



# ENSTA 2017 SEMINAIRE

11 DECEMBRE 2017 / BREST



# Evolutions et législations des USV

ENSTA 2017 – BREST

# Unmanned Ground Vehicles

- Equipements domestiques



Aspirateurs

Outils autonomes

Robots de surveillance

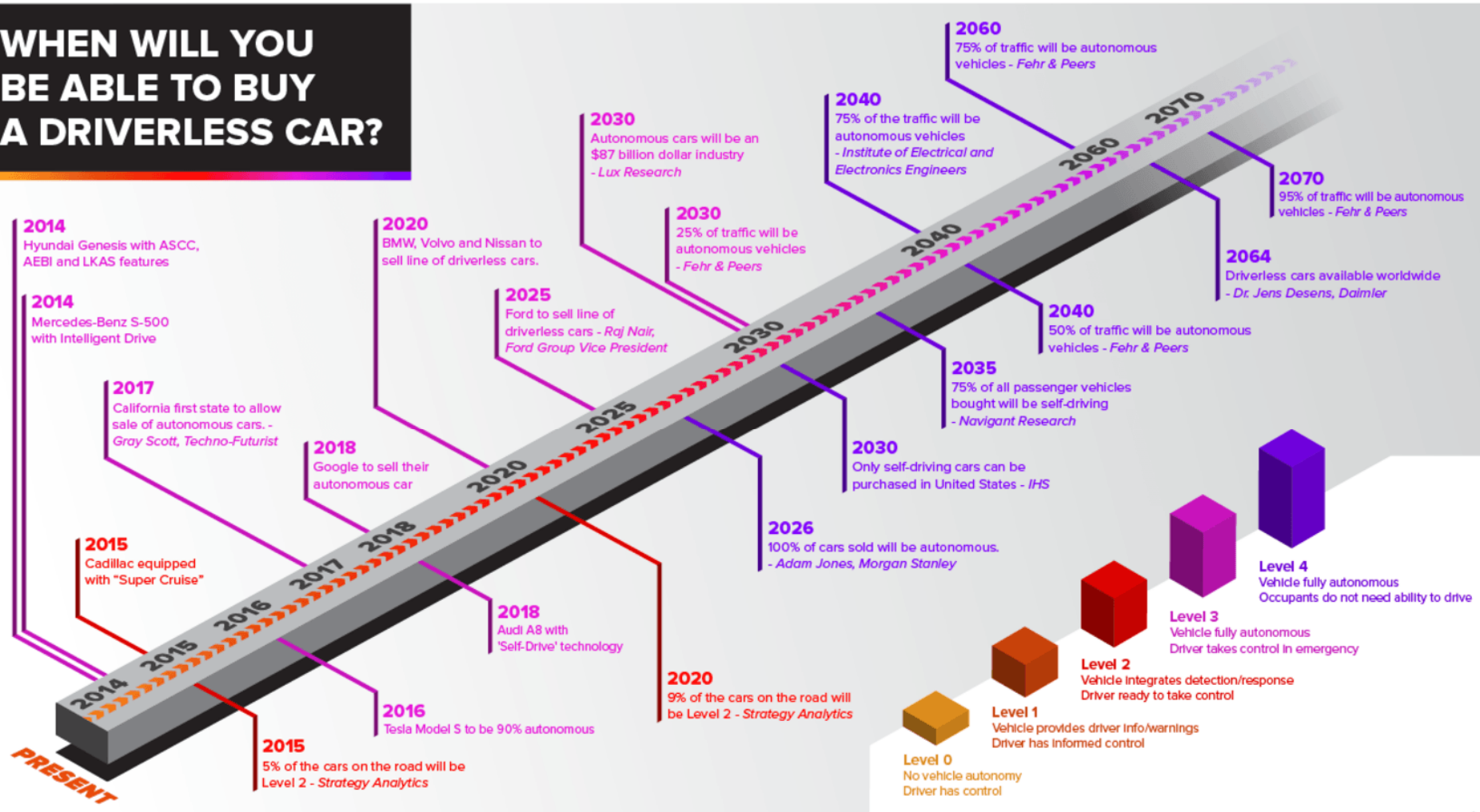


Voitures autonomes



# Unmanned Ground Vehicles

## WHEN WILL YOU BE ABLE TO BUY A DRIVERLESS CAR?



# Unmanned Ground Vehicles

- Equipements industriels et agricoles



Construction  
(classique ou 3D)

Matériel de terrassement / agricole

Chariots filo-guidés

Robot d'alimentation

Robots de nettoyage

# Unmanned Ground Vehicles

- Equipements militaires



Soldat de la fin du XXI<sup>ème</sup> ?



Matériel du génie

Transport de matériel

Robots de déminage



Mk II Mobile Ground Sensor

Complete system less than 30 lb

# Unmanned Ground Vehicles

- à retenir
  - La plupart de nos activités sont et seront impactées,
  - Des secteurs de l'économie en mutation profonde,
  - 5 niveaux d'autonomie ont été identifiés pour la voiture sans chauffeur,
  - Les voitures autonomes sont attendues dès 2020,
  - La majorité des déplacements se fera sans conducteur dans la seconde moitié du siècle,



Vide juridique et législatif pour appréhender et anticiper l'avenir. Gros enjeux économiques



# Unmanned Aerial Vehicles

- Equipements civils



Surveillance (thermique, infrarouge, photogrammétrie, ...)

