Appel d'offres : 2015 / S125 228607 - Lot 4 ;

Facilitation de l'innovation pour les opérations sur voies navigables intérieures

**Stratégie européenne de recours à l'innovation dans le transport fluvial**

***Version 1***

*Date :* 9 mars 2017

**Secrétariat de l'EIBIP**

*Adresse:* Vasteland 78, Rotterdam, Pays-Bas

*Téléphone :* +31 10 78 98 930

*e-mail :* [info@eibip.eu](mailto:info@eibip.eu)

|  |  |
| --- | --- |
| Nombre de : | |
| *pages :* | 54 |
| *schémas :* | 6 |
| *tableaux :* | 2 |
| *annexes :* | 3 |

**Synthèse**

Dans le cadre de la plateforme EIBIP (« European Inland Barging Innovation Platform »), le présent rapport définit une stratégie favorisant le recours à l'innovation dans le secteur du transport fluvial à l'échelle européenne. Cette stratégie vise spécifiquement les cas où le recours à l'innovation est freiné par une défaillance avérée du marché, en particulier concernant les propriétaires et exploitants de bateaux. Elle consiste à identifier et éliminer les obstacles, ainsi qu'à faciliter les transferts d'innovation sur le marché, en couvrant les aspects technologiques, organisationnels et financiers. Fondée sur les contributions des Centres d'innovation et des études récentes dans le cadre des projets PLATINA-II et PROMINENT, elle est conforme aux objectifs fixés par la Commission européenne en matière de réduction de la consommation d'énergie et des émissions de polluants atmosphériques, et s'inscrit dans le cadre des enjeux politiques actuels (par exemple, le CESNI) ainsi que des indicateurs d'ambition pour l'EIBIP et les Centres d'innovation, décrits dans le rapport initial de l'EIBIP (30 mai 2016).

Le présent rapport est un document vivant. Les concepts et les priorités de la stratégie européenne seront réexaminés et actualisés fréquemment (au minimum une fois par an), après consultation des parties prenantes et, en particulier, du Conseil consultatif de l'EIBIP.

Un élément indispensable pour une accélération de la mise en œuvre de technologies d'innovation est le soutien financier des investissements requis.

Les technologies d'innovation couvrent deux piliers d'innovation : 1) l'écologisation de la flotte et 2) les nouveaux concepts logistiques et de bateaux, comptant chacun trois domaines d'innovation.

1. *L'écologisation de la flotte :*
2. Les carburants alternatifs ;
3. La consommation d'énergie ;
4. La réduction des émissions de polluants atmosphériques.
5. *Les nouveaux concepts logistiques et de bateaux :*
6. Les nouveaux concepts logistiques ;
7. Les nouveaux flux de marchandises ;
8. Les nouveaux concepts de bateaux.

Six priorités ont été identifiées pour la stratégie européenne de recours à l'innovation dans le transport fluvial :

**1. Nouveaux concepts de moteur et optimisation des moteurs pour une propulsion propre et efficace**

1a. Pour les bateaux de plus petite taille présentant des performances de navigation à faible puissance et/ou utilisant une faible quantité de gazole par an, des moteurs à faible puissance conformes à la réglementation relative aux engins mobiles non routiers (EMNR) peuvent être utilisés en association avec un post-traitement, intégré aux moteurs des EMNR ou aux moteurs de camion EURO VI marinisés, qu'ils soient à entraînement direct ou en configuration hybride/diesel-électrique.

1b. Utilisé comme combustible de propulsion, le gaz naturel (GNL, GNC) représente un concept intéressant pour les bateaux de navigation intérieure qui consomment plus de 500 m3 de gazole par an.

1c. La propulsion hybride/diesel-électrique et la navigation entièrement électrique pourraient constituer des concepts prometteurs pour une navigation propre et efficace, en association avec un post-traitement pour les bateaux se situant entre les catégories 1a et 1b. Des moteurs de camion EURO VI marinisés pourraient également être employés pour alimenter le générateur.

