

Hydrogène / Application Marine

Pascal LE QUÉAU
Recherche & Développement / Bureau d'approbation Paris

28 Mars 2012



Move Forward with Confidence*

**Avançons en confiance*

Contexte : Réglementation Maritime en termes d'émission NOx et SO2



► Réglementation pour les émissions d'Oxydes de Souffre SO2:

Regulations	Sulphur Content			
	2010	2012	2015	2020
IMO - Global	4.5%	3.5%		0.5% (*)
IMO - ECA	1.5%	1.0% (since 01.07.2010)		0.1%
EU ports	0.1%			
California (< 24 nm)	1.5% (MGO) 0.5% (MDO)	0.1%		

(*) Subject to 2018 feasibility study

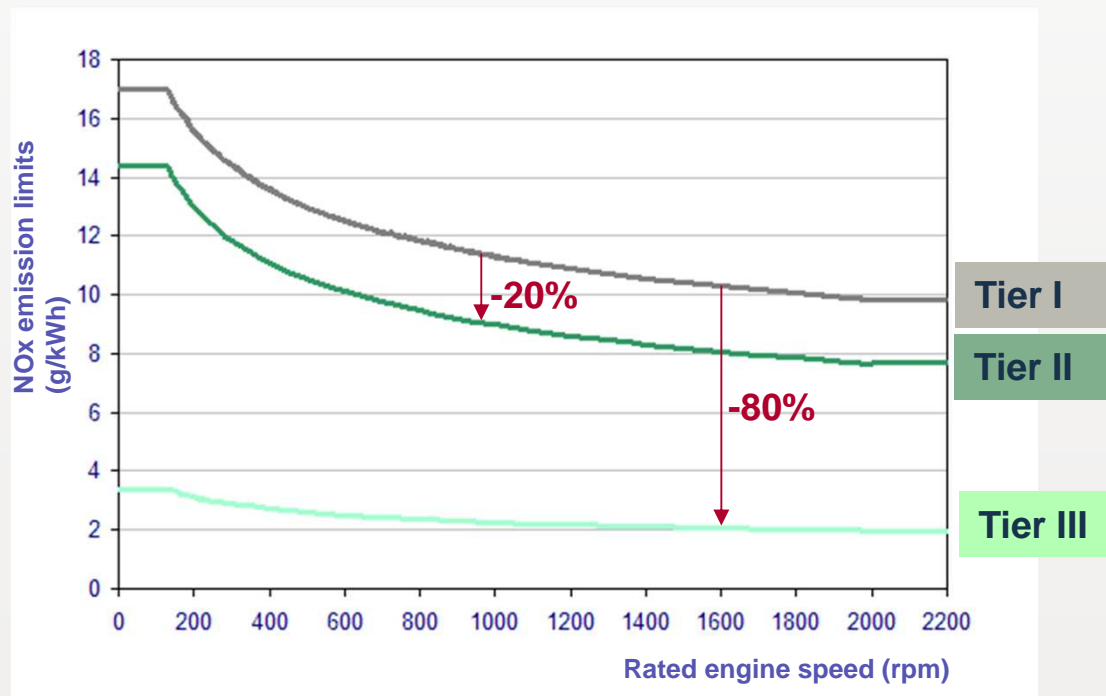


ECA : Emission Control Area

Contexte : Réglementation Maritime en termes d'émission NOx et SO2

► Réglementation pour les émissions d'Oxydes d'Azote NOx:

Regulations	NOx emissions		
	2010	2011	2016
IMO – outside ECA	Tier I	Tier II	
IMO - ECA	Tier I	Tier II	Tier III





APPLICATIONS MARINE

Applications Marine

- ▶ **Source de Secours et Transitoire**
- ▶ **Alimentation bord (navire à quai, à l'ancre)**
- ▶ **Auxiliaires**
- ▶ **Puissance Propulsive (Petits navires, drones sous-marins, transbordeurs...)**

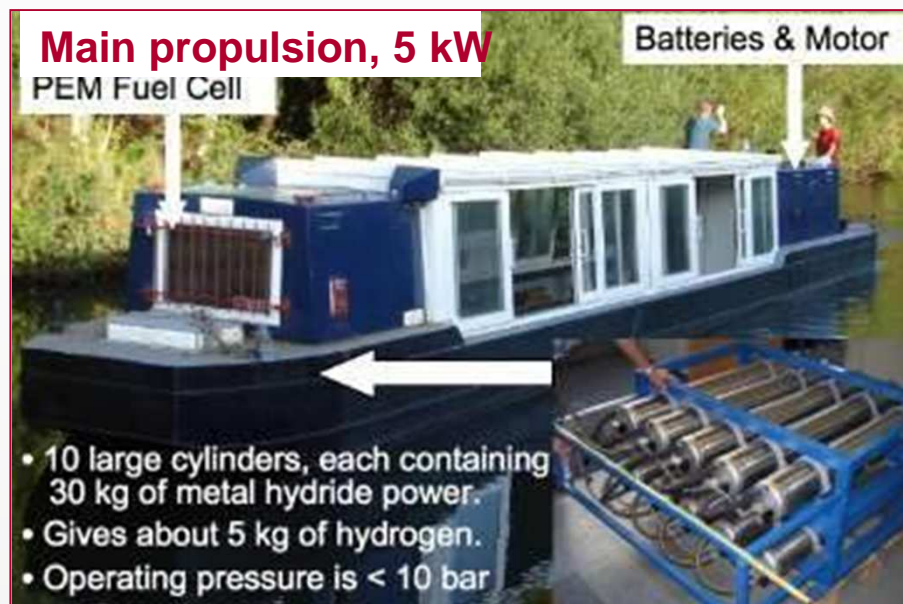


- ▶ **Essentiellement des Projets en recherche et développement dans le domaine**
- ▶ **La plupart des installations sont expérimentales**
- ▶ **Quelques installations industrielles**
- ▶ **Bureau Veritas participe à plusieurs développements de prototype**
- ▶ **Bureau Veritas a rédigé une note de recommandations et propose un certificat de conformité.**

