

TRONC COMMUN HUMANITÉS	4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE	7
PROJET INGÉNIERIE ET ENTREPRISE	10
DOMAINES D'APPLICATION	12
FILIÈRES D'EXPERTISE	48
STAGE DE FIN D'ÉTUDES	128

DOMAINE

SYSTÈMES AUTONOMES: ROBOTS, DRONES ET MISSILES (SA)

Responsable: Janette CARDOSO

Les évolutions sociétales, la maturité des technologies ou encore les capacités de calcul embarqué engendrent un accroissement du nombre d'activités réalisées par des systèmes autonomes (robots, drones...). Le but de ce domaine est de former les étudiants aux spécificités technologiques communes aux systèmes autonomes en leur apportant une vision transverse et intégrative de ces systèmes. En particulier, il s'agit d'introduire aux étudiants les technologies essentielles aux systèmes autonomes, domaine au cœur des développements futurs de l'aéronautique et de l'espace.

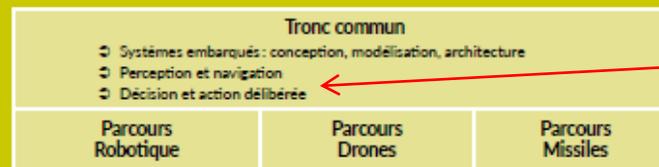
CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES VISÉES

En couvrant de nombreux sujets, les compétences visées sont de natures différentes:

- ↳ Capacité à concevoir un système autonome en prenant en compte les contraintes spécifiques des applications
- ↳ Vision globale du système autonome (architecture, organisation fonctionnelle, plateforme physique...)
- ↳ Notions de robustesse et de qualification des robots et drones
- ↳ Prise en compte de l'interaction entre le système et l'homme/l'environnement en considérant les questions d'éthique

STRUCTURATION DU CURSUS

Le domaine s'appuie sur un fort tronc commun auquel viennent s'ajouter trois parcours au choix sur la conception et opération de systèmes autonomes suivants: robots, drones ou missiles. Un projet ingénierie accompagne la formation.





Ingénieur ISAE-SUPAERO
Programme 2018-2019

3^e année
Semestre S5

TRONC COMMUN HUMANITÉS	4
TRONC COMMUN INGÉNIERIE ET ENTREPRISE	7
PROJET INGÉNIERIE ET ENTREPRISE	10
DOMAINES D'APPLICATION	12
FILIÈRES D'EXPERTISE	48
STAGE DE FIN D'ÉTUDES	128

DOMAINE SA

D-SAT303

1
ECTS
20h

DÉCISION ET ACTION DÉLIBÉRÉE

Responsable: Janette CARDOSO

OBJECTIFS

L'autonomie décisionnelle est la capacité de choisir et de planifier ses actions en fonction des objectifs et du contexte. Elle est nécessaire dès que le système autonome doit faire face à une diversité de tâches et d'environnements et que son activité ne peut pas être programmée à l'avance par le concepteur. Elle met en œuvre des fonctions de synthèse de plans d'actions et d'interactions, d'affinement des actions et de supervision. Ce module est une brève introduction aux techniques utilisées pour doter un système autonome de capacités de délibération. Il mettra en œuvre aussi les questions éthiques posées par les robots (aériens ou terrestres).

PROGRAMME

- Introduction: L'action délibérée comme gage d'autonomie; modèles et représentations
- Planification par recherche dans l'espace d'état. Planification par décomposition de tâches

- Planification par propagation de contraintes (satellites autonomes)
- Délibération: adaptation, réaction, supervision, raisonnement sur les buts, apprentissage
- Délégation, planification Homme-robot et multi-acteurs
- L'homme et le robot; partage d'autorité; forces et faiblesses
- Éthique, éthiques. Questions d'éthique posées par les robots: dans la défense & sécurité, auprès des personnes, robots médicaux. BE sur études de cas.

ÉVALUATIONS

Le module est évalué par deux notes:

- Une note de BE éthique;
- Une note de BE ou examen écrit Autonomie Décisionnelle.

