

Le transport autonome sur les voies navigables intérieures.

Procédons au changement.
La pratique, la loi et les contrats

André Kegels

Anvers

KEGELS & CO

Le schéma de la presentation

- Le contexte factuel.
- Transport autonome? Qu'est-ce que cela signifie?
- L'évolution de la technologie: Ou en sommes-nous?
- L’ hardware, le logiciel et le résultat.
- L’ environnement légal.
- Registres distribués et la chaîne des blocs

KEGELS & CO

Le contexte factuel



Les principales voies navigables européennes

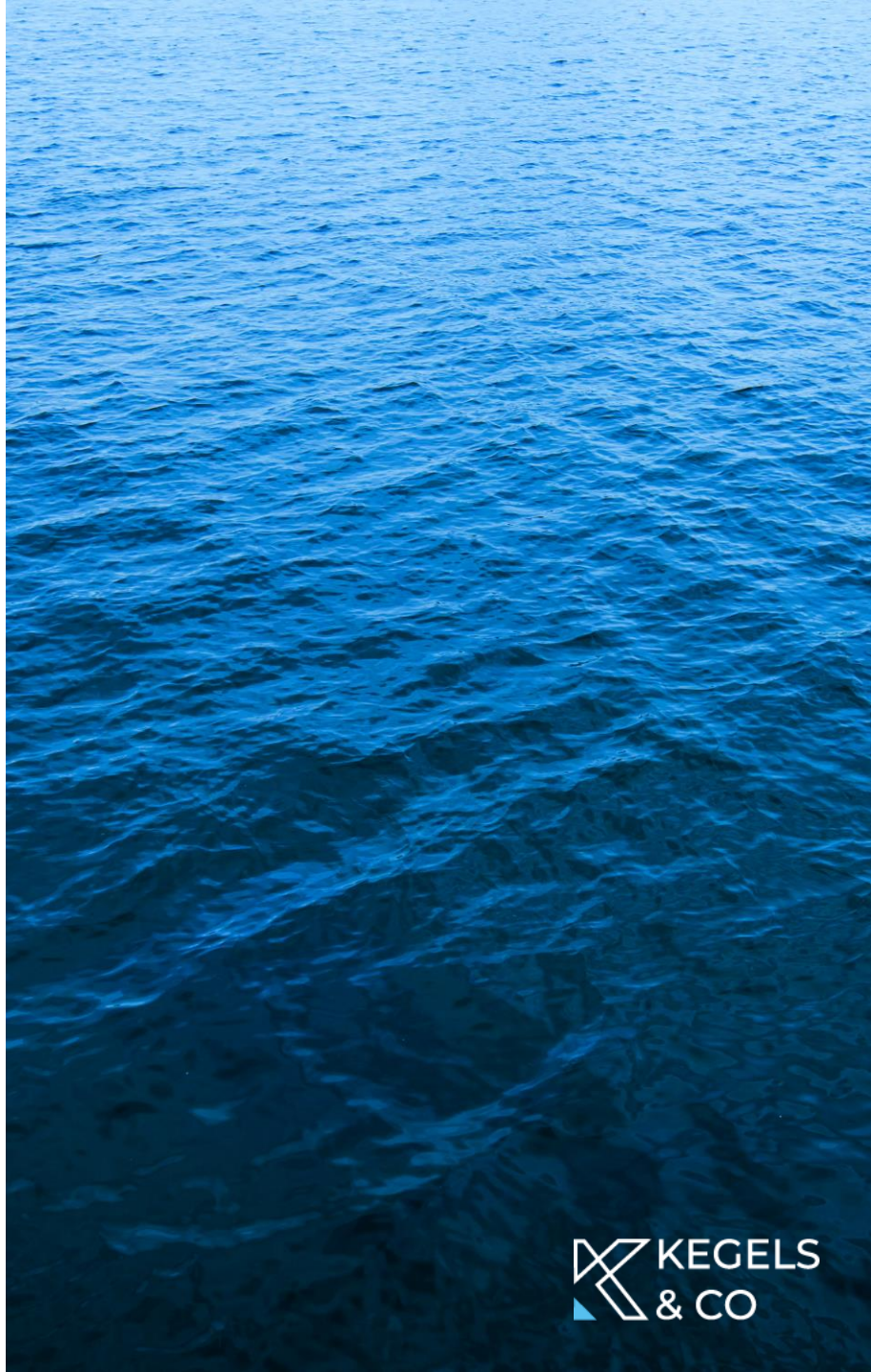
- Cette carte ne nous donne que les voies navigables les plus utilisées
- Les voies navigables Européennes forment un véritable labyrinthe
- Vaste et sous-utilisé
- Ces voies ont une capacité disponible considérable
- Peuvent être utilisées sans devoir recourir à des investissements importants

KEGELS & CO

Rappel (I)

Les avantages du transport fluvial

- Moins cher
- Plus écologique
- Evite la congestion routière



Les voies navigables européennes
La classification CEMT

- Conférence Européenne des Ministres des Transports (CEMT)
- Classification des voies navigables. La dernière date de 1992 (Res. 92/2)
- Homogénéiser les caractéristiques des voies d'eau et des types de bateaux
- La classe CEMT détermine:
  - longueur et largeur maximales du bateau ou convoi qui est autorisé à naviguer sur la voie d'eau
  - dimensions minimales de l'infrastructure comme les écluses,
- Résultat? -> Pour chaque classe CEMT un tonnage indicatif maximum de ce qui peut être transporté par les bateaux.