**2. Formats de financement structurel**

Les différents formats de financement structurel, comme la mise en place d'un fonds de durabilité au niveau européen, doivent être analysés (permettant aux propriétaires de bateaux de prendre certains risques), afin d'encourager et d'accélérer les investissements requis en matière d'innovation pour les bateaux de navigation intérieure dans le but de réduire les gaz à effet de serre et les émissions nuisibles à l'environnement, comme le NOx et les matières particulaires produits par le secteur du transport fluvial.

**3. Solutions de nouvelle génération à faibles émissions de carbone**

Les carburants renouvelables et à faible teneur en carbone, comme les biocarburants (diesel/méthane/éthanol/méthanol, etc.), y compris l'hydrogène, correspondent à une nouvelle génération de combustibles destinés à la propulsion des bateaux de navigation intérieure. L'utilisation de ces carburants pour les bateaux fluviaux est récente et doit encore être approfondie, notamment en termes de faisabilité technique et de viabilité, en tenant compte des avantages économiques, environnementaux et socio-économiques. Ceci permettra de partager les technologies de groupe motopropulseur et l'infrastructure de carburant, ainsi que de réaliser des économies d'échelle suffisantes.

**4. Optimisation logistique du transport fluvial**

Il s'agit d'optimiser le transport fluvial grâce à l'utilisation accrue et à l'intégration d'outils numériques et informatiques, contribuant à la réduction des coûts (navigation économe en énergie, associée à la planification d'itinéraire et au chargement optimal des marchandises, pilotage automatique) et à l'amélioration du service (suivi et traçabilité, systèmes d'information concernant l'itinéraire ou les marchandises). Ceci devrait permettre de pleinement intégrer le transport fluvial à une chaîne d'approvisionnement multimodale et d'obtenir un transfert des flux de marchandises vers les voies navigables intérieures.

**5. Promotion active du transfert modal vers le transport fluvial**

La fourniture de conseils logistiques aux propriétaires de marchandises et aux prestataires de services logistiques concernant le recours au transport fluvial dans leurs chaînes logistiques permet de promouvoir activement ces possibilités, grâce à des outils de diffusion (guides, brochures ou en ligne) relatifs à l'utilisation du transport fluvial (et aux exemples de réussite correspondants), ainsi qu'à des conseils au cas par cas.

**6. Stimulation du développement de nouveaux marchés**

Il s'agit ici d'encourager le développement de nouveaux marchés pour le transport fluvial, ainsi que de nouveaux types de flux de marchandises et de nouvelles zones de navigation. Ceci nécessite d'établir des contacts directs avec les autorités des pays et régions dont les voies navigables sont sous-exploitées, de diffuser activement les meilleures pratiques en termes de recours aux voies navigables urbaines et de petite taille, ainsi que d'impliquer les pays concernés dans l'EIBIP. Des lignes directrices et des outils de diffusion concernant le développement de nouveaux marchés seront fournis.

**Liste des abréviations**

AIS Système d'identification automatique

B2G Gouvernement-entreprise

CEMT Classification européenne des gabarits d'unités fluviales adoptée par la conférence européenne des ministres des Transports (classes CEMT I à VII)

CESNI Comité européen pour l’élaboration de standards dans le domaine de la navigation intérieure

CH4 Méthane

CO2 Dioxyde de carbone

CLINSH Navigation intérieure propre (« Clean Inland Shipping »)

GNC Gaz naturel comprimé

Covadem Mesures de profondeur collaboratives

CE Commission européenne

EIBIP Plateforme européenne d'innovation pour le transport fluvial (« European Inland Barging Innovation Platform »)

EN 590 Norme européenne (EN) relative au diesel à très faible teneur en soufre

DG MOVE Direction générale de la mobilité et des transports

DINA Zone de navigation intérieure numérique (« Digital Inland Waterway Area »)

DMN Nœuds multimodaux numériques

DME Éther diméthylique

FAP Filtre à particules diesel

DTLF Forum sur le numérique dans les transports et la logistique (« Digital Transport & Logistics Forum »)