Applications Marine / Mise en œuvre expérimentale

► Quelques projets R&D en cours d'expérimentation

APU: SOFC, 20 kW_e, methanol



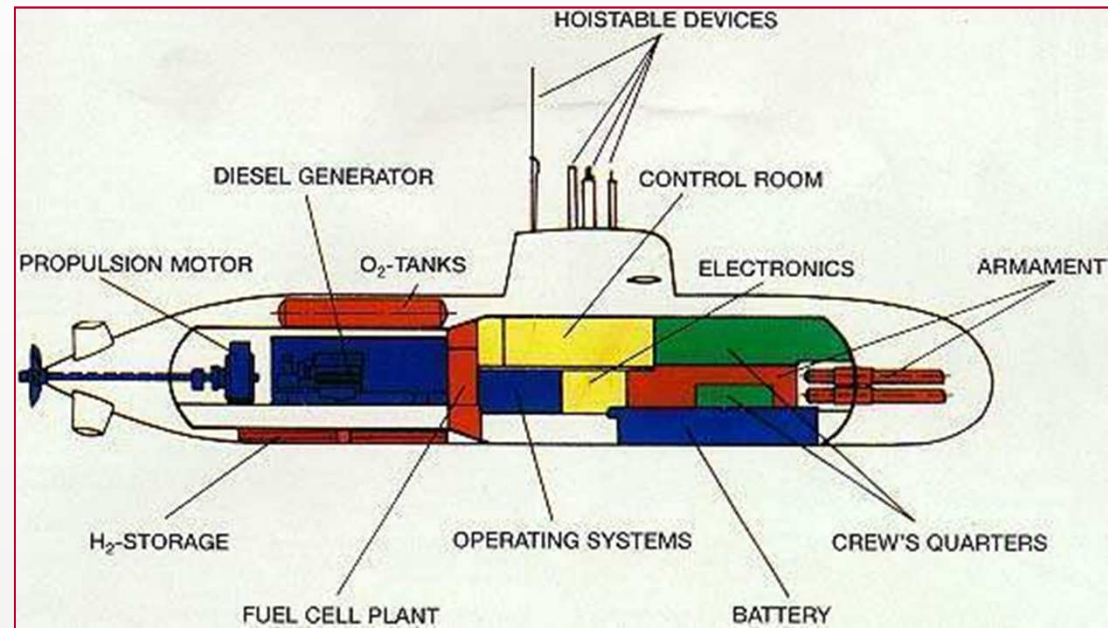
APU: PEMFC, 10 kW, CGH2



APU: MCFC, 500 kW_e, DO reforming

APU : Auxliary Power Unit

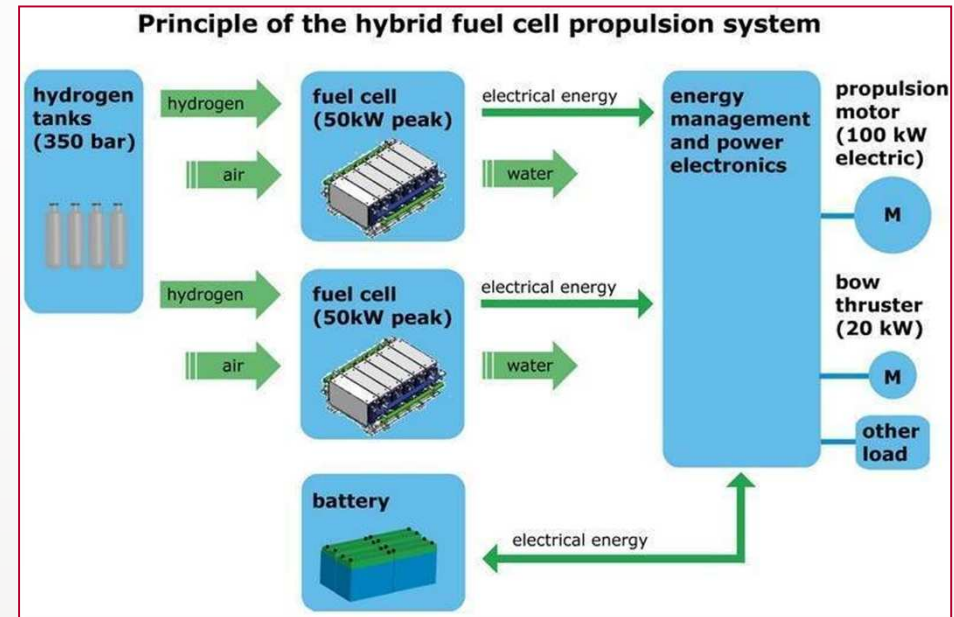
Applications Marine/ Installations Industrielles



- ▶ German U212/214 submarines
- ▶ AIP primary power, PEMFC, 2x120 kW
- ▶ Metal Hydride H₂ storage
- ▶ Liquid O₂ storage