KEGELS & CO

La classification CEMT - Belgique

(Conférence Européenne des Ministres des Transports (CEMT))



Classes CEMT (Res.92/2)

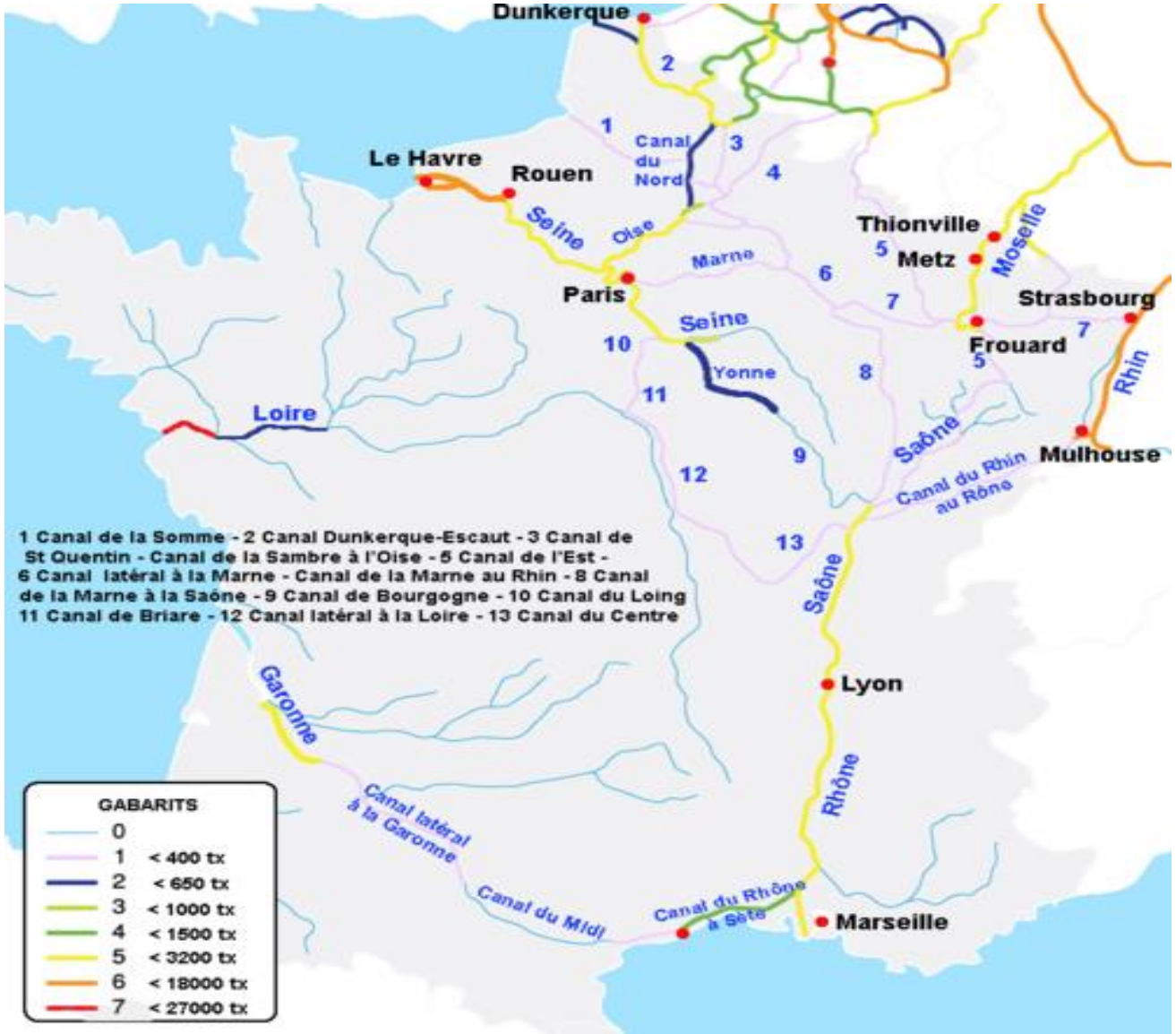
Klasse I	***250 - 400 T***
Klasse II	***400 - 650 T***
Klasse IV	***1000 - 1500 T***
Klasse V	***1500 - 6000 T***
Klasse VI	***3200 - 18000 T***
Verbod door te varen	
Sluis	

Classe VII ***14,500- 27,000 T***

(Classe VI et plus= convoy)

KEGELS & CO

La classification CEMT – Les voies navigables françaises



Rappel(II)

Camions, Barges et voies navigables

- Barges ont un gabarit spécifique dépendant des voies navigables à utiliser.
- Beaucoup de canaux furent construits au 19è siècle (Par.ex. réseau Freycinet en France)
- Capacité de transport varie

En général des barges déplacent plus de marchandises par unité et membres d'équipages que des camions



Les classes CEMT I et CEMT II– Un futur?