RGE Recirculation des gaz d'échappement

ESD Système d'arrêt d'urgence

ESI Index environnemental des navires (« Environmental Ship Index »)

HAP Heure d'arrivée prévue

EMAG Ester méthylique d'acide gras

FWE Émulsion carburant/eau

GES Gaz à effet de serre

GTL Gaz liquéfié

HVO Huile végétale hydrotraitée

MCI Moteur à combustion interne

IWT Transport fluvial

GNL Gaz naturel liquéfié

MECA Association des fabricants de systèmes de contrôle des émissions (« Manufacturers of Emission Controls Association »)

NOx Oxyde d'azote

PLATINA II Plateforme de mise en œuvre du programme NAIADES II

MP Matières particulaires

PoR Port de Rotterdam

PROMINENT Projet de promotion de l'innovation dans le secteur du transport fluvial (« Promoting Innovation in the Inland Waterways Transport Sector »)

SIF Services d'information fluviale

SCR Réduction catalytique sélective

TKI Consortium d'excellence pour la connaissance et l'innovation (« Top consortium Knowledge and Innovation »)

T-km Tonne-kilomètre

Table des matières

[1 Introduction 7](#_Toc499296319)

[1.1 Objectif 7](#_Toc499296320)

[1.2 Guide du document 7](#_Toc499296321)

[2 Approche 8](#_Toc499296322)

[3 Un fonds de durabilité pour la navigation intérieure 9](#_Toc499296323)

[4 L'écologisation de la flotte 10](#_Toc499296324)

[4.1 Les carburants alternatifs 10](#_Toc499296325)

[4.1.1 GNL/GNC 10](#_Toc499296326)

[4.1.2 GTL 14](#_Toc499296327)

[4.1.3 Biocarburants 16](#_Toc499296328)

[4.1.4 Méthanol 17](#_Toc499296329)

[4.1.5 Éthanol 19](#_Toc499296330)

[4.1.6 Hydrogène 21](#_Toc499296331)

[4.2 La consommation d'énergie 23](#_Toc499296332)

[4.2.1 La navigation économe en énergie 23](#_Toc499296333)

[4.2.2 Conception de navires économes en énergie 26](#_Toc499296334)

[4.2.3 Propulsion hybride/diesel-électrique 27](#_Toc499296335)

[4.2.4 Propulsion électrique 30](#_Toc499296336)

[4.3 La réduction des émissions de polluants atmosphériques 32](#_Toc499296337)

[4.3.1 Les technologies alternatives 33](#_Toc499296338)

[4.3.2 Nouveaux concepts de moteur/optimisation des moteurs 34](#_Toc499296339)

[4.3.3 Post-traitement 37](#_Toc499296340)

[5 Nouveaux concepts logistiques et de bateaux 40](#_Toc499296341)

[5.1 Les nouveaux concepts logistiques 40](#_Toc499296342)

[5.1.1 La synchromodalité 40](#_Toc499296343)

[5.1.2 Les SIF comme outil d'aide à la gestion des transports 44](#_Toc499296344)

[5.1.3 Les places de marché électroniques pour les flux de marchandises 46](#_Toc499296345)

[5.2 Les nouveaux concepts de bateaux 48](#_Toc499296346)

[5.2.1 Les concepts de bateaux permettant une utilisation efficace des petites voies navigables intérieures 48](#_Toc499296347)

[5.2.2 Le chargement optimal du fret 49](#_Toc499296348)

[5.2.3 L'automatisation de la navigation/les convois de bateaux 49](#_Toc499296349)

[5.3 Les nouveaux flux de marchandises 50](#_Toc499296350)

[5.3.1 Les nouveaux flux de marchandises – Trouver sa voie (navigable) 51](#_Toc499296351)

[5.3.2 Les cargaisons de GNL (conteneurisées) 53](#_Toc499296352)