Plaquette formation ingénieur ISAE-SUPAERO

https://www.isae-sup aero.fr/IMG/pdf/catalogue_2018-19-3a.pdf

Objectifs du cours

- Évoquer et discuter de quelques questions éthiques posées par la **conception** et l'**usage** des robots
- Apprendre à se poser des questions sur ce que l'on fait en tant qu'**ingénieur**, et sur ce qu'on peut être amené à accepter ou non en tant que **citoyen**

Les élèves sont avertis (*via* le Learning Management System) :

« Les questions éthiques faisant l'objet de débat, la présence en cours est indispensable. Les planches ne seront pas diffusées. »

Plan du cours

Séance 1 (3 heures)

- Robot
- Éthique
- Éthique de la recherche et de la conception

Séance 2 (3 heures)

- Éthique de l'usage
- Conférer à un robot un comportement « éthique »

BE (2 heures)

- noté sur rapport (par sous-groupes de quatre) : étude d'une situation de dilemme

En quoi le robot est-il un objet particulier ?



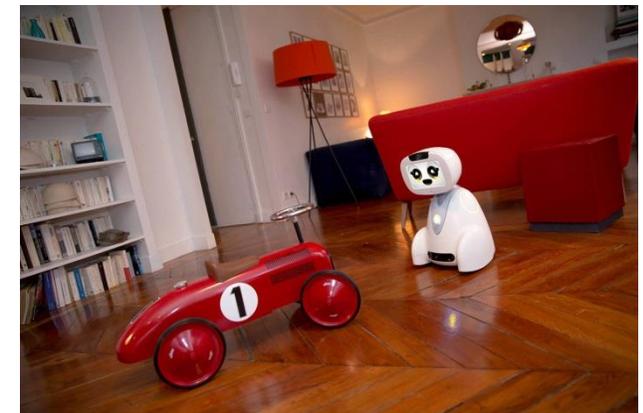
Robot Paro (site Paro)



Drone Reaper (photo General Atomics)



Robot Nao (site Softbank Robotics)



Robot Buddy (site buddytherobot)



Exosquelette (site Cyberdyne)

- **Réflexion**, personnelle ou collective, relative aux conduites humaines, et aux valeurs qui les fondent
- **Se poser des questions** chemin faisant, réfléchir, décider **au cas par cas**
- Démarche en vue d'agir **au mieux**, de déterminer, de manière **argumentée**, ce qui peut être considéré comme la décision ou l'action **la plus juste** au sens d'un **positionnement sur des échelles de valeurs**.
- Ce qui **recommande**

→ Ce n'est pas le fruit d'une règle
→ C'est la **tension** entre **valeurs** qui fonde la discussion éthique

[CERNA18] Commission de réflexion sur l'éthique de la recherche en sciences et technologie du numérique d'Allistene - *Proposition de formation doctorale, Initiation à l'éthique de la recherche scientifique*, 4 octobre 2018 - [lien](#)

Trois aspects distincts

- une réflexion éthique quant à la **recherche** en robotique, ou relative à la **conception** de robots ayant telle ou telle caractéristique
- une réflexion éthique quant aux **usages** des robots, leur place dans la société
- une **approche technique** visant à conférer à un robot un comportement considéré comme « éthique »

Quelles questions pose le fait d'imaginer, de concevoir un robot qui... ?

- « prend » des décisions de manière totalement autonome
- ressemble à un être vivant
- « a des émotions »
- donne à l'humain de nouvelles capacités physiques



[lien](#)

La machine – Questions (exemples)

Validité et pertinence des modèles d'interprétation

Validité et pertinence des modèles d'évaluation (« appréciation », valeurs en jeu ?)

→ *distinguer des situations « proches » ?*

Qu'est-ce qu'une « bonne » action ? (quel cadre ?)

L'opérateur – Questions (exemples)

Prise en compte de ses défaillances, de ses biais (ex: *moral buffer, automation bias*)

[Cum06] M.L. Cummings, M.L. – Automation and accountability in decision support system interface design, Journal of Technology Studies, vol 32:1, 2006

L'interaction – Questions (exemples)