Audiovisuel (vidéo 4k / photo 24 Mp)

# Unmanned Aerial Vehicles

- Equipements civils



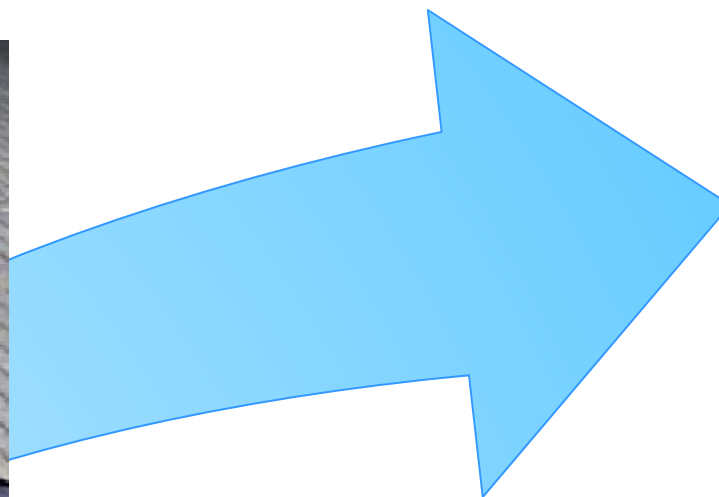
Epandage, pulvérisation, ...

Surveillance (thermique, infrarouge, photogrammétrie, ...)

Audiovisuel (vidéo 4k / photo 24 Mp)

# Unmanned Aerial Vehicles

- Equipements civils



Livraisons diverses

Epandage, pulvérisation, ...

Surveillance (thermique, infrarouge, photogrammétrie, ...)

Audiovisuel (vidéo 4k / photo 24 Mp)

# Unmanned Aerial Vehicles

- Equipements civils



Livraisons diverses

Epandage, pulvérisation, ...

Surveillance (thermique, infrarouge, photogrammétrie, ...)

Audiovisuel (vidéo 4k / photo 24 Mp)

# Unmanned Aerial Vehicles

## Dubai 2018

EHANG184  
Specification



# Unmanned Aerial Vehicles

- Equipements militaires



# Unmanned Aerial Vehicles

- Equipements militaires

L : 14 m  
 m : 15 t  
 vol 37 h  
 vitesse 650 km/h  
 distance 23000 km

> 50 ex. / 20000 missions / 250 M\$



# Unmanned Aerial Vehicles

- à retenir
  - **Marché français en plein essor** (croissance de 1300%, 5000 exploitants/opérateurs, 200k drones en service, 40 constructeurs, plusieurs 10k emplois d'ici 2025, ...),
  - **Nouvelle bulle économique après internet,**
  - **Réglementation française pionnière** (3 sect, 2 cat, 4 scén),
  - **Le drone aérien est un aéronef** (convention de Chicago - 1944),



De nombreux enjeux sociétaux et le dynamisme du marché très en avance sur le cadre législatif



# Unmanned Marine Vehicles

- Conventions de l'OMI

- Load Lines (LL 1966),
- Regulation for Preventing Collision at Sea (COLREG 1972),
- Safety of Life at Sea (SOLAS 1974),
- Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW 1978),
- Prevention of Pollution at Sea (MARPOL 73/78),
- Removal of Wrecks (WRC 2007),
- ..... *une trentaine de conventions au total*



Pour modifier une convention, obligation d'obtenir l'adhésion des signataires sur un amendement !

# Unmanned Marine Vehicles

- Notions de 'navire'

- ✗ - Longueur  $\geq$  24 mètres (LL 1966),
- ✓ - Tout engin ou tout appareil ... utilisés ou susceptible d'être utilisés comme moyen de transport ... (COLREG R3),
- ✗ - Navires autorisés à battre pavillon ... (SOLAS 1974),
- ✗ - Tout engin ... armé et équipé ... (STCW 1978),
- ✓ - Bâtiment de mer ... et englobe les engins submersibles et flottants. (MARPOL 1973),
- ✓ - Bâtiment de mer, ..., engin ou toute structure capable de naviguer. (ASSISTANCE 1989),

# Unmanned Marine Vehicles

- Notions de 'navire'

- Les critères de dimensions, de propulsion et de flottabilité sont indifférents à la notion de navire,
- Le navire est un bâtiment apte à affronter les périls de mer et affecté à la navigation maritime,
- Les embarcations qui n'ont pas fait l'objet d'une approbation sont à considérer comme des engins de plage (RF 23/11/87),
- Contrairement à certaines législations, le droit maritime français concerne à la fois le navire et les autres bâtiments de mer, c'est-à-dire certains engins non définis,

# Unmanned Marine Vehicles

- Evolution du cadre international
  - La GB (MSC 95/20) relayée par 8 pays (MSC 98/20/2) a proposé d'étudier la manière dont l'exploitation sûre, sans danger et écologiquement rationnelle des navires de surface autonomes pouvait être intégrée dans les instruments de l'OMI.
  - OMI a rejeté l'intégration des navires sous-marins à ces travaux.
  - Chaque état membre doit faire remonter ses besoins.
  - Ce travail doit préparer la prochaine réunion (MSC 99).

# Unmanned Marine Vehicles

- Evolution du cadre national

- Notion de drone maritime abordé par la loi sur l'économie bleue (2016-816); instaure 2 nouveautés :