Applications Marine/ Installations Industrielles

- ▶ Zemship (Alster Lake, Hamburg)
- ▶ L=25 m, 100 pax
- ▶ Primary power, hybrid PEMFC, 2x50 kW + battery
- ▶ 350 bars CGH2



Applications Marine/ Installations Industrielles



Propulsion: 1 electrical stern thruster of 75 kW
1 electrical bow thruster of 11 kW

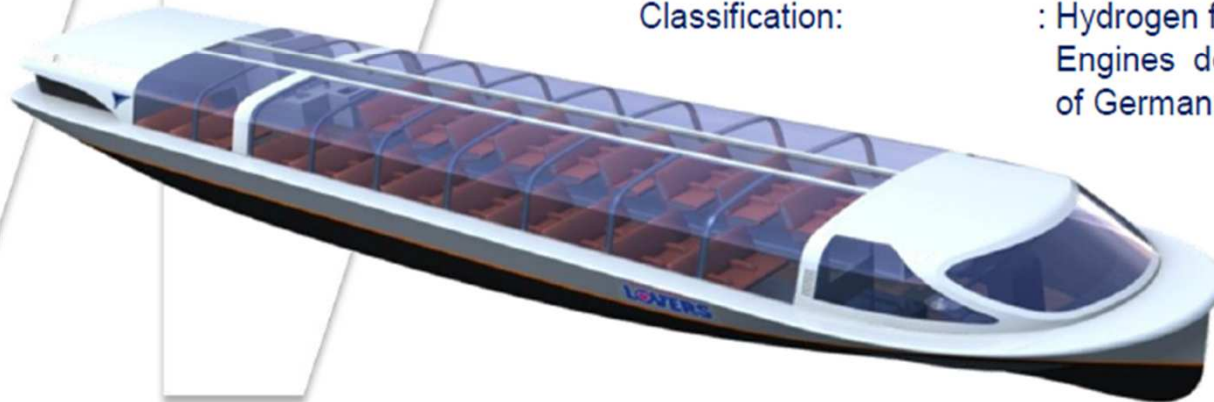
Maximum speed 8,5 Kn
Cruising Speed 7 Kn
Auxiliary power: Av. consumption 6 kW
Energy generation: 2 Fuel Cell Engines 30kW each
Energy storage: 24 kg in 6 cylinders
Battery packs: 1 battery pack 70 kWh

Dimensions:

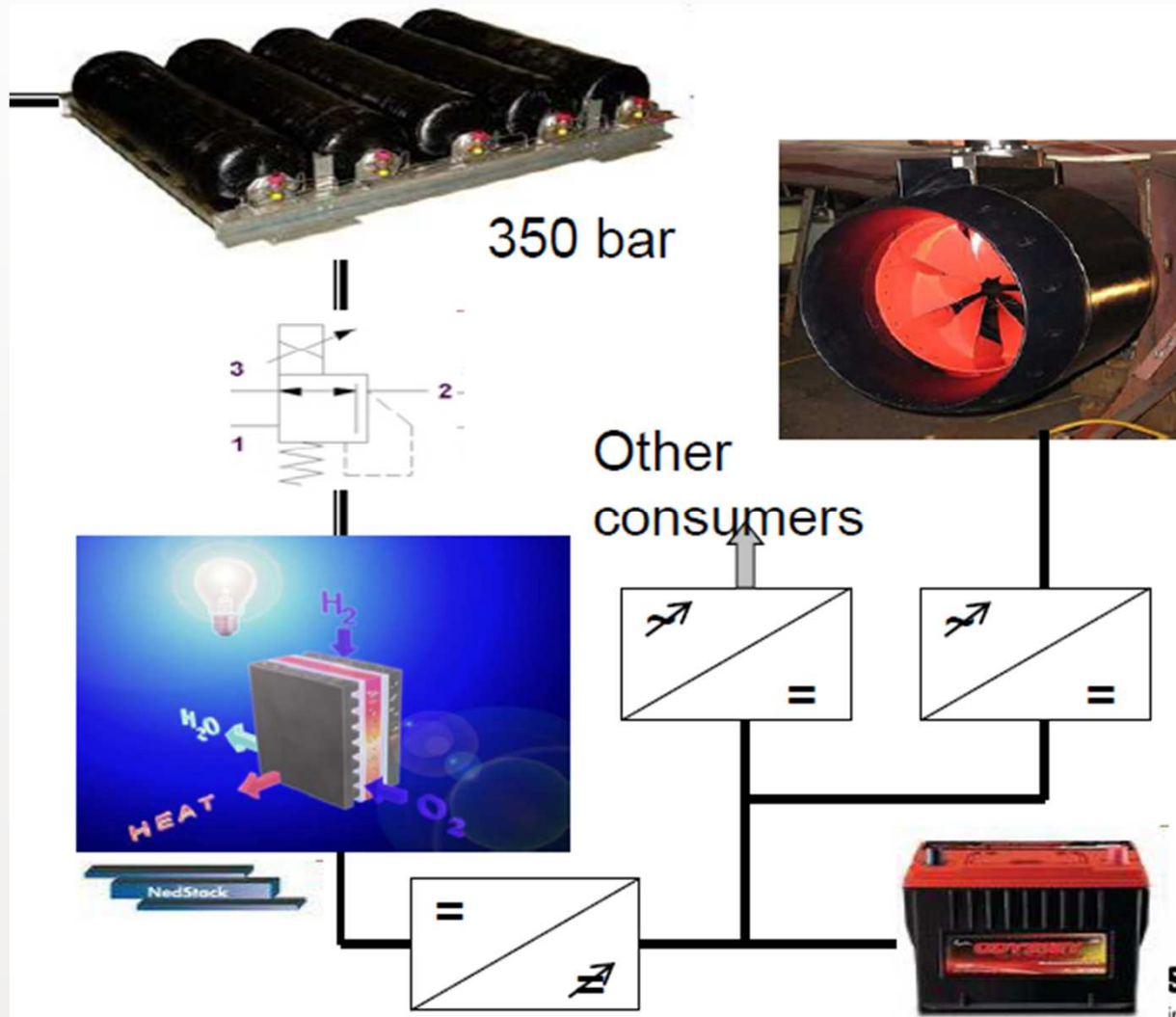
Displacement 45 tons
Length oa 21,95 m
Beam oa 4,25 m
Draught 1,10 m