Reprises en main de l'homme sur la machine

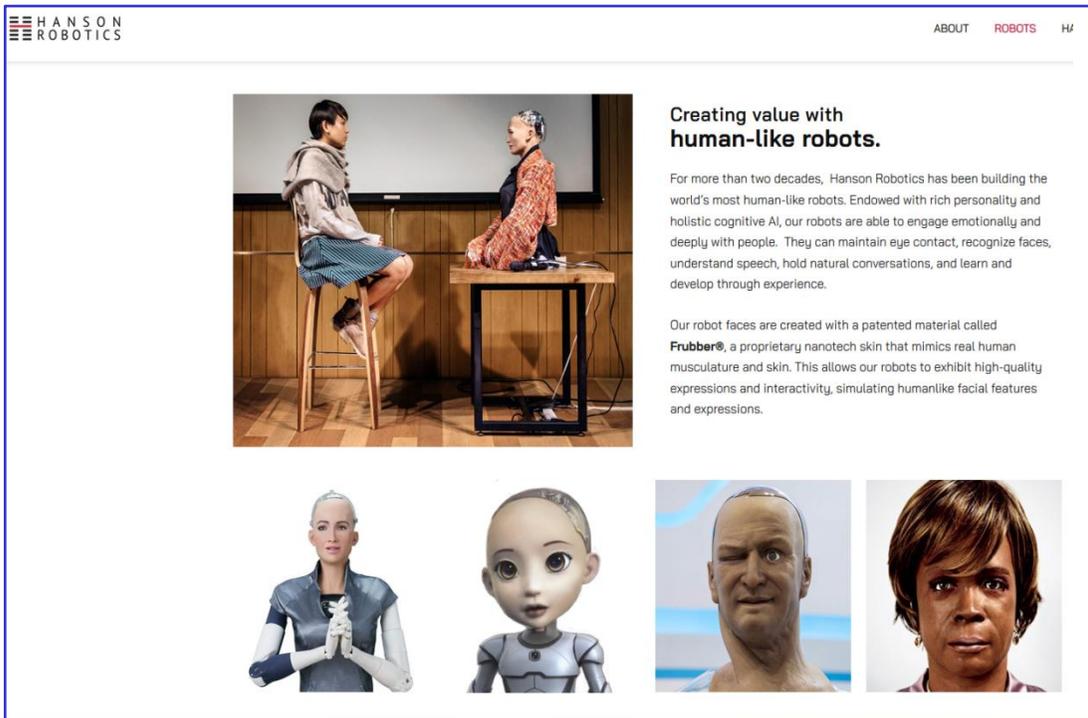
Reprises en main de la machine sur l'homme, sur quels critères ?

Prévisibilité du système humain-machine ?

Explicabilité, transparence ?

Responsabilité ?

- La ressemblance est-elle pertinente ? Nécessaire ? Pourquoi ?
- Brouillage des frontières vivant – artéfact : comment distinguer un robot ?



HANSON ROBOTICS

ABOUT ROBOTS HQ

Creating value with human-like robots.

For more than two decades, Hanson Robotics has been building the world's most human-like robots. Endowed with rich personality and holistic cognitive AI, our robots are able to engage emotionally and deeply with people. They can maintain eye contact, recognize faces, understand speech, hold natural conversations, and learn and develop through experience.

Our robot faces are created with a patented material called **Frubber®**, a proprietary nanotech skin that mimics real human musculature and skin. This allows our robots to exhibit high-quality expressions and interactivity, simulating humanlike facial features and expressions.



Geminoid (Hiroshi Ishiguro)

<https://www.youtube.com/watch?v=3lFuv1AVouM>



Robot Paro (site Paro)

- La simulation d'émotions par un robot est-elle pertinente ? Nécessaire ? Pourquoi ?
- Comment indiquer que le robot ne « ressent » pas d'émotions, ni ne « comprend » les émotions ?

Pepper, le robot qui ressent les émotions, cartonne au Japon

REPLAY - Inventé par une entreprise française, le robot Pepper est capable de d'identifier les émotions. Commercialisé le week-end dernier au Japon, il est déjà en rupture de stock dans l'archipel nippon.



Pepper, le robot qui ressent les émotions, cartonne au Japon
Crédit Image : AFP / Yoshikazu Tsuno | Crédit Média : Virginie Garin | Durée : 1:52 | Date : 29/06/2015

Le Parisien

POLITIQUE ÉCO SOCIÉTÉ FAITS DIVERS MA VILLE SPORTS LOISIRS

VIDEO. Cozmo, le robot doté d'émotions, arrive en France

High-Tech | De notre envoyé spécial Aymeric Renou à San Francisco (états-Unis) | 14 juin 2017, 11h36 | f t 2

- Le robot présuppose-t-il ou implique-t-il la diminution de l'efficacité, la modification, voire la neutralisation d'une fonction de l'individu différente de celle qui est visée par le port de ce robot ?
- La pose de ce robot est-elle réversible et si oui, existe-t-il des séquelles liées au retrait du robot ?
- Comment évaluer l'accoutumance au robot, peut-elle être néfaste pour l'individu ?