1 Infrastructure



Infrastructure intelligente
Contrôle à distance → Modernisé

2 Flotte



Nécessité de
→ renouvellement
→ d'écologiser

3 Proprietaire

- Frais de renouvellement (écologique)
- Frais d'équipage
- Age des propriétaires/bateliers
- Viabilité économique
- Pas de nouveaux intéressés

KEGELS & CO

Le modèle présent n’est plus viable pour les bateliers

L’industrie a besoin de cette capacité de transport

Le gabarit maximal des barges

Frais d’équipage pour les barges Cemt I et II

Frais de renouvellement élevé

→Pas d’intérêt,

→ Pas d’investissements

Automatisation comme solution?

KEGELS & CO

Transport autonome? Qu'est-ce que cela signifie pour les voies navigables intérieures?

KEGELS & CO

Autonomie: de quoi parlons-nous?

1

Autonomie?

- *Pas d'équipage (unmanned)*
- Pas de contrôle extérieurs
- Complètement indépendant

2

Automatisation?

- Pas d'équipage / équipage
- Contrôle humain possible
- Sur le navire ou a distance
- (in)dépendance déterminé par le matériel (hardware) ou le logiciel (software)

3

Indépendance hybride

- La situation détermine dans quelle mesure les systèmes automatisés agissent indépendamment de l'humain

KEGELS & CO

Niveaux d'automatisation proposé par la CCNR – Strasbourg 2018

(La **C**ommission **c**entrale pour la **n**avigation du **R**hin)

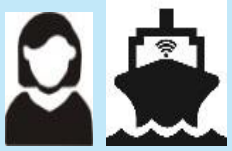
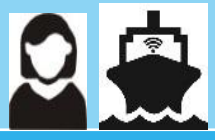
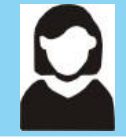
	Niveau	Désignation	Conduite du bâtiment (manœuvre, propulsion, timonerie, ...)	Surveillance et réaction à l'environnement navigationnel	Réalisation de secours des tâches de navigation dynamiques	Commande à distance
LE CONDUCTEUR RÉALISE UNE PARTIE OU L'ENSEMBLE DES TÂCHES DE NAVIGATION DYNAMIQUES	0	**PAS D'AUTOMATISATION** la réalisation permanente par le conducteur humain de tous les aspects des tâches de navigation dynamiques, même lorsqu'elles sont appuyées par des systèmes d'alerte ou d'intervention *Ex. navigation à l'aide de l'installation radar*				Non
	1	**ASSISTANCE POUR LA GOUVERNE** la réalisation en fonction du contexte d'un système de gouverne automatisé, utilisant certaines informations sur l'environnement navigationnel et partant du principe que le conducteur humain assume tous les autres aspects des tâches de navigation dynamiques *Ex. régulateur de vitesse de giration* *Ex. trackpilot (système de suivi de trajectoire pour les bateaux de navigation intérieure suivant des lignes de guidage prédéfinies)*				
	2	**AUTOMATISATION PARTIELLE** la réalisation en fonction du contexte d'un système de navigation automatisée à la fois pour les commandes de gouverne et de propulsion, utilisant certaines informations sur l'environnement navigationnel et partant du principe que le conducteur humain assume tous les autres aspects des tâches de navigation dynamiques				Sous réserve d'une réalisation spécifique au contexte, la commande à distance est possible (conduite du bâtiment, surveillance et réaction à l'environnement navigationnel et réalisation de secours). Cela peut avoir une influence sur les exigences en matière d'équipage (nombre ou qualification).
LE SYSTÈME RÉALISE L'ENSEMBLE DES TÂCHES DE NAVIGATION DYNAMIQUES (LORSQU'IL EST ACTIVÉ)	3	**AUTOMATISATION CONDITIONNELLE** la réalisation continue et en fonction du contexte, par un système de navigation automatisée, de toutes les tâches de navigation dynamiques, y compris l'évitement des collisions, en partant du principe que le conducteur humain réagira de manière appropriée aux demandes d'intervention et aux défaillances du système				
	4	**AUTOMATISATION AVANCÉE** la réalisation continue et en fonction du contexte, par un système de navigation automatisée, de toutes les tâches de navigation dynamiques et la réalisation de secours sans partir du principe que le conducteur humain réagira à une demande d'intervention[1] *Ex. bâtiment exploité sur une section de canal entre deux écluses successives (environnement bien connu), mais le système d'automatisation n'est pas en mesure de gérer seul le passage des écluses (nécessitant une intervention humaine)*				
	5	**AUTONOME = AUTOMATISATION COMPLÈTE** la réalisation continue et inconditionnelle par un système de navigation automatisée, de toutes les tâches de navigation dynamiques et la réalisation de secours sans partir du principe que le conducteur humain réagira à une demande d'intervention				

[1] Ce niveau introduit deux fonctionnalités distinctes : la capacité à opérer «normalement» sans intervention humaine et la réalisation de secours exhaustive. Deux niveaux intermédiaires pourraient être envisagés.

L'évolution de la technologie: Ou en sommes-nous?