NEMO H₂ Amsterdam Canal Boat

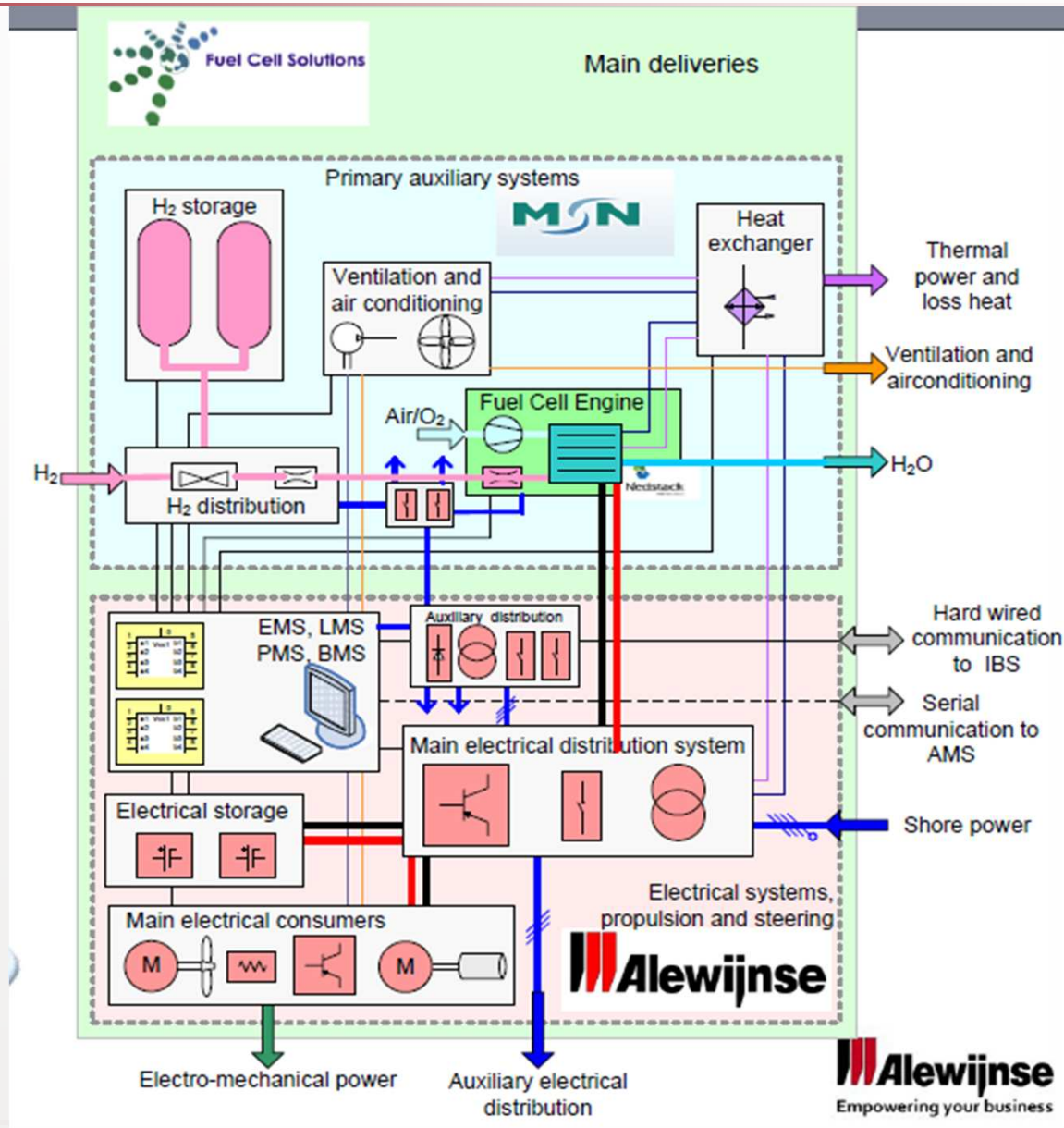
Passengers and crew: :100
Classification: : Hydrogen fuelling, storage, distribution and Fuel Cell Engines designed according to Rules and Regulations of Germanischer Lloyd