[5.3.3 Les transports alimentaires et frigorifiques 54](#_Toc499296353)

[5.3.4 Les flux continentaux de marchandises 55](#_Toc499296354)

[5.3.5 La logistique urbaine 56](#_Toc499296355)

[6 Conclusion 58](#_Toc499296356)

[ANNEXES 64](#_Toc499296357)

[Annexe A. Stratégie de recours à l'innovation d'INDanube 65](#_Toc499296358)

[Annexe B. Stratégie de recours à l'innovation de D-ZIB 75](#_Toc499296359)

[Annexe C. Stratégie de recours à l'innovation de BATELIA 80](#_Toc499296360)

# Introduction

Ce rapport de stratégie a été préparé dans le cadre de la plateforme EIBIP (« European Inland Barging Innovation Platform »), afin d'encourager le recours à l'innovation dans le secteur du transport fluvial, en particulier lorsque l'innovation est freinée par une défaillance avérée du marché, concernant notamment les propriétaires et exploitants de bateaux. Elle consiste à identifier et éliminer les obstacles, ainsi qu'à faciliter les transferts d'innovation sur le marché, en couvrant les aspects technologiques, organisationnels et financiers.

Le présent rapport correspond à une prestation prévue dans le contrat de services conclu avec la DG MOVE, portant la référence MOVE/B3/SER/2015-224/S12.720217 : *« Élaborer une stratégie à l'échelle européenne pour encourager le recours à l'innovation par le secteur du transport fluvial et coordonner les contributions des Centres d'innovation participant à la plateforme en ce qui concerne la mise en œuvre de cette stratégie »*.

Cette stratégie sera mise à jour régulièrement pendant la durée du projet EIBIP, sur la base des informations fournies par les débats d'experts (thématiques) et les groupes de travail (par exemple, concernant le financement, les technologies).

## Objectif

L'objectif est de parvenir à une stratégie de recours à l'innovation dans le secteur du transport fluvial de l'UE, fondée sur les contributions des Centres d'innovation et les études récentes menées dans le cadre des projets PLATINA II et PROMINENT. Cette stratégie sera conforme aux objectifs fixés par la Commission européenne en matière de réduction de la consommation d'énergie et des émissions de polluants atmosphériques, et s'inscrira dans le cadre des enjeux politiques actuels (par exemple, le CESNI).

## Guide du document

Le chapitre 2 décrit l'approche adoptée pour évaluer les technologies d'innovation par rapport aux deux piliers d'innovation, comportant chacun trois domaines d'innovation. Un élément indispensable pour la mise en œuvre de technologies d'innovation est le soutien financier des investissements requis. La création d'un Fonds de durabilité pour la navigation intérieure est par conséquent évoquée dans le chapitre 3. Les technologies d'innovation liées au pilier « Écologisation de la flotte » sont décrites et évaluées dans le chapitre 4, chacune présentant ses propres obstacles et mesures caractéristiques. Les technologies d'innovation se rapportant au pilier « Nouveaux concepts logistiques et de bateaux » seront ensuite abordées dans le chapitre 5. Dans le chapitre 6, des conclusions et priorités ont été identifiées pour la Stratégie européenne de recours à l'innovation dans le transport fluvial, qui contribueront à atteindre ces objectifs et les indicateurs d'ambition décrits dans le rapport initial de l'EIBIP (30 mai 2016).

# Approche

Les actions d'innovation décrites dans l'appel d'offres « Facilitation de l'innovation pour les opérations sur voies navigables intérieures » ont été transformées en deux piliers d'innovation : « Écologisation de la flotte » et « Nouveaux concepts logistiques et de bateaux », comptant chacun trois domaines d'innovation, comme indiqué dans le tableau 1.