KEGELS & CO

Les niveaux d'automatisation *atteint*

	Niveau	Désignation	Conduite du bâtiment (manoeuvre, propulsion, timonerie, ...)	Surveillance et réaction à l'environnement navigationnel	Réalisation de secours des tâches de navigation Dynamiques	Commande à distance
Le conducteur réalise une partie ou l'ensemble des tâches de navigation Dynamiques	0	**Pas d'automatisation** la réalisation permanente par le conducteur humain de tous les aspects des tâches de navigation dynamiques, même lorsqu'elles sont appuyées par des systèmes d'alerte ou d'intervention Ex. navigation à l'aide de l'installation radar				NON
	1	**Assistance pour la gouverne** la réalisation en fonction du contexte d'un système de gouverne automatisé, utilisant certaines informations sur l'environnement navigationnel et partant du principe que le conducteur humain assume tous les autres aspects des tâches de navigation dynamiques Ex. régulateur de vitesse de giration Ex. trackpilot (système de suivi de trajectoire pour les bateaux de navigation intérieure suivant des lignes de guidage prédéfinies)				NON
	2	**Automatisation partielle** la réalisation en fonction du contexte d'un système de navigation automatisée à la fois pour les commandes de gouverne et de propulsion, utilisant certaines informations sur l'environnement navigationnel et partant du principe que le conducteur humain assume tous les autres aspects des tâches de navigation dynamiques				Sous réserve d'une réalisation spécifique au contexte, la commande à distance est possible (conduite du bâtiment, surveillance et réaction à l'environnement navigationnel et réalisation de secours). Cela peut avoir une influence sur les exigences en matière d'équipage (nombre ou qualification).
Le système Réalise l'ensemble des tâches de navigation Dynamiques (lorsqu'il est activé)	3	**Automatisation conditionnelle** la réalisation continue et en fonction du contexte, par un système de navigation automatisée, de toutes les tâches de navigation dynamiques, y compris l'évitement des collisions, en partant du principe que le conducteur humain réagira de manière appropriée aux demandes d'intervention et aux défaillances du système				
	4	**Automatisation avancée** la réalisation continue et en fonction du contexte, par un système de navigation automatisée, de toutes les tâches de navigation dynamiques et la réalisation de secours sans partir du principe que le conducteur humain réagira à une demande d'intervention. Ex. bâtiment exploité sur une section de canal entre deux écluses successives (environnement bien connu), mais le système d'automatisation n'est pas en mesure de gérer seul le passage des écluses (nécessitant une intervention humaine)				
	5	**Autonome = Automatisation complète** **la réalisation continue et inconditionnelle par un système de navigation automatisée, de toutes les tâches de navigation dynamiques et la réalisation de secours sans partir du principe que le conducteur humain réagira à une demande d'intervention**				