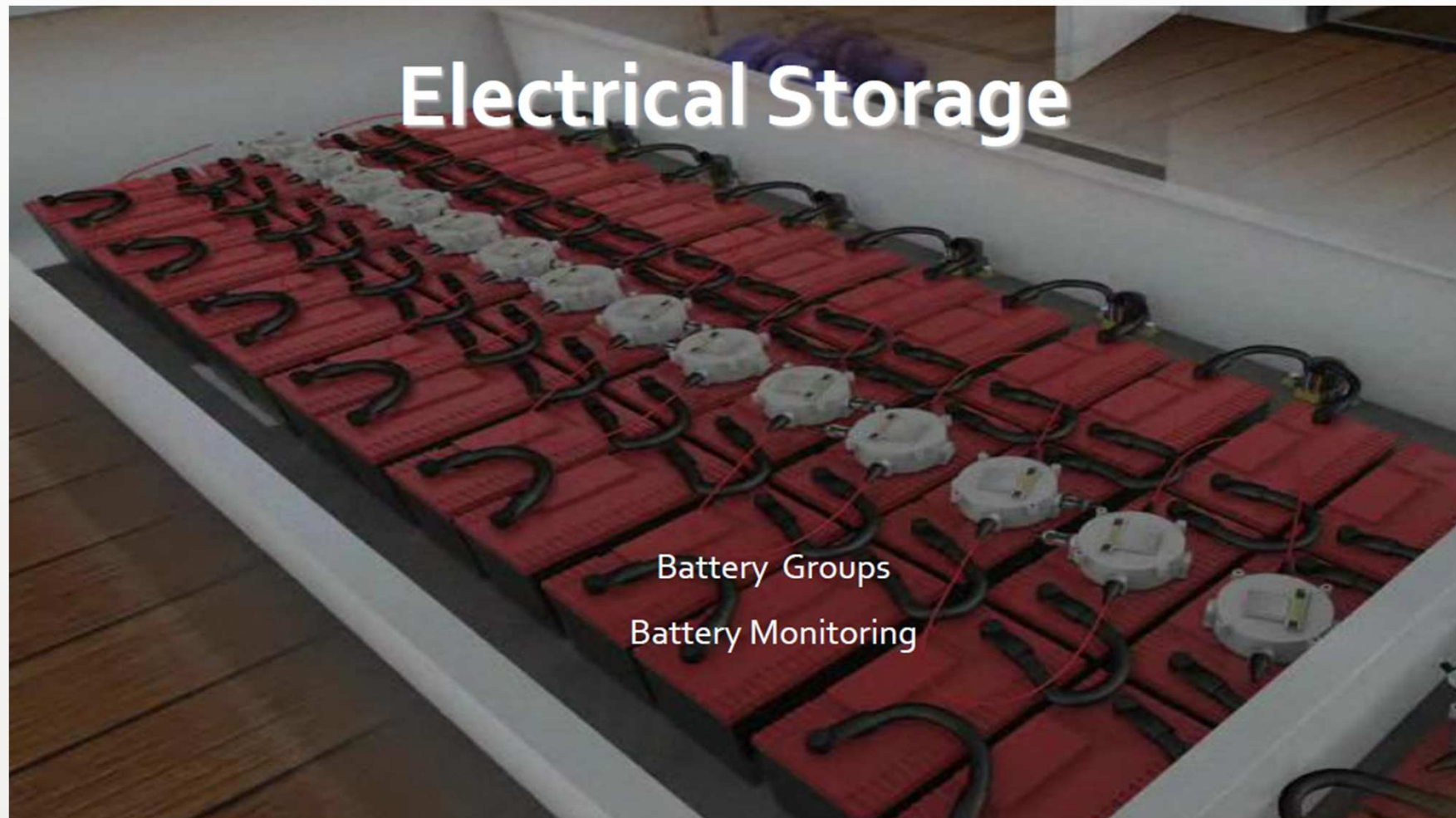


Applications Marine/ Installations Industrielles



Applications Marine/ Installations Industrielles

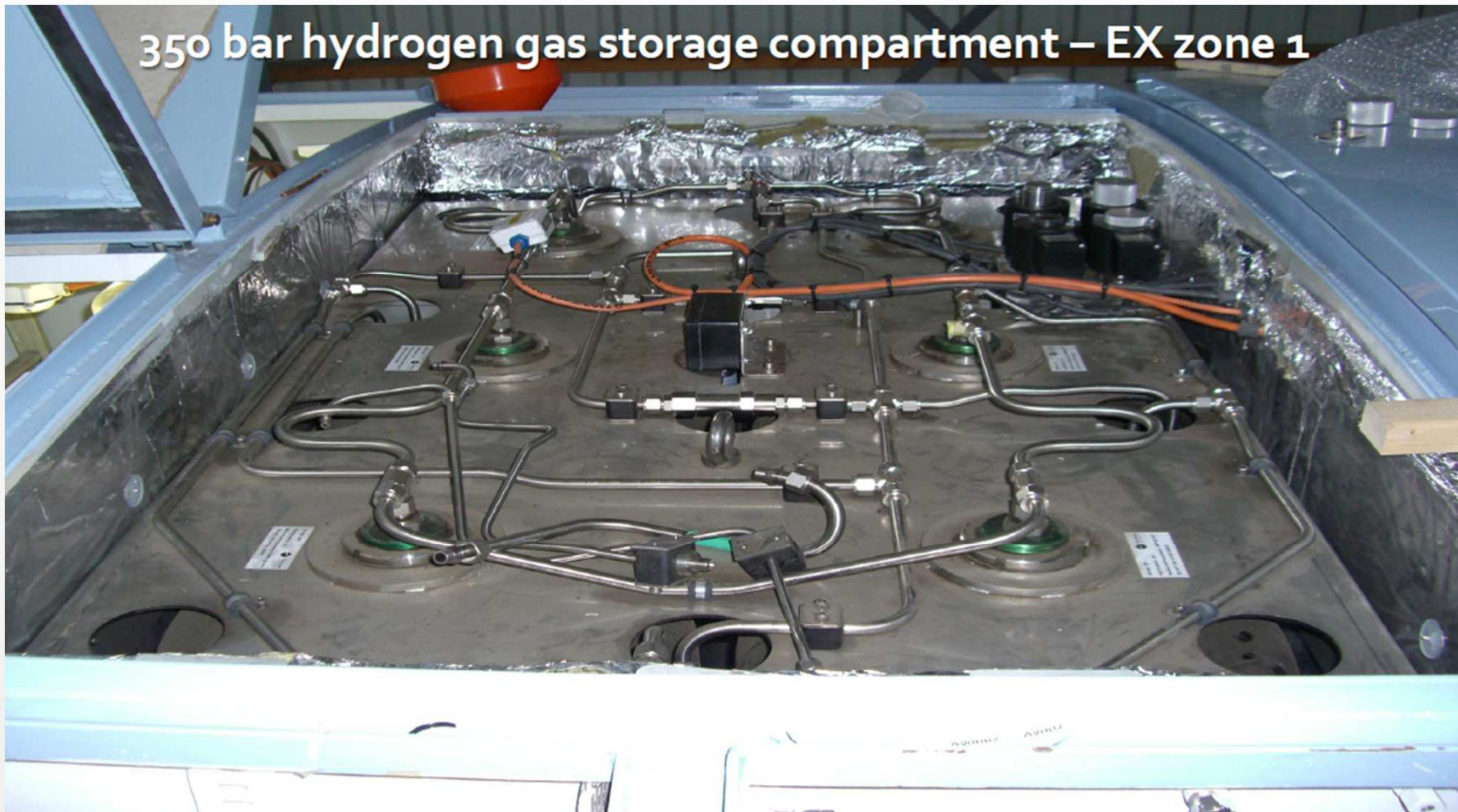


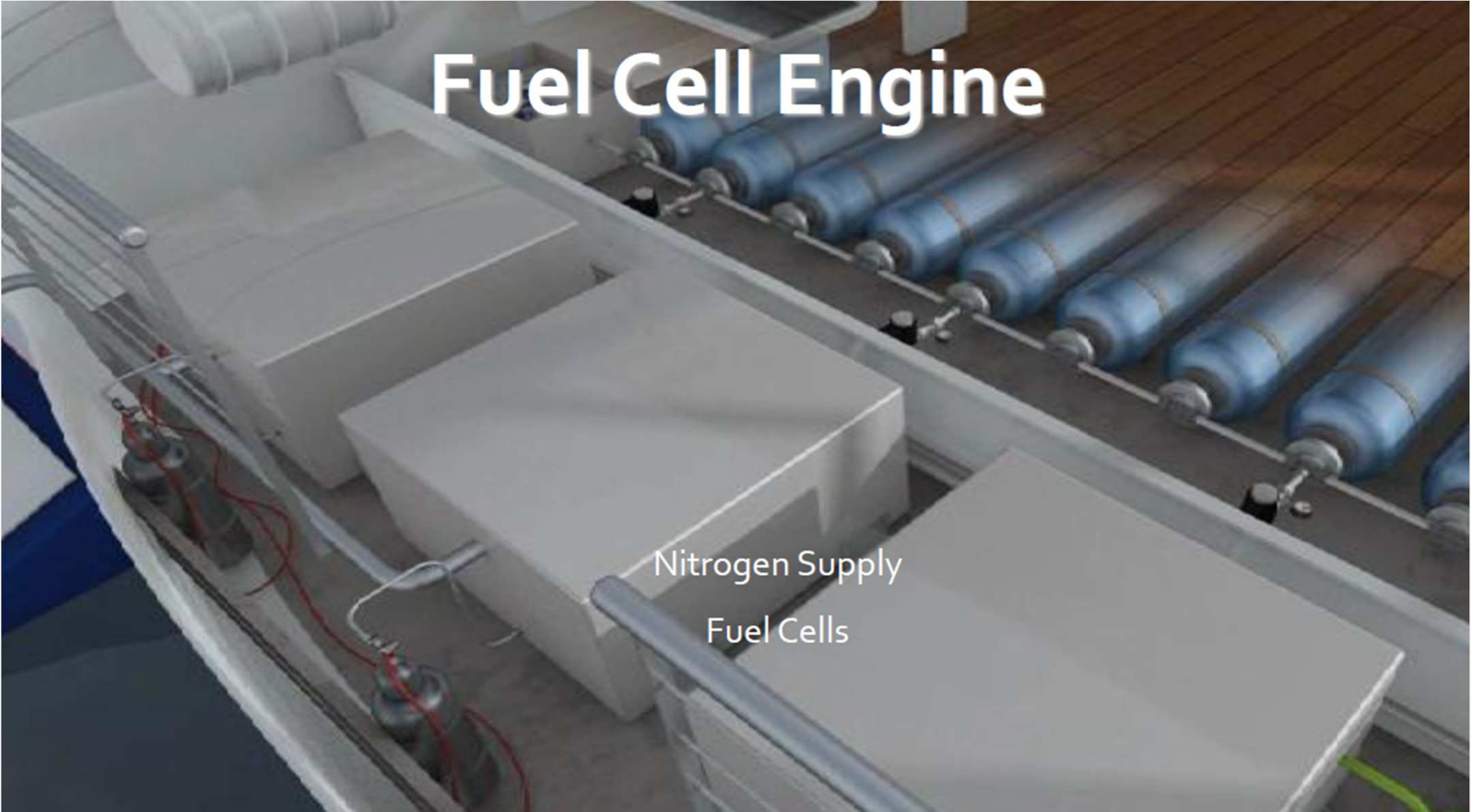


H₂ Distribution & Storage



Applications Marine/ Installations Industrielles



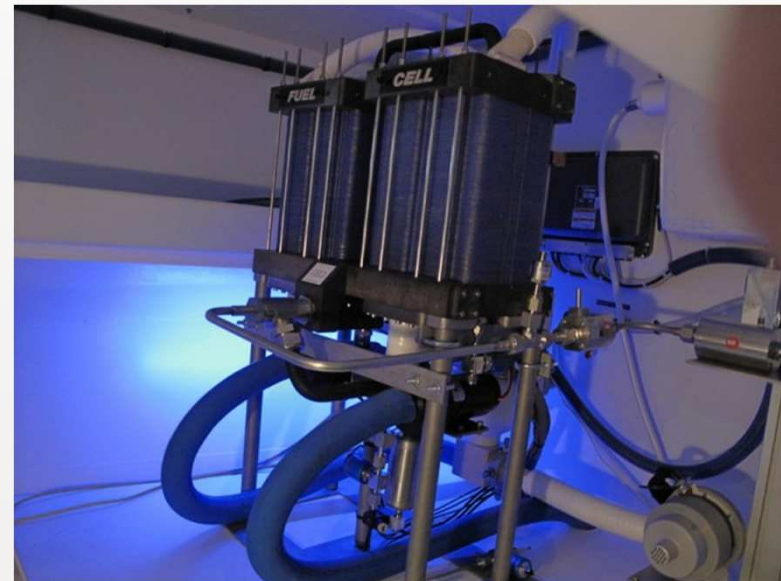




VOILIER ZERO CO2



- ▶ Projet CEA en cours d'expérimentation
- ▶ BV a participé aux études, a rédigé un certificat de conformité.
- ▶ Le moteur auxiliaire thermique est remplacé par un moteur électrique de 35kW alimenté par un système de pile à combustible hybridé avec des batteries.



Source : CEA/UJF/Floralis/RM



YelloH2 – HARBOUR SHUTTLE PASSENGER SHIP