Tableau 1 : Les deux piliers d'innovation et leurs trois domaines respectifs

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Écologisation de la flotte*** | | | ***Nouveaux concepts logistiques et de bateaux*** | | |
| Carburants alternatifs | Consommation d'énergie | Réduction des émissions de polluants atmosphériques | Nouveaux concepts logistiques | Nouveaux flux de marchandises | Nouveaux concepts de bateaux |

Les technologies d'innovation dans chaque domaine sont évaluées au regard des éléments suivants :

* Les obstacles freinant le recours à l'innovation, sachant que six types d'obstacles ont été analysés (utilisés pour l'évaluation dans le projet PROMINENT) :
  + techniques : les obstacles dus à l'immaturité de la technologie ou aux exigences opérationnelles ;
  + juridiques : les obstacles liés à la réglementation et à la législation ;
  + financiers : les obstacles résultant de l'accès aux fonds ou de la rentabilité ;
  + connaissances : les obstacles découlant d'un manque d'expertise ou de compétences ;
  + marché : les obstacles liés à la situation du marché, à l'infrastructure et à la chaîne d'approvisionnement ;
  + culturels : les obstacles dus à des habitudes de comportement.
* Les mesures et outils permettant de surmonter ces obstacles et de mettre en œuvre les technologies d'innovation.
* Les acteurs requis pour l'adoption des technologies d'innovation.
* Les solutions pour faire la démonstration/appliquer les mesures et outils.
* Les projets avec lesquels une coopération peut être mise en place pour faire la démonstration de ces mesures et outils et les appliquer.
* Quelles sont les actions entreprises par l'EIBIP et quel est le calendrier correspondant, s'il est possible de l'obtenir ?

Révision et actualisation de la stratégie européenne

Le présent rapport étant un document vivant, la description des concepts ainsi que les priorités de la stratégie européenne seront réexaminées, précisées (par exemple, les délais) et actualisées au moins une fois par an. Il sera procédé à cette révision après consultation des parties prenantes et, en particulier, du Conseil consultatif de l'EIBIP.

# Un fonds de durabilité pour la navigation intérieure

Une approche structurelle doit être adoptée pour encourager la réduction des émissions de GES et des émissions nuisibles à l'environnement, comme le NOx et les MP produits par le secteur du transport fluvial. L'accélération souhaitée des innovations concernant les bateaux de navigation intérieure nécessite une série de mesures, qui doivent nécessairement inclure un instrument de soutien financier pour les investissements requis.

À ce jour, peu d'investissements relatifs à la modernisation et à l'écologisation des bateaux de navigation intérieure ont été réalisés, ce qui vient limiter tous les efforts accomplis pour rendre le secteur du transport fluvial plus durable. De ce fait, les différentes possibilités financières sont analysées, comme la mise en place d'un fonds de durabilité et/ou d'autres formes d'aide financière au niveau européen.

Parmi les considérations justifiant la proposition d'établir un fonds de durabilité, l'on peut citer :

* une aide structurelle à l'écologisation des bateaux de navigation intérieure ;
* le regroupement des ressources pour l'écologisation de la navigation intérieure ;
* la facilitation de l'accès du secteur fragmenté du transport fluvial aux ressources destinées à l'écologisation.

Les deux options possibles pour la création d'un tel fonds de durabilité sont les suivantes :

* Un fonds à base « restreinte », issu principalement de sources publiques. Dans cette hypothèse, des fonds publics seront mis à disposition par les autorités locales/nationales, les gouvernements et la Commission européenne. Ce fonds aura, de préférence, une dimension européenne pour assurer des conditions de concurrence équitables. La possibilité que des pays voisins contribuent à leurs propres « fonds » mérite plus ample examen. Les conséquences devront être examinées de manière plus approfondie s'il est prévu que les pays voisins apportent leurs propres contributions au fonds de durabilité.
* Un fonds de durabilité à base « élargie ». En plus des sources publiques, le fonds de durabilité pourrait également bénéficier de ressources supplémentaires provenant de sources privées, pour le financement de l'écologisation du secteur du transport fluvial. Outre des subventions, le fonds de durabilité pourrait accorder des prêts (même s'il ne s'agit pas d'un élément clé) assortis de cautions. Les investisseurs privés comme les États pourraient donc contribuer au fonds de durabilité dans le cadre d'une sorte de partenariat public-privé.