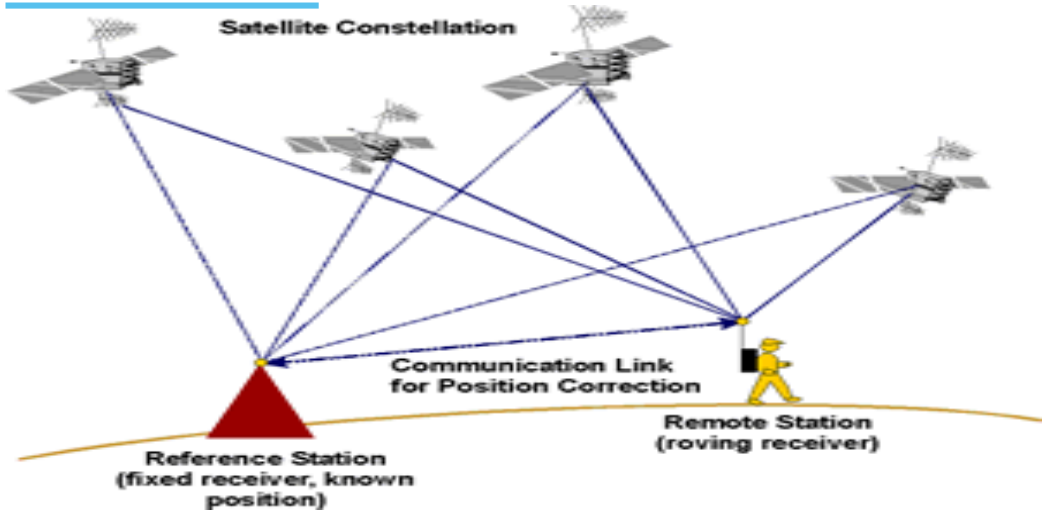
Le niveau d'automatisation *appliqué*

	Niveau	Désignation	Conduite du bâtiment (manoeuvre, propulsion, timonerie, ...)	Surveillance et réaction à l'environnement navigationnel	Réalisation de secours des tâches de navigation Dynamiques	Commande à distance
Le conducteur réalise une partie ou l'ensemble des tâches de navigation Dynamiques	0	**Pas d'automatisation** la réalisation permanente par le conducteur humain de tous les aspects des tâches de navigation dynamiques, même lorsqu'elles sont appuyées par des systèmes d'alerte ou d'intervention Ex. navigation à l'aide de l'installation radar				NON
	1	**Assistance pour la gouverne** la réalisation en fonction du contexte d'un système de gouverne automatisé, utilisant certaines informations sur l'environnement navigationnel et partant du principe que le conducteur humain assume tous les autres aspects des tâches de navigation dynamiques Ex. régulateur de vitesse de giration Ex. trackpilot (système de suivi de trajectoire pour les bateaux de navigation intérieure suivant des lignes de guidage prédéfinies)				NON
	2	**Automatisation partielle** la réalisation en fonction du contexte d'un système de navigation automatisée à la fois pour les commandes de gouverne et de propulsion, utilisant certaines informations sur l'environnement navigationnel et partant du principe que le conducteur humain assume tous les autres aspects des tâches de navigation dynamiques				Sous réserve d'une réalisation spécifique au contexte, la commande à distance est possible (conduite du bâtiment, surveillance et réaction à l'environnement navigationnel et réalisation de secours). Cela peut avoir une influence sur les exigences en matière d'équipage (nombre ou qualification).
Le système Réalise l'ensemble des tâches de navigation Dynamiques (lorsqu'il est activé)	3	**Automatisation conditionnelle** la réalisation continue et en fonction du contexte, par un système de navigation automatisée, de toutes les tâches de navigation dynamiques, y compris l'évitement des collisions, en partant du principe que le conducteur humain réagira de manière appropriée aux demandes d'intervention et aux défaillances du système				
	4	**Automatisation avancée** la réalisation continue et en fonction du contexte, par un système de navigation automatisée, de toutes les tâches de navigation dynamiques et la réalisation de secours sans partir du principe que le conducteur humain réagira à une demande d'intervention. Ex. bâtiment exploité sur une section de canal entre deux écluses successives (environnement bien connu), mais le système d'automatisation n'est pas en mesure de gérer seul le passage des écluses (nécessitant une intervention humaine)				
	5	**Autonome = Automatisation complète** **la réalisation continue et inconditionnelle par un système de navigation automatisée, de toutes les tâches de navigation dynamiques et la réalisation de secours sans partir du principe que le conducteur humain réagira à une demande d'intervention**				

Le hardware, le logiciel et le résultat.

KEGELS & CO

Le ‘hardware’: Pris de l’étagère (Off the shelf)





- DGPS (Differential Global Positioning System)
- LIDAR’s (Light detection and ranging)
- RADAR
- VIDEO (Intérieur et extérieur)
- Inland ECDIS
- SENSORS (extérieur, ponts, chambres à machine)

- VHF
- 4/5 G
- AIS
- RC
- AUDIO (Intérieur et extérieur)

KEGELS & CO

Le Logiciel (software): L’ algorithme

- Construit à la mesure et les besoins des voies navigables
- Calcule les informations en temps réel reçues de diverses sources
  - De la barge elle même
  - De l'infrastructure intelligente (Smart infrastructure) mise en place par les autorités
  - Information de trafic
  - Information Hydrographique
  - De tierces parties
- Navigue le navire de façon *autonome*
  - Avec *supervision et contrôle* à distance et - au besoin – intervention

KEGELS & CO

Le résultat?

KEGELS & CO

La part autonome

- Les systèmes de contrôle sont à bord
- Les bateaux naviguent les canaux de point à point (waypoint to waypoint) sans équipage à bord
- En route le logiciel calcule en permanence le point de refuge sécure le plus proche au cas où un incident ou une perte de communication obligerait le bateau de s’y mettre en sécurité en toute autonomie

KEGELS & CO

La part à distance–
Ou et qui

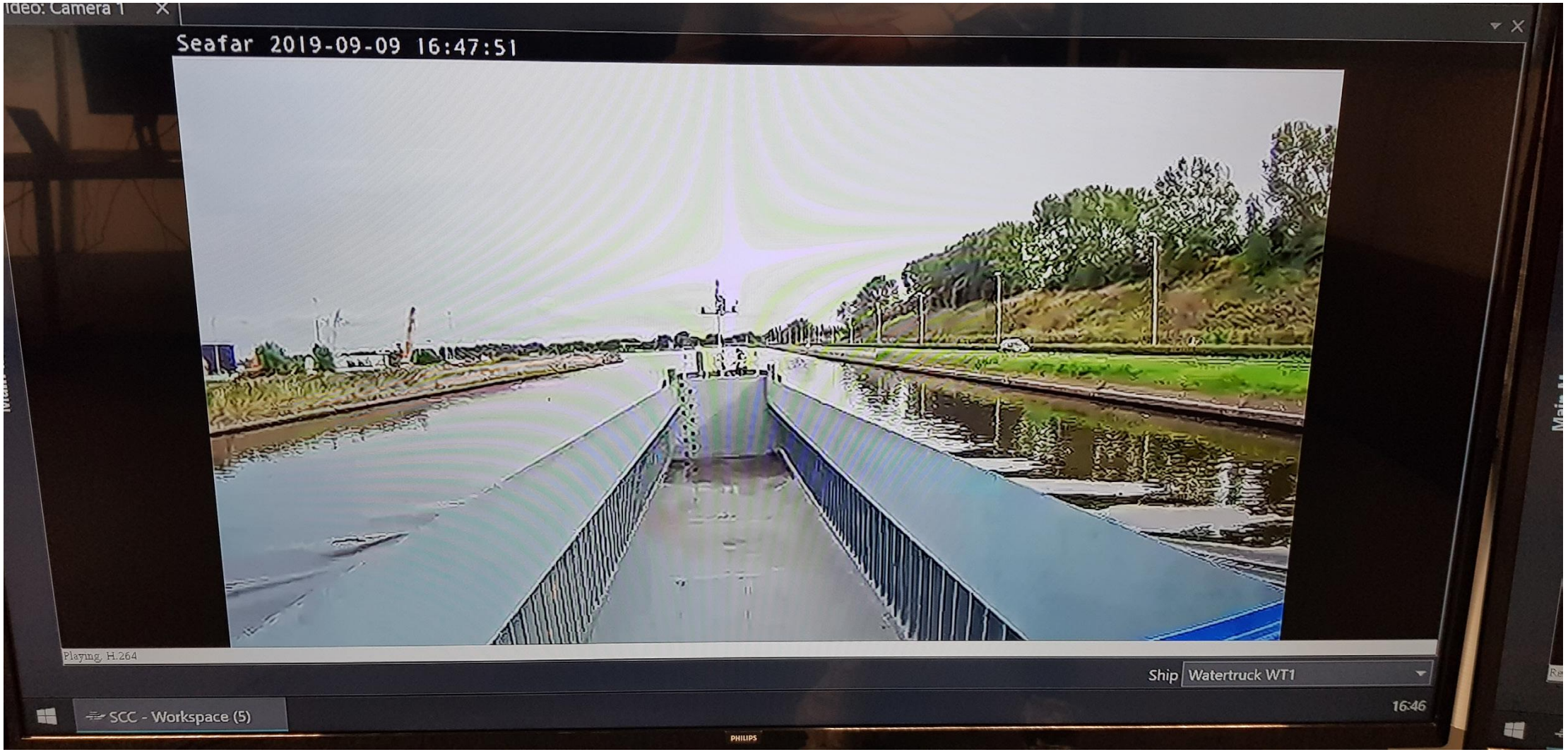
- D’un ‘Shore Control Center (SCC)’ (ou ‘Remote Control Center’)
- Par des conducteurs ayant les permis de navigation requis
- 1 conducteur contrôle 3 navires
- *surveillance augmentée* permanente.