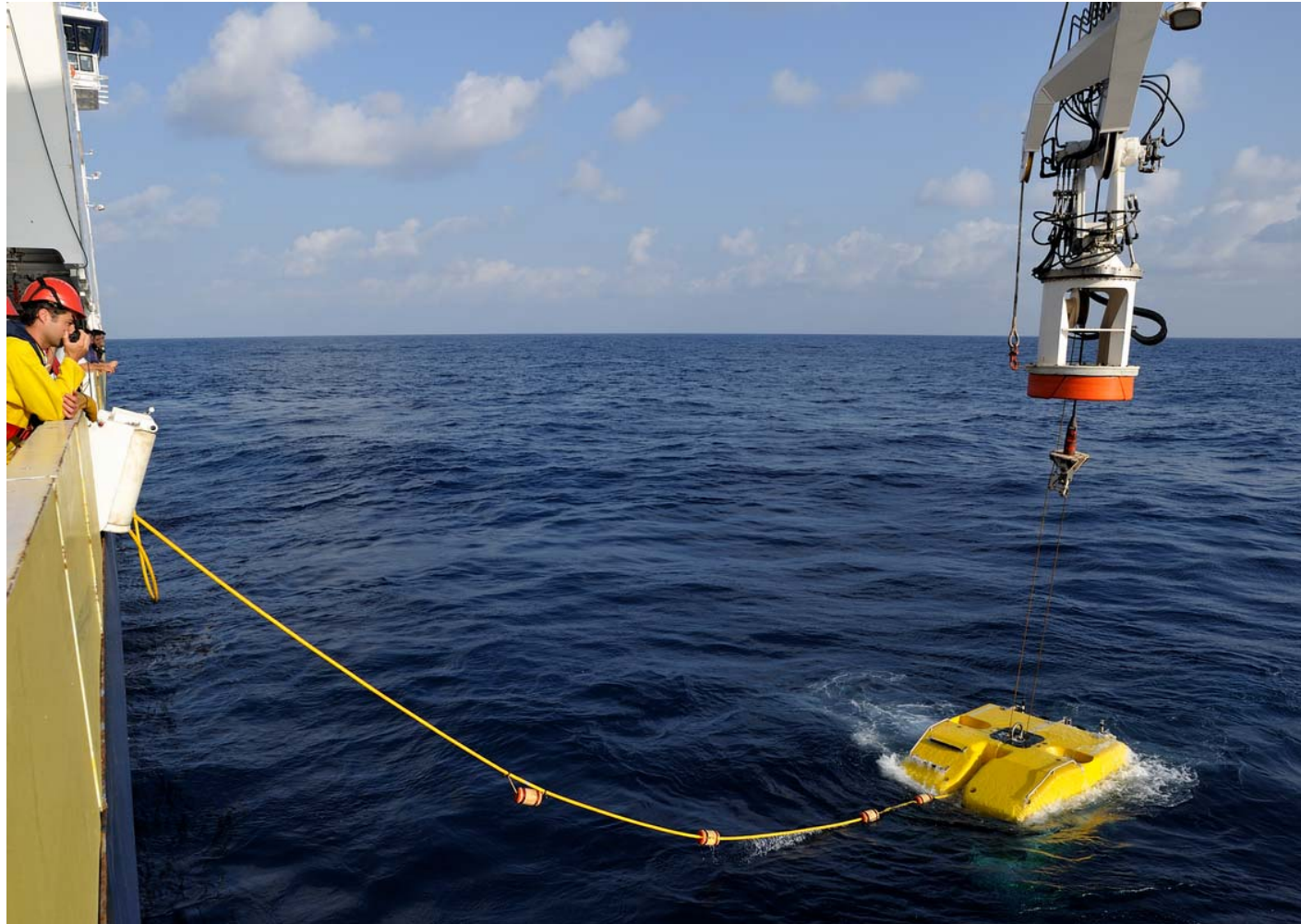
## Obligation d'identification du drone

- ✓ **L. 5111-1** du code des transports prévoit l'obligation de porter des marques extérieures d'identification sur un drone maritime commandé à partir d'un navire.
- ✓ **L. 5111-4** du code des transports précise que les engins de surface ou sous-marins ... portent les lettres DRN suivies du nom et du port d'immatriculation du navire à partir duquel ils sont commandés.

## Limite de responsabilité

- ✓ **L. 5121-3** du code des transports précise que les dommages causés par un objet flottant ... sont réputés être en relation directe avec la navigation ou l'utilisation du navire si l'engin a été embarqué ou remorqué par celui-ci.

# Unmanned Marine Vehicles



Mise à l'eau du ROV Victor sur NO *Pourquoi pas ?*

# Unmanned Marine Vehicles



Mise à l'eau d'une station de fond sur NO *Thalia*

# Unmanned Marine Vehicles



Mise à l'eau d'un profileur sur NO *Pourquoi pas ?*



# Unmanned Marine Vehicles



Spécificités / Objectifs  
Prélèvements et/ou de la mesure en surface  
ou dans la colonne d'eau

# Unmanned Marine Vehicles



## Voir aussi

CT2MC (Spyboat)

[www.spyboat-technologies.com](http://www.spyboat-technologies.com)

R&DRONE (Droneo)

[www.robotics-industry.com](http://www.robotics-industry.com)

SEAWAYS (Ulysse)

[www.texysmarine.com](http://www.texysmarine.com)

SUBSEA TECH (Surveyor)