- ▶ Compared to existing electric ship from Alten, the main battery of propulsion is replaced by hydrogen and oxygen tanks and a cell fuel that converts hydrogen into electricity without CO₂ or any other gas. Only a small buffer battery capacity is required.





Autres Projets



- ▶ Cavallo 24 (Mer et Design/Helion/Chantier Naval Gatto)
Petit Navire à Passager à Marseille.
- ▶ Cargo Multi usage 7300DWT, FC 100kW alimenté par biométhanol
DAMEN Shipyards/Netherlands.



RÉGLEMENTATION / SECURITÉ

Problèmes de Sécurité à bord des navires



- ▶ **Utilisation de gaz et / ou combustible avec point d'éclair bas**
 - Formation de poche de gaz explosif en cas de fuite
 - Inflammation/explosion en cas de contact avec un point chaud
- ▶ **Utilisation de pression élevée**
 - En particulier dans le cas des CGH2, risque de fragilisation du métal
 - Effet d'explosion (blast, « shrapnels »)
 - Fuite de gaz inflammable
- ▶ **Gaz Cryogénique**
 - Fragilisation de l'acier (pont, structure coque) en cas de fuite, débordement
 - Brulure froide
- ▶ **Hautes Températures de surface des équipements et fluides**
 - Pile à Combustible,
 - Brulures, risque d'inflammation
- ▶ **Intensité électrique élevée**
 - Source de déclenchement d'incendie
 - Electrocutation

Normes & Réglements



EIGA
103/03/E

EIHP

SAE

HFCV

SAE

ISO TC 22



EIGA
06/02/E
100/03/E

ISO
TC 197

European Directives
Low voltage,
pressure vessels,
machinery
...