Le fonds de durabilité pourrait permettre d'accéder à des programmes internationaux de financement en cas de regroupement des projets d'investissement. Ceci pourrait également générer des économies d'échelle pour les fournisseurs (industrie manufacturière liée aux chantiers navals et aux techniques environnementales).

# L'écologisation de la flotte

Dans ce chapitre, les technologies d'innovation existantes liées au pilier « Écologisation de la flotte » seront décrites et évaluées par rapport aux éléments cités dans le chapitre 2. Le pilier « Écologisation de la flotte » se divise en trois domaines d'innovation :

1. les carburants alternatifs, avec des technologies de réduction de la pollution (voir l'article 4.1) ;
2. la consommation d'énergie/de carburant influant sur l'empreinte carbone (voir l'article 4.2) ;
3. la réduction des émissions de polluants atmosphériques, diminuant la pollution grâce à des gaz d'échappement plus propres (voir l'article 4.3).

## Les carburants alternatifs

Il a été démontré que le recours à d'autres carburants que le diesel, également appelés carburants alternatifs, permet de diminuer considérablement la pollution atmosphérique locale et contribue par conséquent à des transports fluviaux plus écologiques. Les carburants alternatifs seront abordés ici dans l'ordre suivant : le gaz naturel liquéfié (GNL)/le gaz naturel comprimé (GNC), le gaz liquéfié (GTL, CTL), les biocarburants (HVO, biodiesel), le méthanol, l'éthanol et l'hydrogène.

Remarque : en France, la taxe sur les produits pétroliers ne s'applique pas au transport fluvial. Cet avantage pourrait disparaître avec l'introduction de carburants alternatifs.

### GNL/GNC

Il est bien connu que le gaz naturel (le méthane) est le plus propre de tous les combustibles fossiles et qu'il est de plus en plus choisi comme source privilégiée de production électrique (par exemple, les générateurs au GNL). Le gaz naturel émet moins d'oxyde d'azote (NOx) et de matières particulaires (MP) que le diesel classique (EN 590). L'inconvénient du méthane est toutefois que l'effet de serre des émissions de CH4 est 25 fois supérieur à celui du CO2[[1]](#footnote-1). De ce fait, toute fuite de gaz naturel dans la nature, comme des émanations de méthane, doit être évitée.

Le gaz naturel comprimé (GNC) est obtenu en comprimant du gaz naturel jusqu'à moins d'1 % du volume qu'il occupait à une pression atmosphérique normale. Il est conservé et distribué dans des récipients à une pression de 200 à 250 bar, généralement de forme cylindrique ou sphérique. Le gaz naturel liquéfié ou GNL correspond à du gaz naturel qui a été transformé en liquide pour faciliter son stockage et son transport, en refroidissant le gaz naturel jusqu'à environ -162 °C. Il est ensuite conservé à basse pression, c'est-à-dire à 10 bar maximum (ou une pression inférieure pour une température de 162 °). Le gaz naturel liquéfié occupe environ 1/600e du volume du gaz naturel à l'état gazeux et à pression atmosphérique, ou environ 2,5 fois moins de volume que le GNC à une pression de 250 bar, mais environ trois fois plus que le diesel.

Depuis la construction en 2011 de l'Argonon, premier bateau-citerne de navigation intérieure alimenté au GNL, cinq autres bateaux de ce type (situation à la fin de l'année 2016) ont été équipés de moteurs au GNL. Trois d'entre eux sont munis de moteurs à deux combustibles combinés à des moteurs à combustible unique au GNL et diesel, tandis que les trois autres disposent uniquement à bord de moteurs à combustible unique au GNL et diesel. De nouveaux bateaux de navigation intérieure au GNL sont en cours de construction et leur nombre devrait atteindre 40 autour de 2020.