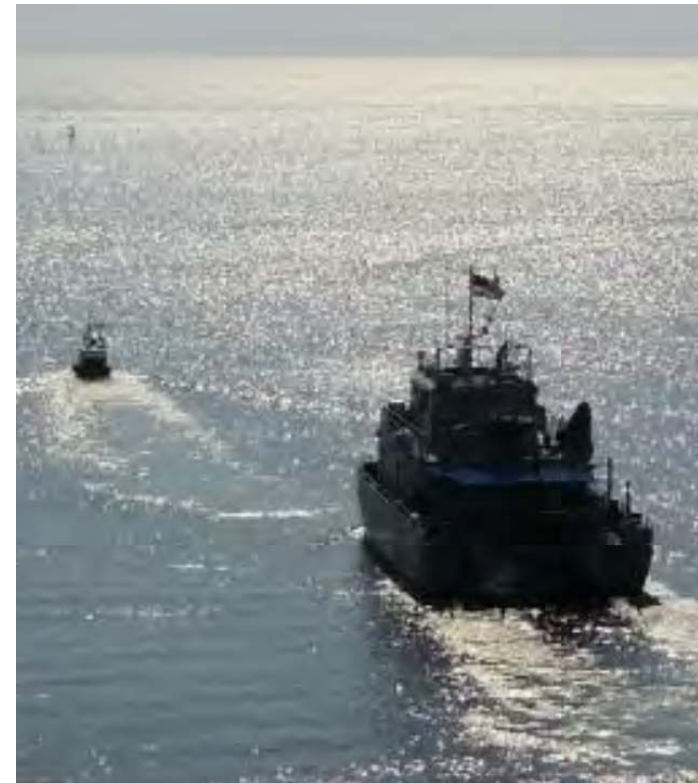
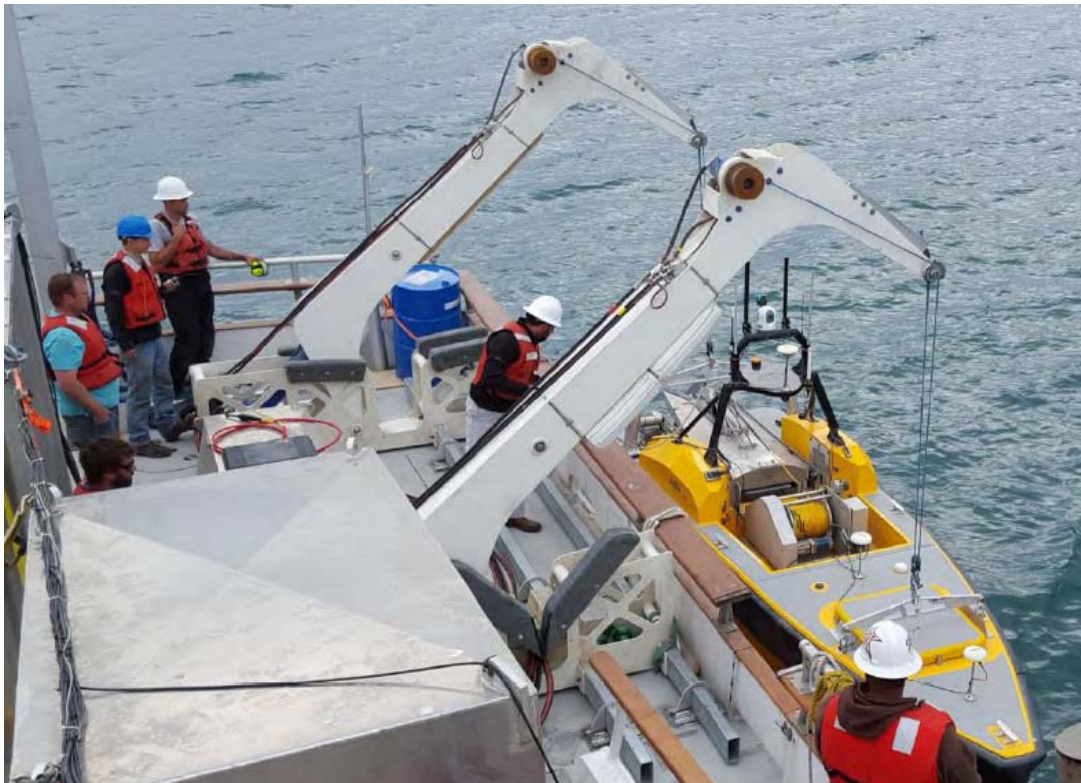
[www.subsea-tech.com](http://www.subsea-tech.com)

SEAPROVEN (Speed Rescue)

[www.seaproven.com](http://www.seaproven.com)

# Unmanned Marine Vehicles

- Le contexte national
  - Les UMV mis à l'eau à partir d'un navire sont sous la responsabilité de leur navire porteur



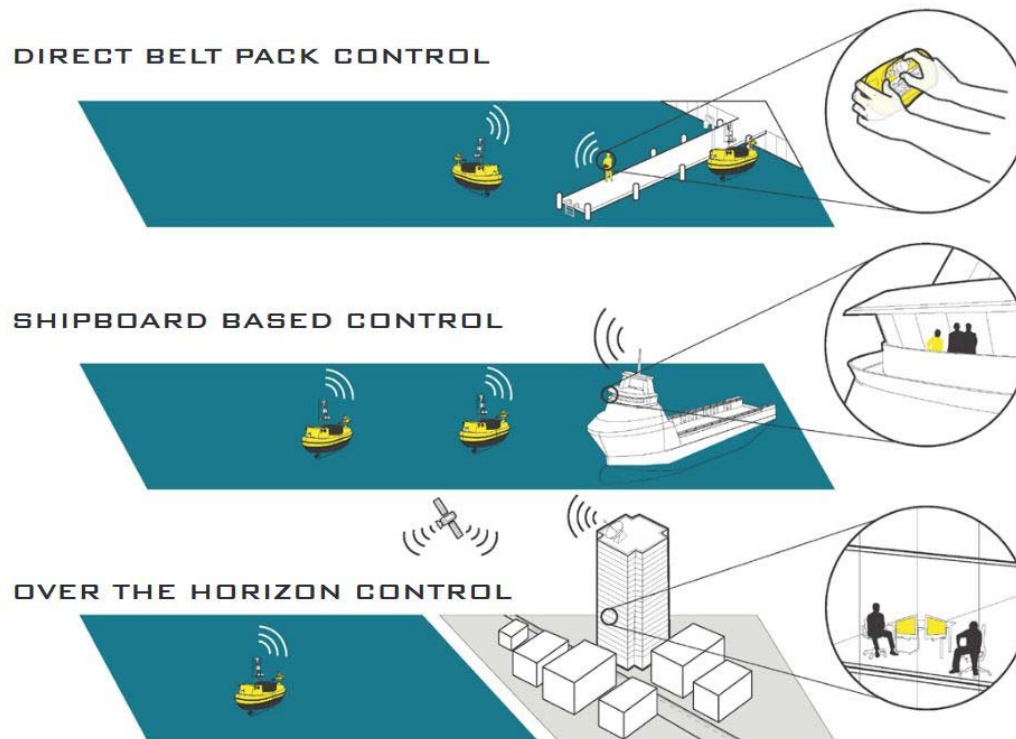
# Unmanned Marine Vehicles

- Le contexte national

- Les UMV qui naviguent dans les eaux territoriales doivent respecter les réglementations locales et internationales,
- Les UMV mis à l'eau à partir d'un navire sont sous la responsabilité de leur navire porteur,
- Les UMV mis à l'eau à partir de la côte ne disposent d'aucun cadre réglementaire,
  
- Et demain ... quid des UMV à fort déplacement ?