Exosquelette Daewoo

Éthique de la recherche

→ **établir** des connaissances, intérêt scientifique

Éthique des usages

→ **utiliser** des connaissances

impact sur la société
anticipation des dérives

Quelles questions pose le fait d'utiliser un robot pour ... ?

- surveiller un lieu public, un lieu privé
- faire feu de manière totalement autonome
- conduire une voiture
- siéger à ma place dans une réunion
- tenir compagnie à une personne âgée
- être un partenaire sexuel

- observation mobile en continu des lieux publics, des lieux privés
 - recueil de données ne concernant pas la mission du robot
- capacité de capter des données à caractère personnel

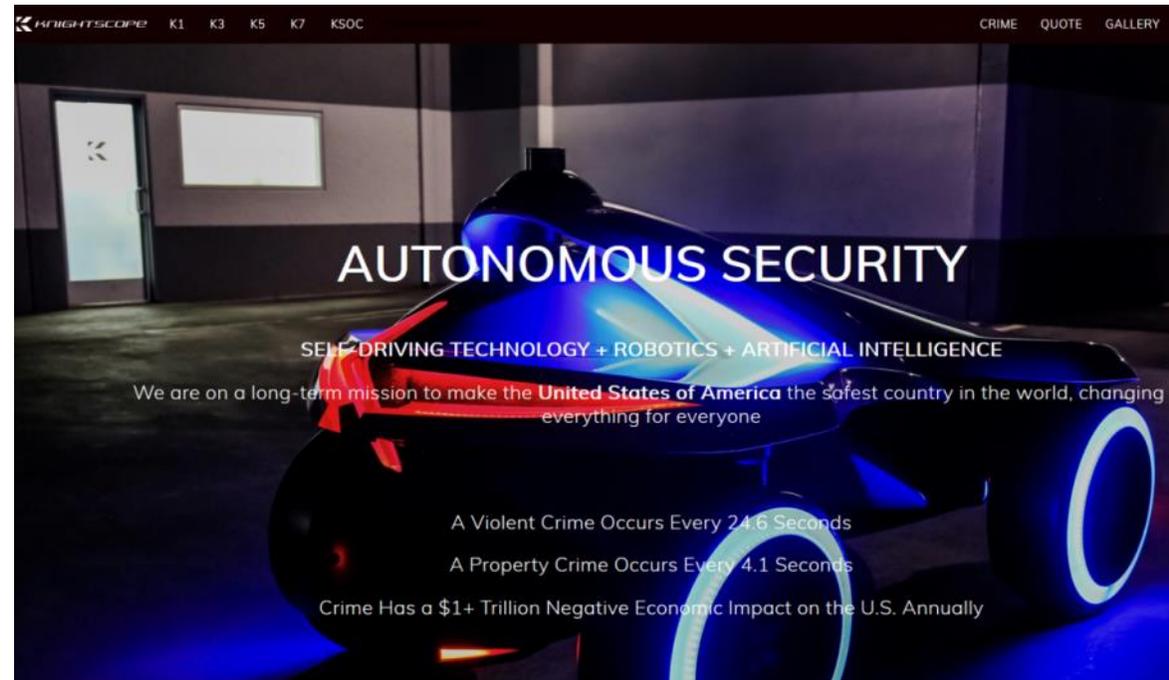
Roomba maker may share maps of users' homes with Google, Amazon or Apple

iRobot's chief executive says company could share or sell maps of robot vacuum users' homes to US tech firms as part of smart home and profit push