L'alimentation au GNL ouvre la voie à diverses configurations de moteur pour les bateaux fluviaux. Les fournisseurs suivants proposent des moteurs fonctionnant au GNL : Wärtsilä, Caterpillar, MAK, Rolls-Royce, MAN, ABC, MTU, Mitsubishi, Hyundai, DAIHATSU, Deutz, Scania, Agco Power et Dresser-Rand Guascor. Ces constructeurs de moteurs disposent chacun de leurs propres configurations. Un éventail plus large de moteurs pourrait être disponible à l'avenir. Les configurations existantes sont les suivantes :

* Moteur à deux combustibles : 80 % de GNL et 20 % de diesel :

Les moteurs à deux combustibles s'appuient sur des moteurs diesel qui ont été transformés de manière à pouvoir également être alimentés au GNL. Le carburant utilisé est un mélange composé de 80 % de GNL et de 20 % de diesel. Un moteur de ce type a été installé sur le premier bateau de navigation intérieure alimenté au GNL, mais il est vraisemblable qu'il ne sera pas réutilisé dans les bateaux plus récents.

* Moteur à deux combustibles/diesel pilote : 98 % de GNL et 2 % de diesel :

Dans ce cas, le moteur est entièrement optimisé pour la combustion du gaz naturel. Ce système à deux combustibles au GNL est déjà utilisé depuis plus de dix ans pour le cabotage et le transport océanique. Ces moteurs sont désormais également proposés pour la navigation fluviale. Les moteurs à deux combustibles au GNL étant spécifiquement conçus pour fonctionner avec deux carburants, seule une quantité limitée de combustible pilote est requise, mais elle est indispensable à la combustion. Les proportions sont les suivantes : 2 % de diesel et 98 % de GNL. Les moteurs à deux combustibles peuvent également fonctionner uniquement au diesel.

* Moteur au gaz naturel à allumage par étincelle :
* La propulsion gaz-électrique correspond à un système dans lequel un bateau de navigation intérieure utilise un ou plusieurs moteurs à gaz (moteur au gaz naturel à allumage par étincelle) qui alimentent des générateurs (groupes électrogènes) produisant de l'électricité. Cette électricité est transmise aux moteurs électriques qui propulsent le bateau.
* Moteur gaz-électrique :

La propulsion gaz-électrique correspond à un système dans lequel un bateau de navigation intérieure utilise un ou plusieurs moteurs à gaz qui alimentent des générateurs (groupes électrogènes) produisant de l'électricité. Cette électricité est transmise aux moteurs électriques qui propulsent le bateau.

Outre le moteur, des mesures de sécurité spécifiques (formation de l'équipage, exigences de ravitaillement) et des équipements supplémentaires sont requis pour faire fonctionner un bateau de navigation intérieure au GNL, notamment :

* un réservoir de stockage du GNC/GNL ;
* un espace de raccordement du réservoir ;
* un système de gestion d'énergie ;
* un système de traitement du gaz ;
* un système d'arrêt d'urgence (ESD) ou des salles des machines à l'abri des gaz.

**Obstacles**

* techniques (les obstacles dus à l'immaturité de la technologie ou aux exigences opérationnelles) :

Le recours au GNL dans le transport fluvial se trouve encore en phase expérimentale, puisque le GNL n'est utilisé que sur six bateaux et n'est destiné qu'à de grandes unités. Ces bateaux ayant été équipés de configurations expérimentales et majoritairement sur mesure, ils ne peuvent pas être considérés comme représentatifs de la flotte potentielle qui pourrait également passer au GNL. Ceci n'inclut pas les bateaux-pousseurs, ni les petits automoteurs.

Les installations de stockage à bord engendrent également des questions de sécurité : le GNL représente à lui seul un volume deux fois supérieur à celui du gazole. L'espace requis pour le réservoir pourrait donc être trois fois plus grand que celui d'un réservoir de gazole. La propulsion au GNL pourrait même nécessiter un espace huit fois supérieur, si l'on tient compte de l'espace de circulation, des équipements de sécurité, etc.

