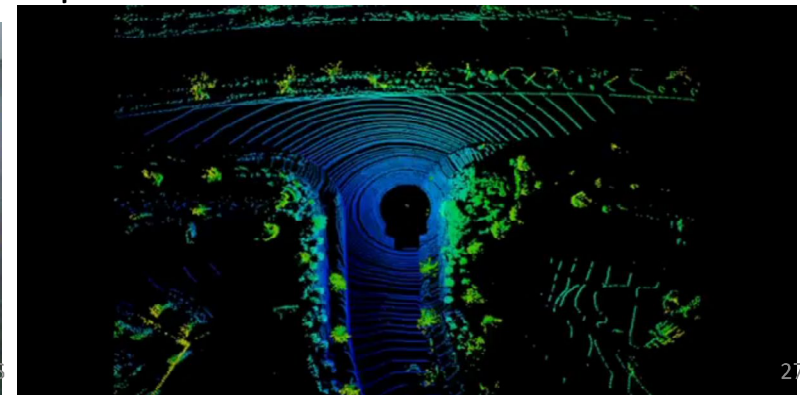
Téléopération:  
Contrôle humain



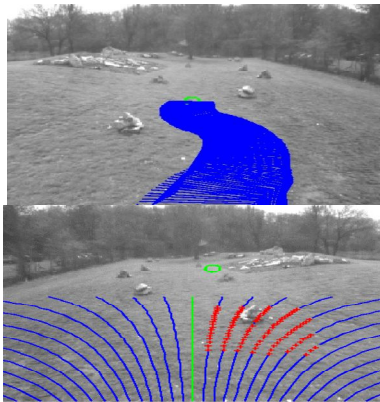
Autonomie opérationnelle.



27/9/2016



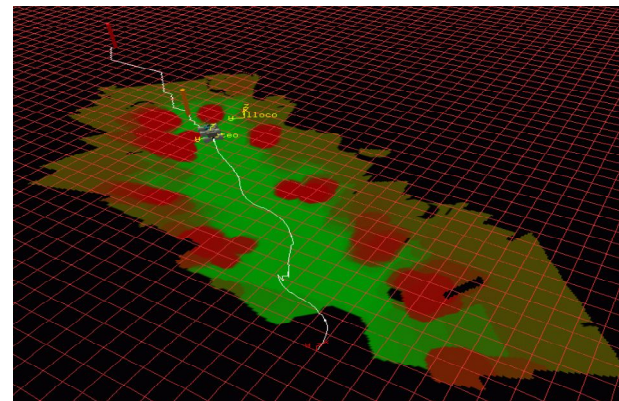
# Exemple d'autonomie opérationnelle: la navigation



navigation locale



27/9/2016



Stratégie de navigation  
Planification de trajectoire

R. Chatila

CERNA SS

28

28



# Systèmes d'armes automatiques/autonomes



Phalanx  
(US D.o.D)