Robot Buddy

<https://www.youtube.com/watch?v=51yGC3iytbY>



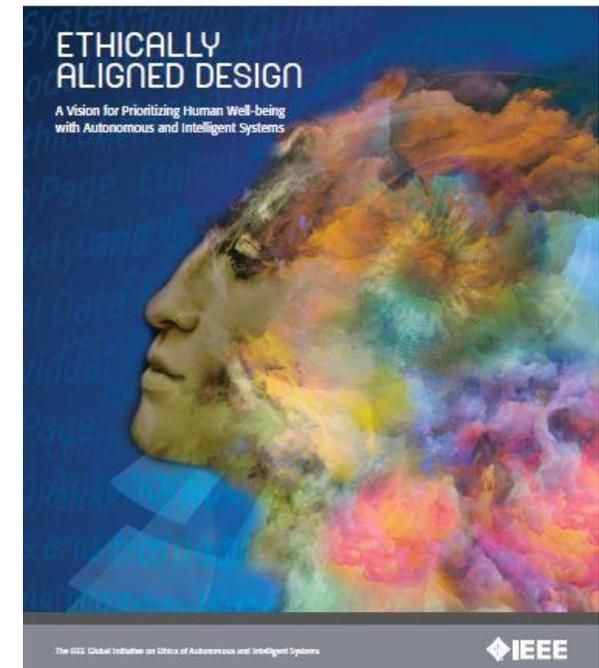
Quels sont les aspects **nouveaux** ?

- **discrimination entre situations**
- « appréciation de la situation »
- **prise en compte des incertitudes**
- programmation des lois de la guerre ?
- « contrôle humain significatif » (IEEE, Europe)

Et : campagnes des lobbies, arguments



Version 2 - For Public Discussion



Robots sexuels



Ces "robots sexuels" éprouvent des sentiments

Un chercheur espagnol a mis au point un "robot sexuel" doté d'une intelligence artificielle. à la silhouette féminine peuvent réaliser 50 positions sexuelles. Ils sont également capable et d'interagir avec leur propriétaire. Ils peuvent être personnalisés pour un montant entre 15.000 dollars. Les robots sexuels pourraient aider à réduire le nombre de crimes sexuels

Mise en ligne le 06/07/2017

The Telegraph

HOME | NEWS

News | Science

News > Science

Sex robots on way for elderly and lonely...but pleasure-bots have a dark side, warn experts



Sav

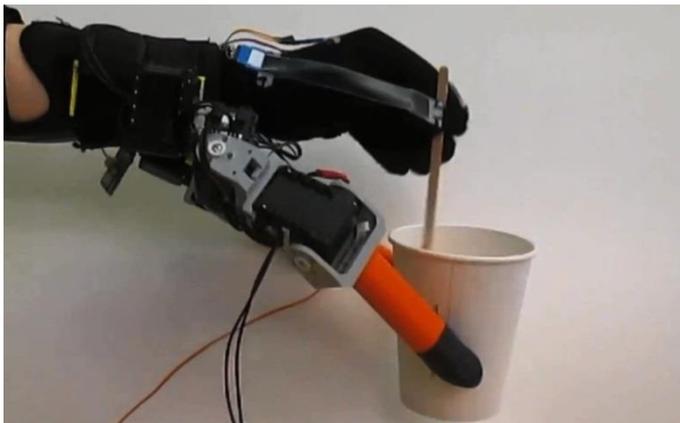


Gemma Chan plays a robot in Humans CREDIT: CHANNEL 4

Follow

By **Sarah Knapton**, SCIENCE EDITOR
5 JULY 2017 • 12:01AM

- Quelle **frontière** entre réparation et augmentation ?
- Quelle incidence de la réparation robotique sur l'acceptation et la prise en charge du handicap, de la différence, par la société ?
- **Discrimination sociale entre les personnes augmentées et celles qui ne le seraient pas ?**