La part à distance – Quand intervenir

- Intervention à distance lorsque jugé nécessaire
  - Chargement et déchargement - Supervision à distance
  - Obstacles ‘en route’
  - Incidents
- Par un conducteur qualifié au ‘Shore Control Center’

KEGELS & CO

Le ‘Shore Control Centre’ – Le projet Barge





Connaissance de la situation par le conducteur au SCC

- Vue complète et sensation comme sur le pont du navire lui-même
- Résultant en une meilleure connaissance de la situation

  'Situationnel awareness'
- Meilleure prise de conscience que le conducteur solitaire sur son ancienne péniche

KEGELS & CO

INCIDENTS

- Perte de communication entre le bateau et le SCC
- Collision
- Panne
- SCC prend la commande à distance (si possible)
- Ou, si ceci n’est pas possible
  - Le Bateau se rend au point de refuge le plus proche et s’y met en veilleuse et
  - Une équipe se rend sur place et prend le commandement du bateau avec des moyens de communication différents



Avantages des systèmes autonomes

1
Pour l’équipage

- Les conducteurs des bateaux dans un SCC ont une vie sociale normale.
- Les conducteurs peuvent travailler en équipe.
- Environnement de travail plus sûr
- Aucune perte de vie en cas d'incidents

2
Pour propriétaires

- Pas (ou moins) d'équipage à bord, moins de frais
- Un conducteur de bateau supervise au minimum 3 péniches
- Nouveau type d'entrants dans l'industrie.
- Meilleure utilisation des équipements à forte intensité de capital - les barges sont engagées 24/7

3
Pour l’industrie

- Service continu
- Avec des investissements renouvelés dans la capacité de transport
- d'abord, en modernisant
- Ensuite, avec des technologies plus écologiques (GNL, Hydrogène,…)

KEGELS & CO

L’ environnement légal

KEGELS & CO

Contrats entre Barge (propriétaire) et innovateur «Sui generis» mais à base de contrats connus

- Rénovation de barges (ou nouvelle construction)? → Contrat de vente / Contrat de services →Contrat standard et problèmes de responsabilité classiques
- L'innovateur (SCC)? →Licence IP, accords Shipman, accords d'agence d'équipage→Problèmes standard (responsabilité)
- Rénovation par un affréteur? →C / P à long terme avec le propriétaire permettant à l'affréteur de récupérer les Capex (dépenses d'investissement) → Contrat standard + clauses spécifiques sur «Autonomie»

KEGELS & CO

Contrats de transport
Pas de problèmes majeurs dans la législation existante

- Transport national → Loi belge de 1936 - Pas de problème
- CMNI → Pas de problèmes spécifiques
- Limitation de responsabilité →CLNI (ou régime basée sur la Llmc avec des adaptations au transport intérieur) → Pas de problèmes spécifiques

KEGELS & CO

La responsabilité civil

- Collision? → dispositions en matière de collision (loi nationale ou convention de Genève de 1960)
- Réclamation entre navires ou cargaisons à bord? →responsabilité est canalisée vers le bateau
- D'autres réclamations → Règles normales sur la responsabilité

KEGELS & CO

La responsabilité pénale

A condition que la loi l'autorise

- Le conducteur → Règles normales tout comme si il était a bord
- Autres intervenant → Pas de différences substantielles

Assurance

- Knock for knock?
- Une couverture pour tous les acteurs dans l'aventure maritime avec abandon de recours?
- Assurance Cyber sécurité
- Autres solutions?

KEGELS & CO

Qu'en est-il des réglementations?