IEC
TC 105

ATEX

ICPE



EIGA
61/03/E

IMDG

GL

IGC/IGF Code

DNV

ADNR

CNG Ship

Incl. H2

BV

Dangerous goods

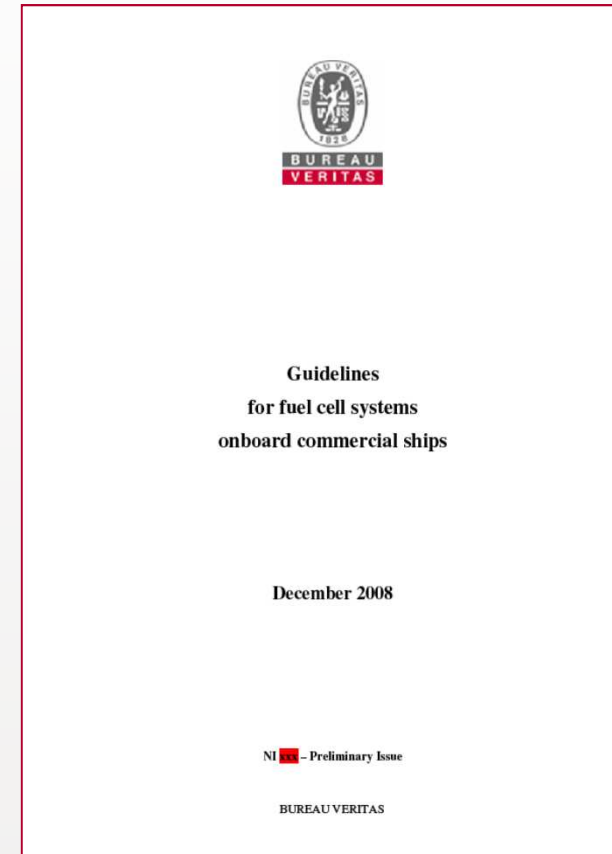
Machinery

Fuel Cell

BV guidelines



- ▶ “Guidelines for fuel cell systems onboard commercial ships”
- ▶ Note d’information NI 547
- ▶ Status:
 - Edition 2009 disponible



► Application:

- Navires SOLAS on Non SOLAS
- Orientée vers les constructions neuves
- Sans restriction de type ou de puissance de pile
- Plutôt orientée vers le gaz naturel ou l'hydrogène
- Liquid or compressed gas storage. Use of metal hydrides subject to special examination
- Onboard reforming covered
- Oxidant: oxygen from ambient air; use of pure oxygen subject to special examination.
- Use onboard of both gas and fuel oil also subject to special examination.

▶ GENERAL

- ▶ Définition, méthodes, documents à soumettre

▶ SHIP ARRANGEMENTS AND DESIGN

- ▶ Stockage du gaz, compartimentage, ventilation...

▶ FIRE SAFETY

- ▶ Détection et protection Incendie

▶ ELECTRICAL SYSTEMS

- ▶ Classification zones dangereuses, caractéristiques

▶ CONTROL MONITORING AND SAFETY SYSTEMS

- ▶ Surveillance et Détection de fuite...

▶ FUEL CELL POWER SYSTEM

- ▶ Construction, caractéristiques, essais...

► References:

- External references

- [1] ISO 23273-1:2006: Fuel cell road vehicles – safety specifications; Part1: Vehicle functional safety
- [2] ISO 23273-2:2006: Fuel cell road vehicles – safety specifications; Part2: Protection against hydrogen hazards for vehicles fuelled with compressed hydrogen
- [3] ISO/TR 15916:2004: Basic considerations for the safety of hydrogen systems
- [4] ISO 11114-4: Transportable gas cylinders – Compatibility of cylinders and valve materials with gas contents – Part 4: Test methods for hydrogen compatibility with metals
- [5] EN ISO 14726-1:2001: Ships and marine technology. Identification colours for the content of piping systems. Part 1: Main colours and media
- [6] IEC 60092-502: Electrical Installations in Ships – Tankers – Special Features
- [7] IEC 60079-10: Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 10: Classification of hazardous areas
- [8] IEC 60079-17: Explosive atmospheres - Part 17: Electrical installations inspection and maintenance
- [9] IEC 62282-3-1: Fuel cell technologies – Part 3.1: Stationary fuel cell power systems – Safety
- [10] IEC 62282-3-2: Fuel cell technologies – Part 3.2: Stationary fuel cell power systems – Performance test methods
- [11] SAE J2578 (December 2002): Recommended practice for general fuel cell vehicle safety
- [12] SAE J2579 (January 2008): Technical Information Report for fuel systems in fuel cell and other hydrogen vehicles
- [13] Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council on type approval of hydrogen powered motor vehicles and amending Directive 2007/46/EC, COM(2007)593 2007/0214(COD)
- [14] Draft ECE Compressed Gaseous Hydrogen Regulation, revision 12b, 12/10/2003 (EIHP2)

► References:

- **BV Rules for the Classification of Steel Ships**

[15] PtC, Ch1: Machinery

[16] PtC, Ch2: Electrical Installations

[17] PtC, Ch3: Automation

[18] PtC, Ch4: Fire protection, detection and extinction

[19] PtE, Ch6: Comfort on board (COMF)

[20] PtD, Ch21: Ships not covered by SOLAS

► Risk analysis:

- Ch2 - Ship arrangement and system design
 - ❖ **Recommandations générales pour établir l'analyse de risque**
 - ❖ **Recommandations d'indification des risques**
- App1 – Scope of the risk analysis
 - ❖ **Contenu de l'analyse de risque, systèmes à considérer**
 - ❖ **Etude des modes de défaillances, leurs conséquences, les moyens de détections.**
 - ❖ **Mesures correctives à appliquer en cas de défaillance**
 - ❖ **Mise en évidence des résultats avec essais.**



CONCLUSIONS

Conclusions



- ▶ **Les systèmes de pile à combustible offrent des solutions de génération de puissance électrique propres et performantes.**
- ▶ **L'Hydrogène, combinée avec les piles à combustible offre une réelle alternative indépendantes aux énergies fossiles conventionnelles.**
- ▶ **Les technologies demandent à se déployer en conservant constant le soucis de sécurité de mise en œuvre.**
- ▶ **Un règlement marine international commun devra être établi.**
- ▶ **Tout ces développements nécessiteront la mise en œuvre de prototype testés et validés.**
- ▶ **Bureau Veritas a développé son guide de recommandations pour les navires commerciaux afin d'assister les armateurs qui souhaitent soutenir cette innovation.**
- ▶ **Bureau Veritas et reste à l'écoute des dernières évolutions et nouveaux projets afin de compléter et améliorer ces recommandations.**