# Unmanned Marine Vehicles

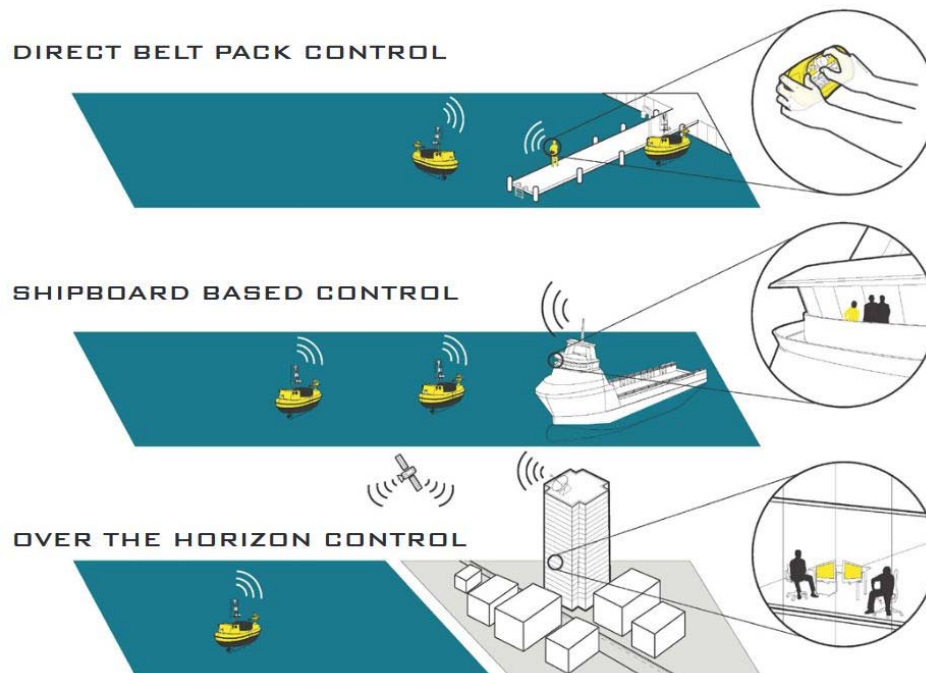
- Niveaux d'autonomie



- Commandé à distance par un opérateur qui a une vision directe sur l'environnement du drone,
- Commandé à distance par un opérateur terrestre qui dispose de tout l'environnement du drone,
- Complètement autonome et programmé pour aller d'un point A à un point B,

# Unmanned Marine Vehicles

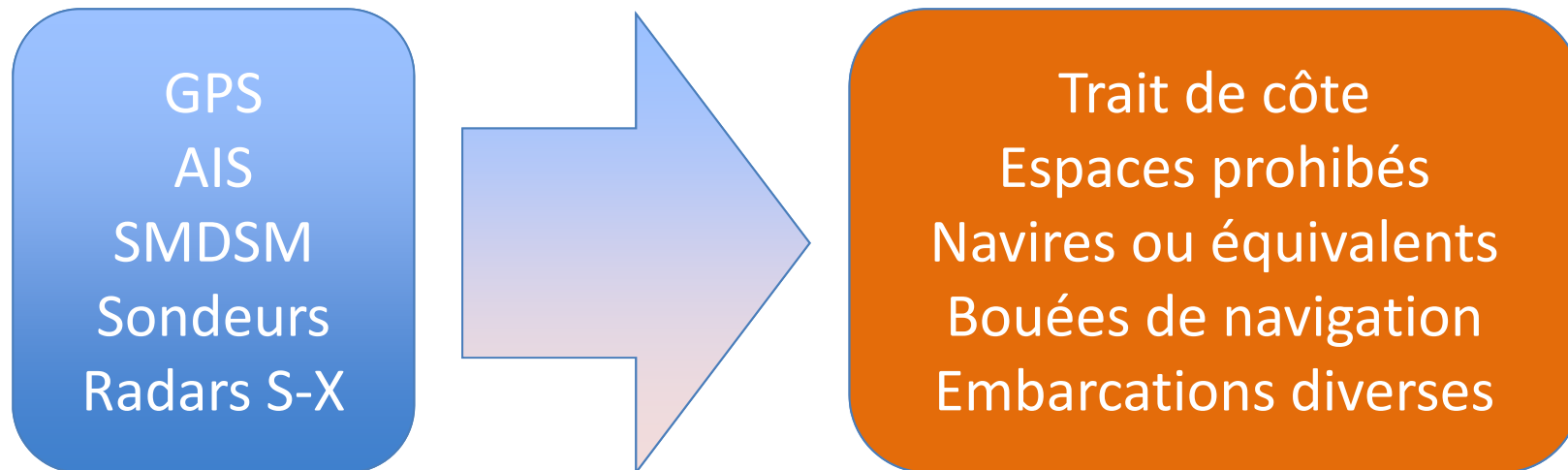
- Niveaux d'autonomie
- De 3 à 11 niveaux



	reference metrics summaries			ALFUS Levels
reference levels:	MC	EC	HI	User-defined levels using metrics summaries to the left
10	highest adaptation, decision space, team of teams collaborative missions; fully real-time planning; omniscient, highest level fidelity SA; human level performance	lowest solution/possibility ratio; lowest margin for error, understandability; highest level of dynamics, variation, risks, uncertainty, mechanical constraints*	performing on its own and approaching zero human interaction, negotiating with appropriate individuals	
9	high adaptation, decision space, team collaborative missions/tasks; high real-time planning; strategic level, high fidelity SA	low solution/possibility ratio, understandability highly dynamic, complex, adversarial high risks, uncertainty, constraints*	UMS informs humans; human provides strategic goals, interacting time between 6 % and 35 %;	
8				
7				
6	limited adaptation, decision space, vehicle tasking; limited real-time planning; tactical level, mid fidelity SA	mid solution/possibility ratio, understandability dynamic, simple mid risks, uncertainty, constraints*	human approves decisions, provides tactical goals, interacting time between 36 % and 65 %	
5				
4				
3	subsystem tasks/skills; internal, low fidelity SA	high solution/possibility ratio, understandability static, simple low risks, uncertainty, constraints*	human decides, provides waypoints, interacting time between 66 % & 95 %	
2				
1				
0	simplest, binary tasks	static, simple	remote control	