KEGELS & CO

La réglementation en vigueur rend la navigation autonome impossible - un exemple

'En cours de route le conducteur doit être à bord'

- Art. 1.02 (3) Règlement général de Police pour la Navigation sur les Eaux intérieures,
- = Art.1.02 (3) Code CEVNI (Code européen des voies de navigation intérieure)
- = Art.1.02 (4) RPNR (Règlement de police pour la navigation du Rhin)

(Derniere version: 1/1/2020)

KEGELS & CO

3 catégories d'obligations de droit public rendant illégale la navigation autonome

- Réglementation concernant la circulation
- Règlements concernant les membres d'équipage
- Règlements sur le transport de marchandises et en particulier les marchandises dangereuses

L’ écart ou le «GAP» entre les possibilités technologiques et la loi

KEGELS & CO

Comment franchir l‘ écart, fermer le «GAP»?

Juin 2019: possibilité de dérogation inscrite dans la loi

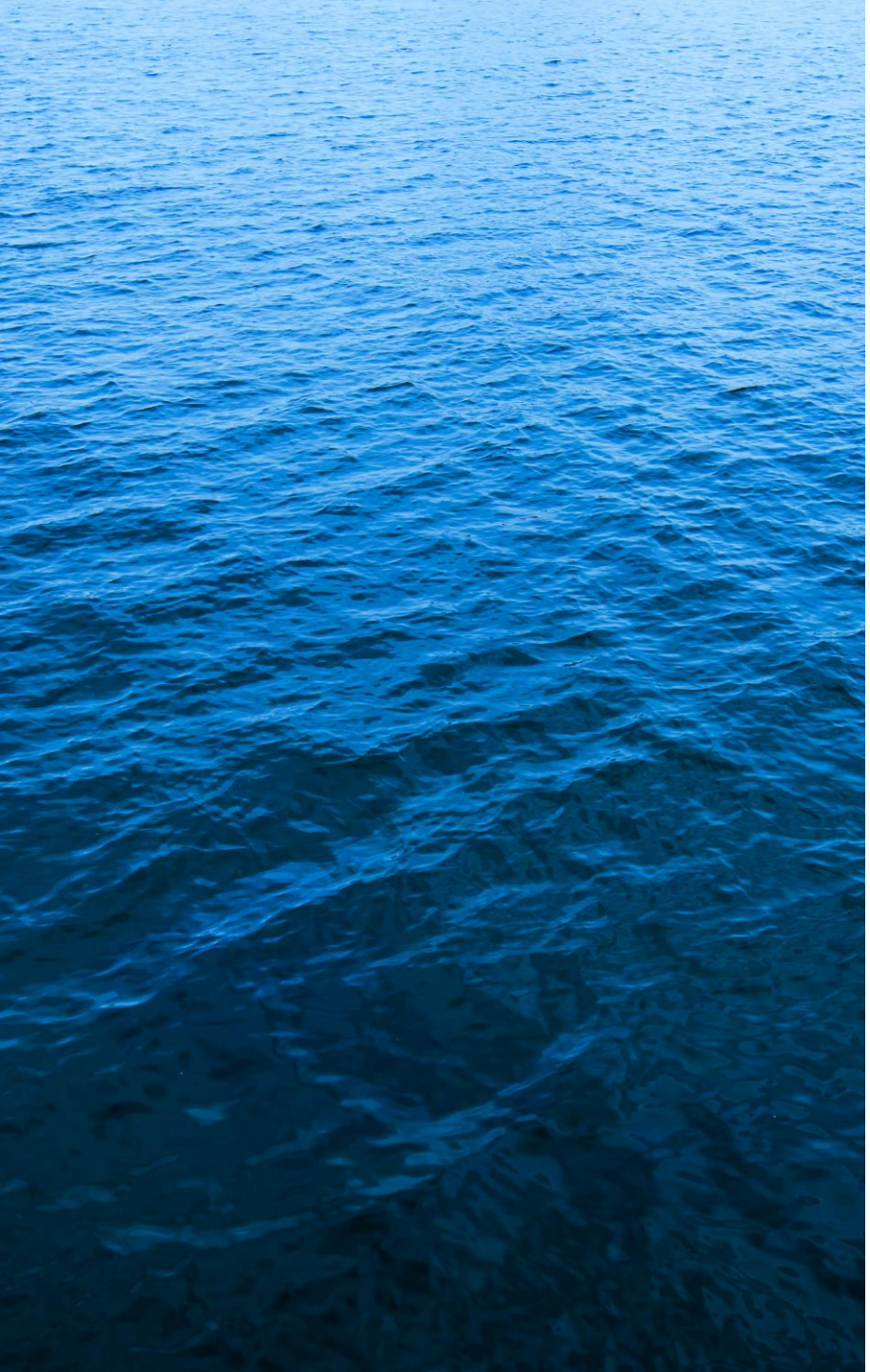
- Pouvoir accordé à l'administration des voies navigables d'accorder des dérogations
- Aux dispositions qui entravent le développement technologique

Plus d’info?: Art. 51 du Décret du 26 avril 2019 contenant diverses dispositions sur la politique de mobilité, les travaux publics et les transports, etc., M.B. 24/6/2019

Comment cela marche-t-il?