7-finger-robot - MIT

<https://www.youtube.com/watch?v=FTJW5YSRZhw>



Bionic limbs

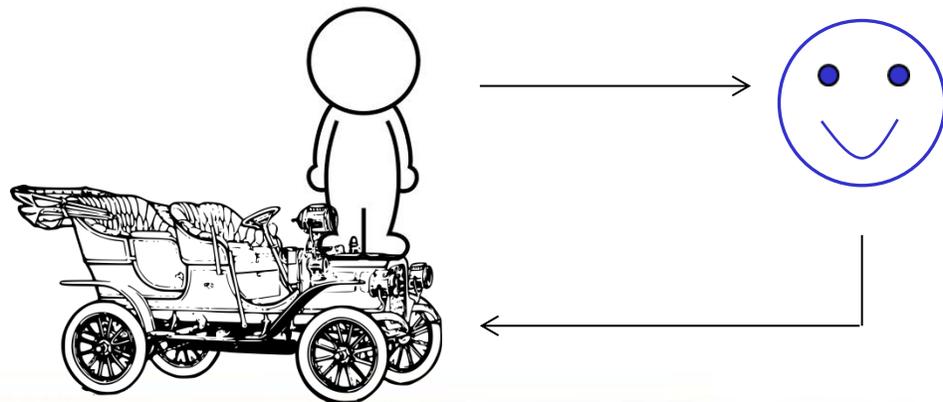
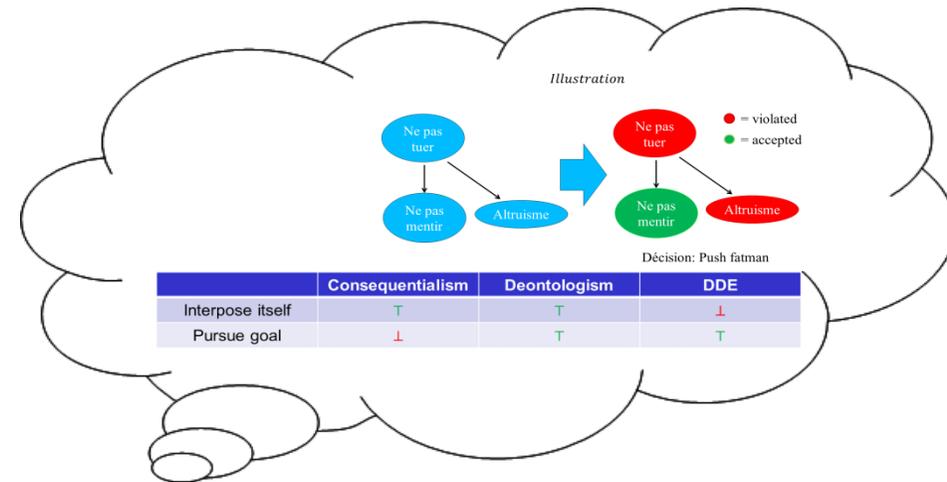
https://www.ted.com/talks/hugh_herr_the_new_bionics_that_let_us_run_climb_and_dance?language=fr

Conférer à un robot un comportement « éthique »

- Calcul de décisions relatives à des actions à effectuer pour satisfaire des buts (et des critères), à partir de connaissances et d'interprétations de données (perçues)

- ... ces connaissances comprenant des considérations relevant de l'éthique ou de l'axiologie

→ éléments de **jugement** des décisions calculées
→ éléments de **justification** de ce jugement à l'attention d'un opérateur / utilisateur



Dessin d'après V. Bonnemains
Bonhomme et voiture : images openclipart.org

Conférer à un robot un comportement « éthique » - Démarche, précautions

- Comment formaliser des notions éthiques ?
→ *concepts qui ne relèvent pas des « sciences dures »*
- Comment distinguer la part de subjectivité ?
→ *simplifications, biais, hypothèses non énoncées*
- Comment expliquer (automatiquement) le raisonnement qui mène à telle décision ?
- Accompagner d'une... réflexion éthique
→ intérêt des expériences de pensée

Conférer à un robot un comportement « éthique » - Outils

Situations de **dilemmes moraux** [Ogi11]

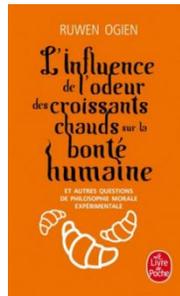
Cadres éthiques

- Conséquentialisme
- Déontologisme
- Éthique des vertus
- Doctrine du Double Effet

→ Quelle est l'action **juste** ?

Mais

- la « machine morale » n'existe pas
- Pas de *ethics by design*



[Ogi11] R. OGIEN – *L'influence de l'odeur des croissants chauds sur la bonté humaine – Et autres questions de philosophie morale expérimentale*. Grasset 2011

 *Éthique et Agents Autonomes* - Livre blanc du projet ANR-13-CORD-0006 EthicAA, juillet 2018 – [lien](#)

Le BE : étude d'un robot en situation de dilemme moral

Objectifs :

- Imaginer comment programmer le calcul de décision du robot
- Se confronter à une situation où il n'y a pas de « bonne » réponse
- Confronter ses valeurs morales à celle des autres
- Identifier les biais et éléments de subjectivité que l'on introduirait dans le calcul
- S'initier à la délibération éthique

Le BE : énoncé

Vous allez être confronté à une situation de dilemme moral mettant en jeu un robot, dont il s'agit d'anticiper les réponses possibles à cette situation.