# Unmanned Marine Vehicles

- Capteurs associés
  - Matériel de navigation réglementaire

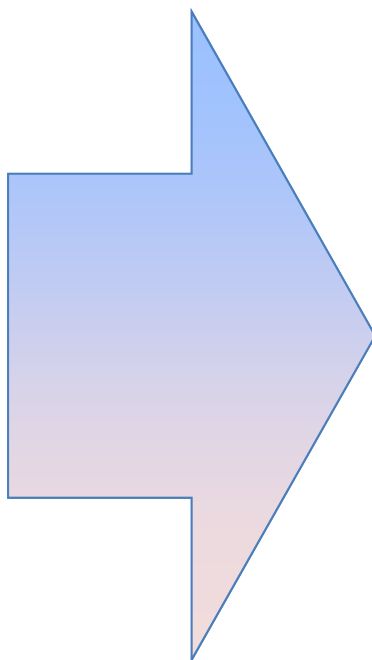


# Unmanned Marine Vehicles

- Capteurs associés

- Scruter / Détecter / Identifier / Décider / Actionner / Vérifier

GPS  
 AIS  
 SMDSM  
 Sondeurs  
 Radars S-X  
 Radars K-W  
 Caméras HD  
 Caméras IR  
 Lidar  
 IMU  
 ...



Trait de côte  
 Espaces prohibés  
 Navires ou équivalents  
 Bouées de navigation  
 Embarcations  
 Engins de pêche  
 Engins de plage  
 Mammifères  
 Nageurs  
 Epaves  
 ...



# ASV - Unmanned Marine Systems

## Commercial and Scientific ASVs



**C-Stat 2**  
2 built



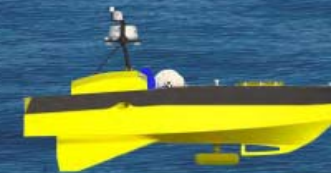
**C-Cat 2**  
1 built



**C-Enduro**  
3 built



**C-Worker 4**  
1 built



**C-Worker 5**  
4 built



**C-Worker 6**  
2 built  
1 in build



**C-Worker 7**  
2 in build

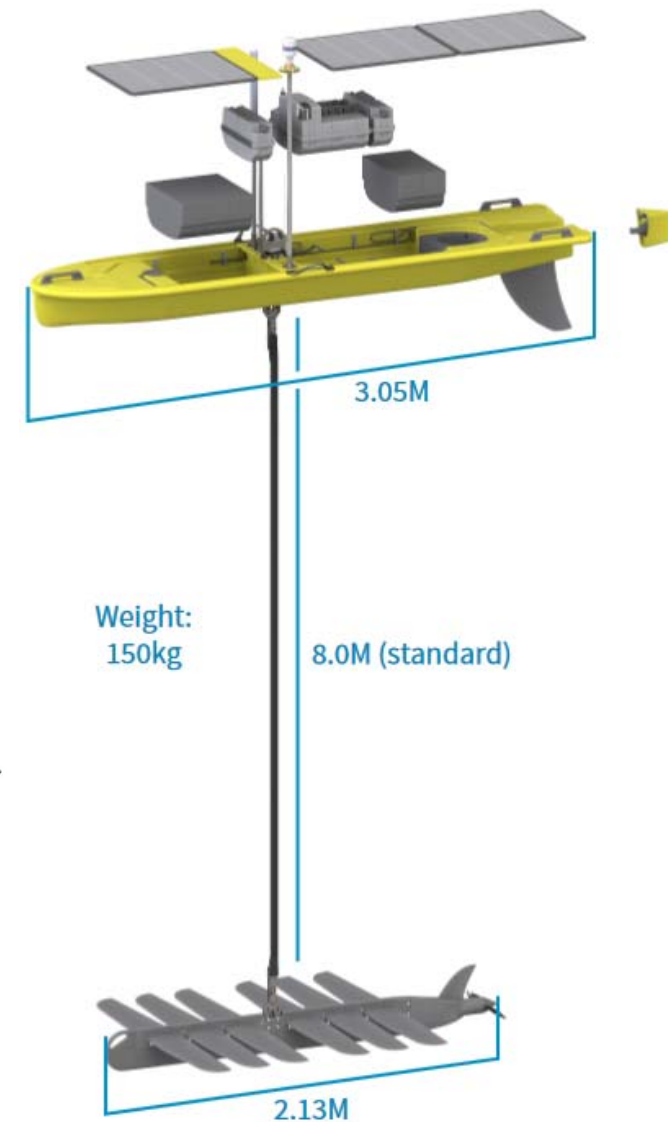


**SeaWorker**  
6 in build

[www.asvglobal.com](http://www.asvglobal.com)

# Liquid Robotics – Wave Glider

- 9380 mn en 1 mission
- ≈ 33000 jours de mer
- ≈ 65 x le tour du globe
- ≈ 350 unités en service
- SV3 260 k€



# Unmanned Marine Vehicles

- Contexte international
  - En droit GB (Merchant Ship Act) le drone marin est un navire,
  - Certains pays ont institué des espaces réservés aux drones (Fjords norvégiens, FAU Dania Beach, Solent, ...),
  - Des sociétés de classification (LR, DNV, ...) ont émis des guides et/ou directives,
  - Des industriels proposent des codes de bonne conduite,
  - Pour moins de 100 k€ des adaptations sont proposées
  - ...