- Des *Codes de conduite* indiquent ce que les autorités attendent
- L'innovateur présente sa liste ‘GAP’ , indique les solutions et dérogations nécessaires (exemple récent 250 pages)

KEGELS & CO



Quelles conditions seront imposées

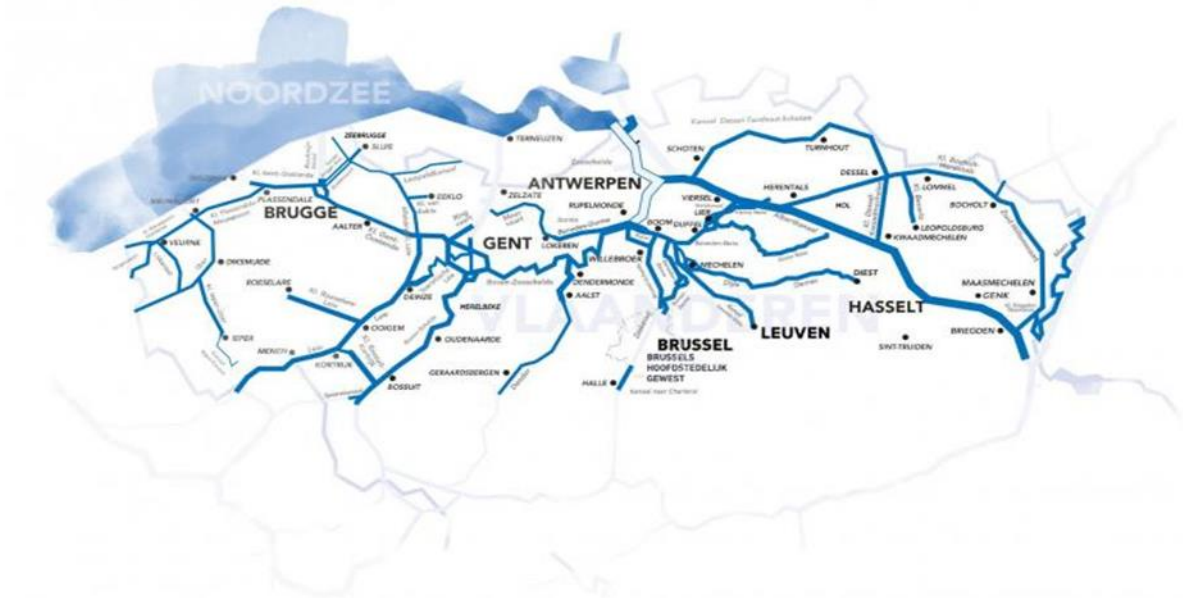
- Navires classés
- Exigences de sécurité
- Le personnel utilisé détient les certificats pertinents
- Élaborer des stratégies de gestion des risques appropriées
- Être couvert par une assurance appropriée
- Enregistrement des données
- Protection des données (RGPD)
- La cyber-sécurité

KEGELS & CO

‘Contrat d’expérimentation

- Entre l’ innovateur et autorités
- Oblige l'innovateur à respecter des conditions préalablement convenues
- Dérogations requises sont données aux dispositions légales
- Dans la zone d'essai (ou une partie de celle-ci)

Zone d’essai et dérogation à la loi



Dans la zone d ’essai de seulement 13.500km² les voies navigables

1

Desservent 4 ports qui:

- Ont un chiffre d’affaire de 295 million de tonnes
- Reçoivent plus que 29.000 navires de mer par an

2

Dans un cluster chimique qui est

- Le plus grand d'Europe, et
- Le plus diversifié au monde

3

Avec un emploi de

- 90 000 personnes dans le transport et la logistique
- 240 000 dans les ports, transports et logistique

4

Avec des voies navigables intérieures qui

- Font 1076 km de long
- Transportent 70 millions de tonnes de marchandises

KEGELS & CO

Les navires autonomes sont testés dans un environnement industriel et logistique dense

KEGELS & CO

L’objectif ultime pour les autorités

Collecter des informations à partir d'une multitude de tests innovants

Déterminer les modifications législatives requises

Changer la loi sur son propre territoire, et

Ensuite aussi au niveau européen

KEGELS & CO

L'avantage ultime pour l’ industrie

Les sites logistiques et industriels peuvent rester ou être replacés le long de tout type de canaux

Disponibilité renouvelée et accrue de la capacité de transport qui est

Autonome

En fin de compte plus écologique

Fonctionne 24/7

L’ intégration avec les technologies

- du registre distribué (chaîne de blocs) et
- du ‘platooning’ (‘train’ de bateaux)

est facilitée et préparée

KEGELS & CO

La nouvelle frontière: Registres distribués et la chaîne des blocs

KEGELS & CO

Blockchain (la chaîne des blocs) ou les registres distribués): Le but

Permettre aux parties sans aucune confiance mutuelle d'échanger des données numériques sur une base d'égal à égal avec moins ou pas de tiers ou d'intermédiaires.

Les données peuvent correspondre à de l'argent, à des polices d'assurance, à des contrats, à l'achat et à la vente de biens et services, ou à toute transaction ou actif pouvant être traduit sous forme numérique

Plus d'informations?: «Blockchain Now And Tomorrow: Assessing Multidimensional Impacts of Distributed Ledger Technologies», EUR 29813 EN, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2019

KEGELS & CO

Platooning ou train de bateaux

- Combinaison de bateaux contrôlés électroniquement ou automatiquement,
- La navigation est entre les mains de l'un de ces bateaux ou à distance;
- Le navire ‘leader’ navigue automatiquement mais plusieurs autres navires sans équipage se connectent électroniquement et suivent le bateau automatisé.

KEGELS & CO

MERCI



KEGELS & CO