27/9/2016

R. Chatila



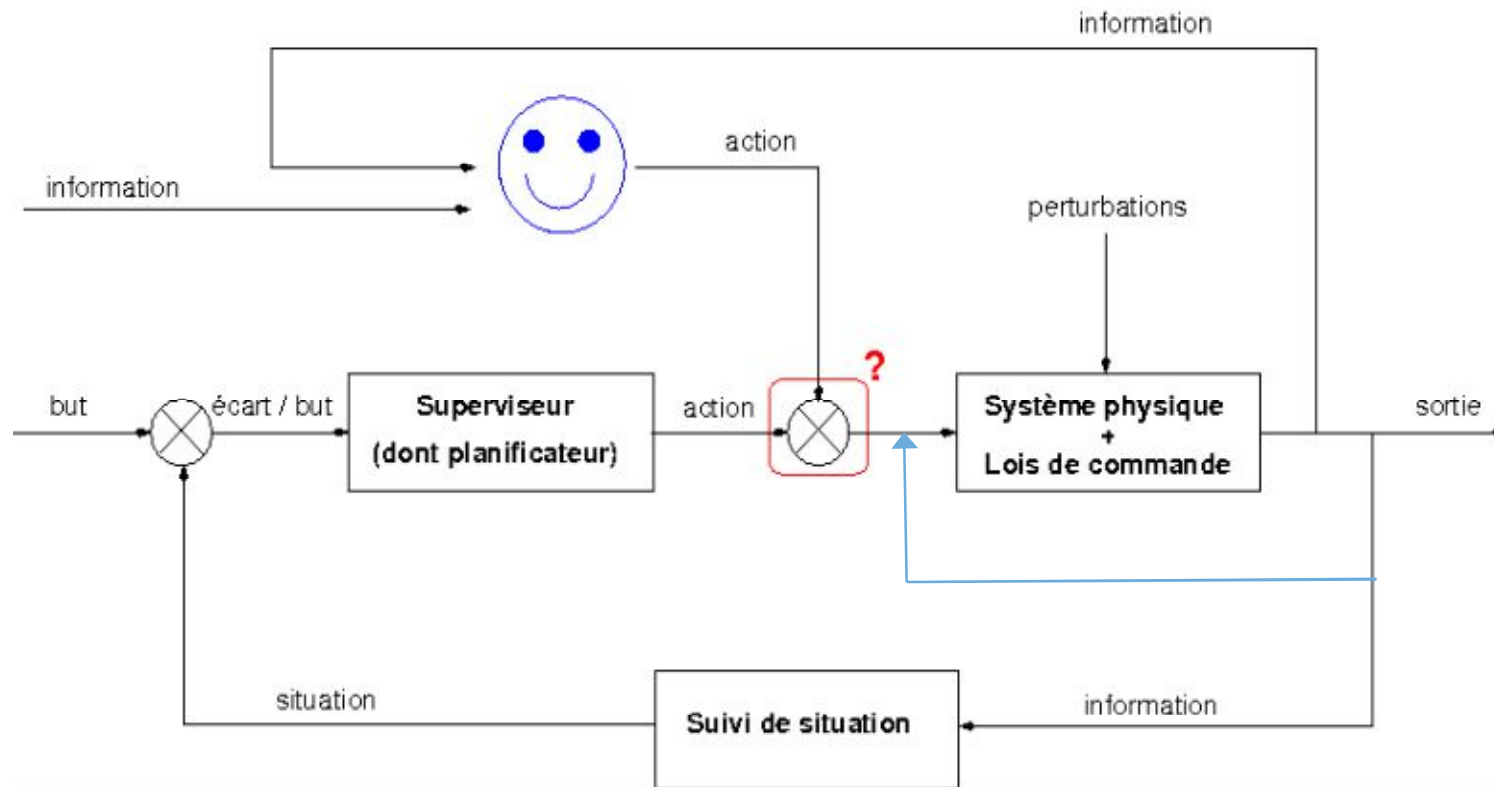
Samsung SGR-A1

CERNA SS

29



# L'opérateur et la machine peuvent décider des actions

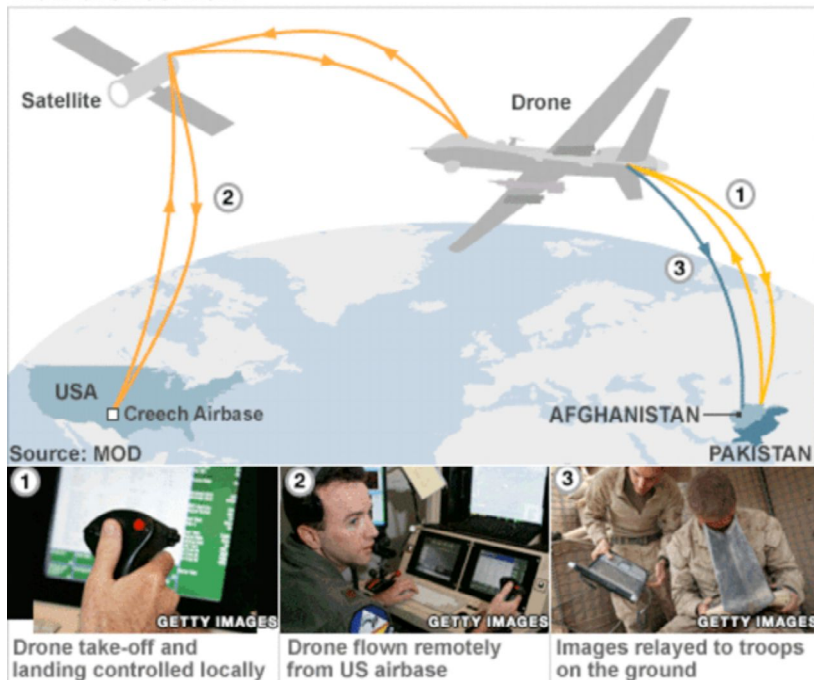


➔ partage de l'autorité

# Autonomie et partage d'autorité

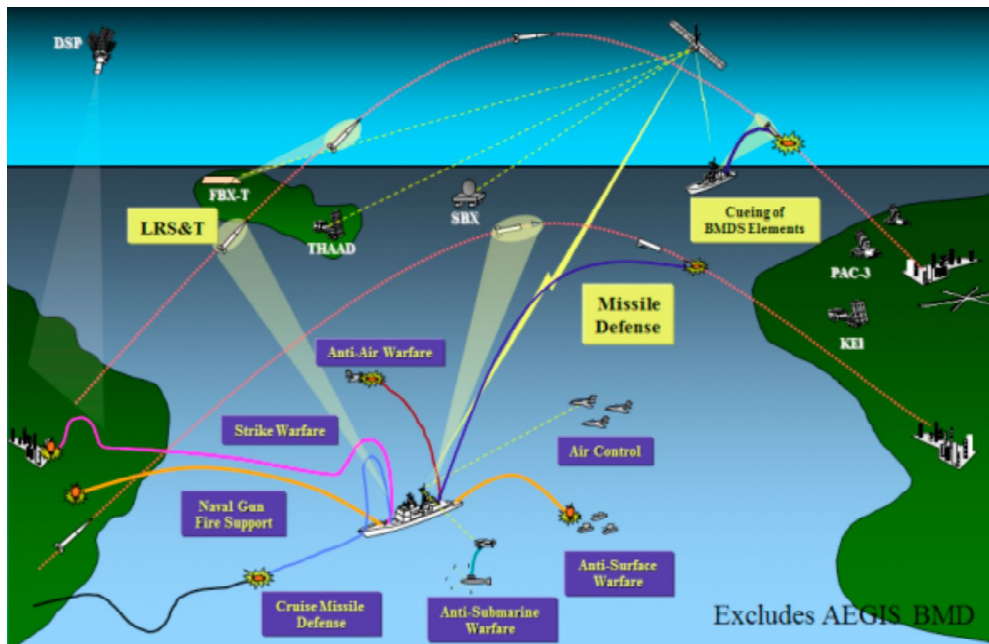
## Système avec humain dans la boucle

How drones work

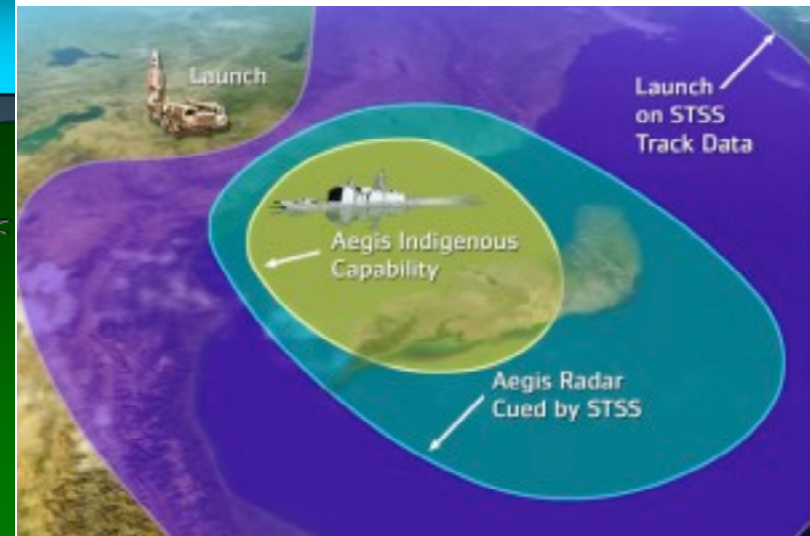


Drone Reaper

# Système AEGIS de défense anti-missile



(US D.o.D)



# Aegis sur le USS Vincennes

## Incident de l'Iran Air 655 (3/07/1988)



### Aegis Data Report:

- Iran Air Flight 655 continuously ascended in duration of flight
- Iran Air Flight 655 continuously squawked Mode III identification, friend or foe (IFF) in duration of flight
- Iran Air Flight 655 held consistent climb speed in duration of flight

*Fogarty, William M. (July 28, 1988).*

*"Formal Investigation into the Circumstances*

*Surrounding the Downing of Iran Air Flight 655 on 3 July 1988 ».*

*93-FOI-0184. Archived from the original on 6 May 2006.*

*Retrieved March 31, 2006.(Wikipedia)*

### Personnel Report To Commanding Officer:

- Iran Air Flight 655, after attaining 9,000 to 12,000 ft (2,700 to 3,700 m), reportedly descended on an attack vector on USS Vincennes
- Iran Air Flight 655 reportedly squawked Iranian F-14 Tomcat on Mode II IFF for a moment; personnel proceeded to re-label the target from "Unknown Assumed Enemy" to "F-14 »
- Iran Air Flight 655 was reported to increase in speed to an attack vector similar to an F-14 Tomcat

# Autonomie et partage d'autorité

- Machine
  - Capacités de décision limitées
  - Incertitudes de perception et d'action
  - Interprétation de situation limitée
  - Rapidité et réactivité
  - Efficacité
- Humain
  - Attention limitée
  - Perception limitée
  - Stress et émotions
  - Conscience de situation
  - Jugement moral

## Interaction

Problèmes de communication

Biais d'automation: confiance excessive en la machine

Surprises: ignorance de l'état exact de la machine en cas de reprise

Buffer moral: responsabilité du robot/responsabilité de l'homme



*“Does your car have any idea why  
my car pulled it over?”*

# Les dilemmes éthiques

Situations idéalisées permettant de raisonner sur les valeurs et les choix éthiques

## Le problème du trolley