# Unmanned Marine Vehicles

- Contexte international
  - Projet Multi-Maritime : Ferry entre Anda et Lote (2 km)



# Unmanned Marine Vehicles

- Contexte international
  - Modification en profondeur du contexte maritime
  - Evolutions majeures des différentes conventions



# Unmanned Marine Vehicles

- Contexte international
  - Modification en profondeur du contexte maritime



# Unmanned Marine Vehicles



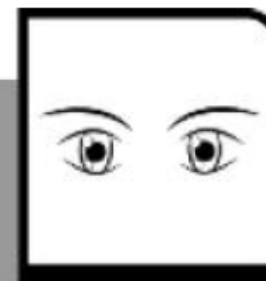
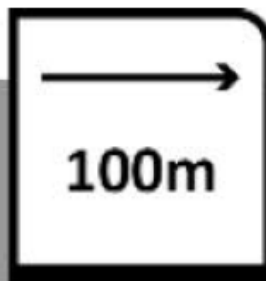
Background Image: Rolls-Royce Holdings  
© RicardoAitken.com

# Quelques questions ?

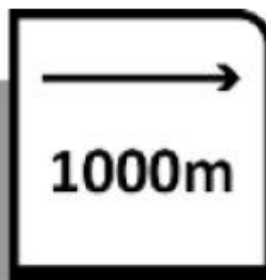
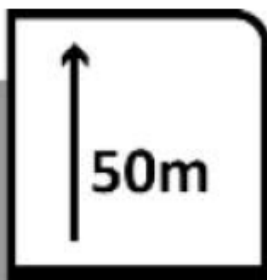
- Le drone peut-il se voir conférer la qualification de navire ?
- Les opérateurs à terre pourront-ils être qualifiés de marins ?
- Comment implémenter le sens marin à une machine ?
- Caméras et autres capteurs peuvent-ils remplacer la veille visuelle et auditive ?
- Des UMV peuvent-ils être considérés 'en vue l'un de l'autre' si personne n'est à bord ?
- Que devient le concept d'assistance en mer avec des UMV ?



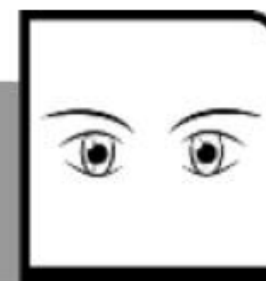
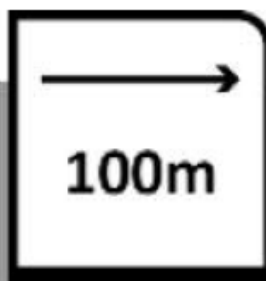
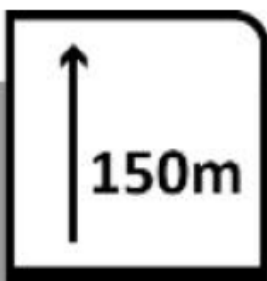
S1



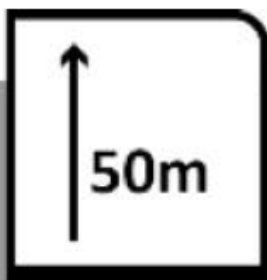
S2



S3



S4



Altitude

Distance

Poids

Campagne

FPV

## DoD Four Levels of Autonomy

Level	Name	Description
1	Human Operated	<b>A human operator makes all decisions.</b> The system has no autonomous control of its environment although it may have information-only responses to sensed data.
2	Human Delegated	<b>The vehicle can perform many functions independently of human control when delegated to do so.</b> This level encompasses automatic controls, engine controls, and other low-level automation that must be activated or deactivated by human input and must act in mutual exclusion of human operation.
3	Human Supervised	<b>The system can perform a wide variety of activities when given top-level permissions or direction by a human.</b> Both the human and the system can initiate behaviors based on sensed data, but the system can do so only if within the scope of its currently directed tasks.
4	Fully Autonomous	<b>The system receives goals from humans and translates them into tasks to be performed without human interaction.</b> A human could still enter the loop in an emergency or change the goals, although in practice there may be significant time delays before human intervention occurs.

### (Method 5) Autonomous

The UMV will sense environment, define actions, decide and act. On-board system invokes functions without informing the operator.

### (Method 4) Monitored

Alternative description: Reportive (UMV reports action). On-board system invokes functions without waiting for (or expecting) a reaction from the operator.

### (Method 3) Delegated

Alternative description: Declarational (UMV declares intention) or Management by Exception. Authority to invoke functions is transferred to on-board system. The operator has the option to object (veto) intentions declared by the UMV during a certain time.

### (Method 2) Directed

Alternative description: Permissive (UMV suggests/asks for permission) or Management by Consent. UMV has degree of on-board cognitive capability and suggest one or several actions. The authority to make decisions is with the operator.

### (Method 1) Operated

Alternative description: Remote control, Tele-operation or Manual Operation. Cognitive functionality is within the human operator. The operator makes all decisions, directs and controls all vehicle and mission functions.