À l'issue d'une réflexion individuelle sur cette situation, vous serez regroupé avec trois autres étudiants ayant reçu la même situation. Vous pratiquerez alors la délibération éthique (cf. le cours) pour construire les réponses possibles et l'argumentation correspondante :

1. Selon un cadre conséquentialiste (précisez lequel) (4 points)
2. Selon le cadre déontologique (4 points)
3. Selon la Doctrine du Double Effet (4 points)
4. Selon une hiérarchie de valeurs morales que vous préciserez (4 points)

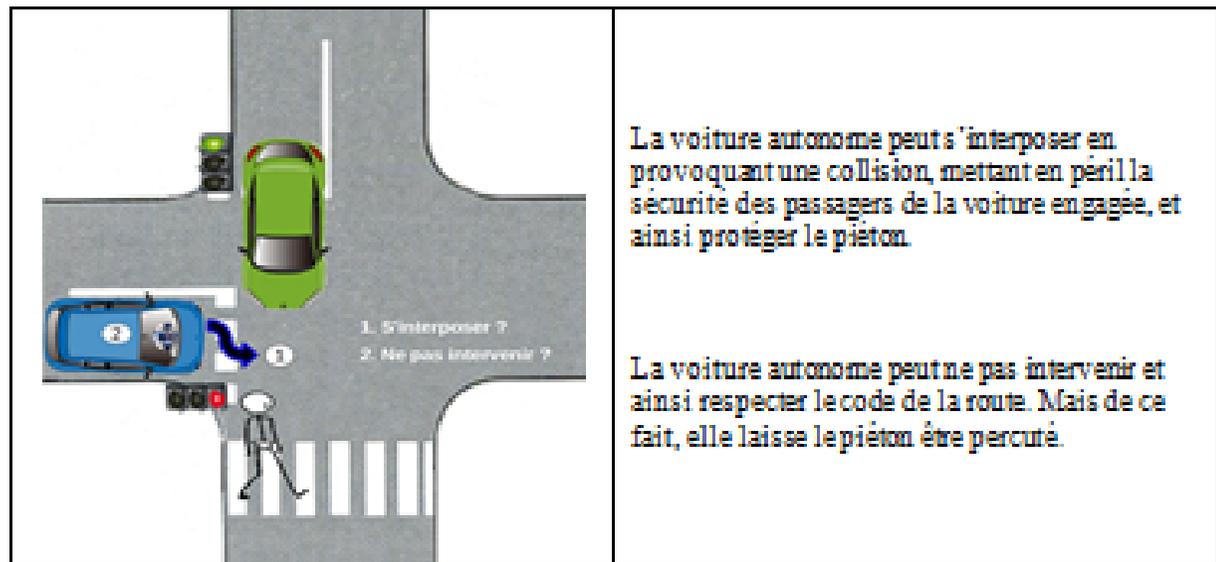
Pour chaque cadre étudié, vous indiquerez à l'issue de votre analyse quels éléments vous paraissent relever d'une certaine subjectivité.(4 points)

Le rapport (un rapport par groupe de quatre) sera remis en fin de séance ou bien au plus tard le nn à XX, en format pdf uniquement. La notation tiendra compte de la qualité du travail et de la rédaction et du respect de la date limite.

Situation 3

L'exemple ci-dessous est tiré de l'article : Vincent Bonnemains, Claire Saural, Catherine Tessier - *Machines autonomes "éthiques" : questions techniques et éthiques*. Revue française d'éthique appliquée (RFEA), n°5, 2018.

Une voiture autonome vide, en chemin pour aller chercher des passagers, est arrêtée à un croisement au feu rouge. Sur l'axe venant de gauche, une voiture passe à vitesse réglementaire au feu vert, lorsqu'une personne s'engage sur le passage piéton en face d'elle. Grâce au traitement des données issues de ses capteurs, la voiture autonome calcule que la voiture engagée va percuter le piéton.



Cours

- Grand intérêt : « ça change des cours habituels »
- Bonnes discussions – parfois vives – entre élèves
- Question des différences de cultures

BE

- Les groupes dont les élèves ont assisté au cours ont généralement des arguments correctement étayés
- Écueil du « moi je pense que... »
- Forte tentation de « mettre des nombres » (poids, probabilités...) ou d'utiliser des ordres totaux
- Inconfort (voire agressivité) vis-à-vis d'un problème qui n'a pas de « bonne » solution
- Difficulté à prendre du recul