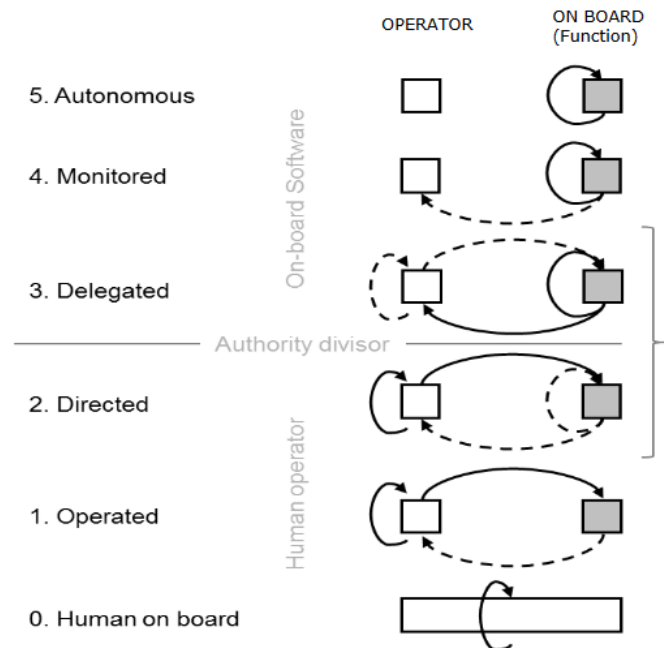
#### DIRECT BELT PACK CONTROL



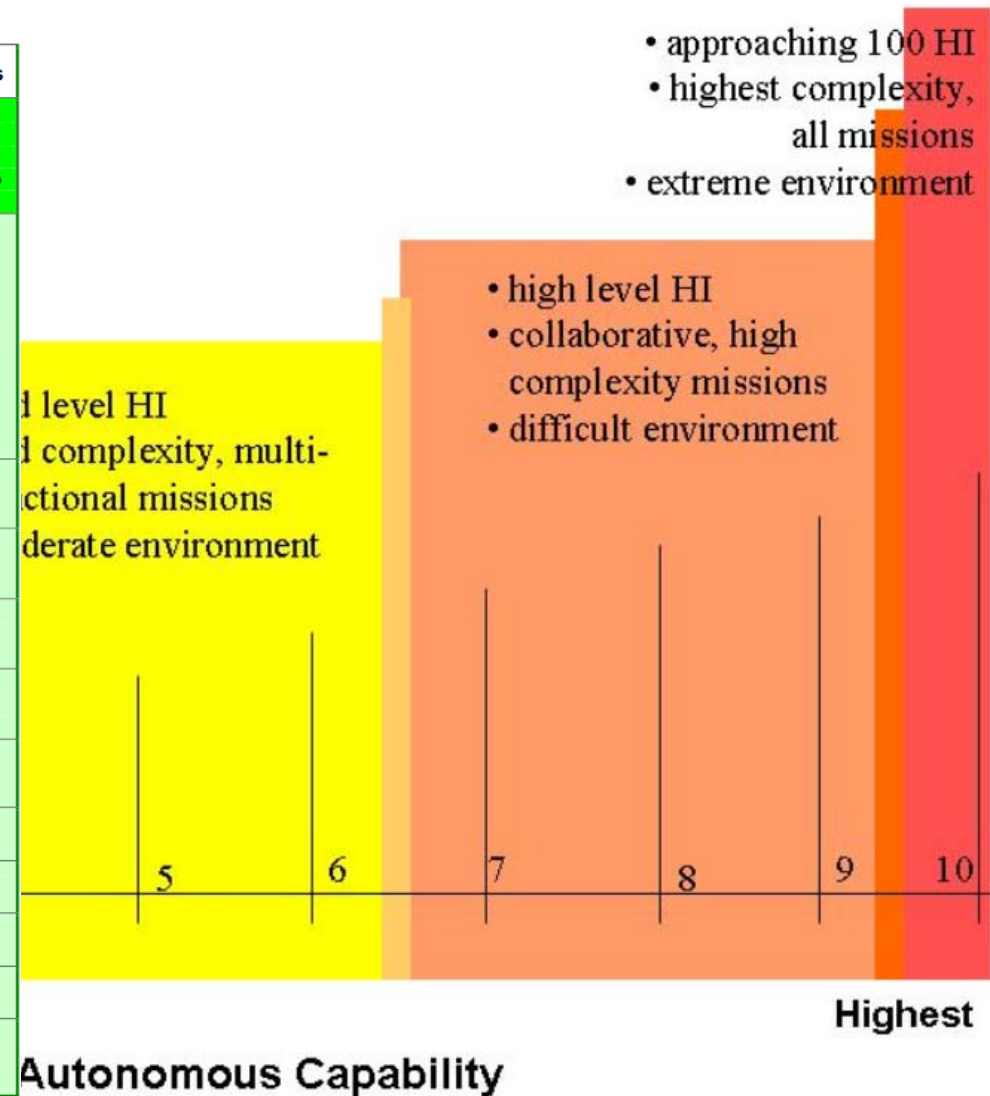
#### SHIPBOARD BASED CONTROL



#### OVER THE HORIZON CONTROL



reference levels:	reference metrics summaries			ALFUS Levels
	MC	EC	HI	User-defined levels using metrics summaries to the left
10	highest adaptation, decision space, team of teams collaborative missions; fully real-time planning; omniscient, highest level fidelity SA; human level performance	lowest solution/possibility ratio; lowest margin for error; understandability; highest level of dynamics, variation, risks, uncertainty, mechanical constraints*	performing on its own and approaching zero human interaction, negotiating with appropriate individuals	
9	high adaptation, decision space, team collaborative missions/tasks; high real-time planning; strategic level, high fidelity SA	low solution/possibility ratio, understandability highly dynamic, complex, adversarial high risks, uncertainty, constraints*	UMS informs humans; human provides strategic goals, interacting time between 6 % and 35 %;	
8				
7				
6	limited adaptation, decision space, vehicle tasking; limited real-time planning; tactical level, mid fidelity SA	mid solution/possibility ratio, understandability dynamic, simple mid risks, uncertainty, constraints*	human approves decisions, provides tactical goals, interacting time between 36 % and 65 %	
5				
4				
3	subsystem tasks/skills; internal, low fidelity SA	high solution/possibility ratio, understandability static, simple low risks, uncertainty, constraints*	human decides, provides waypoints, interacting time between 66 % & 95 %	
2				
1				
0	simplest, binary tasks	static, simple	remote control	



# Unmanned Marine Vehicles

- Sheridan's scale

Level	Description
10	The computer does everything autonomously, ignores human
9	The computer informs human only if it (the computer) decides so
8	The computer informs human only if asked
7	The computer executes automatically, when necessary informing human
6	The computer allows human a restricted time to veto before automatic execution
5	The computer executes the suggested action if human approves
4	Computer suggests single alternative
3	Computer narrows alternatives down to a few
2	The computer offers a complete set of decision alternatives
1	The computer offers no assistance, human in charge of all decisions and actions