La maintenance est également problématique : contrairement à un camion au GNL, un bateau au GNL ne peut pas être entretenu dans n'importe quel site standard.

Ces concepts manquent d'harmonisation et leur conception est trop complexe en termes de sécurité. Ces problèmes pourront être surmontés dans les futurs bateaux au GNL. Des solutions sont nécessaires pour limiter les émanations de méthane. Au moins un constructeur de moteurs est déjà parvenu à proposer un moteur conforme à la phase V de la réglementation européenne relative aux EMNR, sans post-traitement. De plus, il existe d'autres enjeux technologiques, comme l'amélioration des moteurs, des réservoirs plus économiques fabriqués, par exemple, à partir de nouveaux matériaux légers, l'utilisation efficace de l'espace et du volume, ainsi qu'une gestion plus pointue des gaz d'évaporation. La disponibilité de solutions abordables d'adaptation des bateaux existants au GNL constitue le principal défi pour le transport fluvial, car il est difficile de mettre en place des configurations au GNL standardisées en cas de rénovation.

* juridiques (les obstacles liés à la réglementation et à la législation) :

La législation est récente (au niveau européen et national).

* financiers (les obstacles résultant de l'accès aux fonds ou de la rentabilité) :

À l'heure actuelle, la conversion au GNL se fait entièrement sur mesure (au cas par cas) et nécessite donc des investissements importants, notamment en ce qui concerne le réservoir de GNL et le système de propulsion. La difficulté à trouver des financements pour ces dépenses d'investissement, ainsi que les incertitudes concernant l'évolution des prix du carburant, empêchent les propriétaires de bateaux d'investir résolument dans le passage au GNL.

* marché (les obstacles liés à la situation du marché, à l'infrastructure et à la chaîne d'approvisionnement) :

Les parties sont dans l'expectative (situation d'impasse/problème de l'œuf et de la poule), ce qui conduit à un paradoxe : des bateaux manquant de lieux de ravitaillement (structurels) suffisants et des lieux de ravitaillement manquant de consommateurs (bateaux au GNL) : un point de ravitaillement en GNL est également très coûteux à créer (3 à 4 M€).

Formation : du personnel navigant et des salariés des plateformes pétrochimiques (remarque : le personnel qualifié coûtera plus cher à employer).

**Mesures et outils permettant de surmonter ces obstacles**

* Informations sur le coût total de possession.
* Infrastructures de ravitaillement en GNL le long des voies navigables intérieures.
* Amélioration du système de gestion d'énergie (pour l'injection de GNL et le calage des moteurs), afin de limiter les émanations de méthane.
* Réduction des coûts : jusqu'à présent, les bateaux au GNL ont été conçus au cas par cas, ce qui aboutit à une multitude de solutions et de pièces. Ceci entraîne des coûts plus élevés et a un impact négatif sur l'échelle à laquelle il est possible de construire des bateaux au GNL. Les coûts peuvent être diminués en créant des économies d'échelle visant à limiter les frais :
  + en standardisant les pièces, en particulier les réservoirs (les réservoirs à double paroi de 100 m3 qui sont toujours fabriqués en Corée peuvent atteindre 500 K à 1 M€) ;
  + en harmonisant les procédures juridiques ;
  + en harmonisant les exigences (par exemple, en termes de sécurité) ;
* en standardisant et modernisant les relations financières et client/entreprise.

|  |
| --- |
| ***Acteurs :***   * fournisseurs de carburant ; * fournisseurs (de moteurs, de réservoirs cryogéniques) ; * chantiers navals et sociétés de conseil en ingénierie ; * propriétaires de bateaux/sociétés propriétaires de navires ; * propriétaires de marchandises ; * autorités européennes, nationales et commissions fluviales ; * sociétés de classification ; * centres de connaissances ; * instituts de formation ; * terminaux de transbordement et ports (fluviaux).   ***Démonstration et application des mesures et outils :***   * bateaux au GNL actuels et futurs ; * fonds de durabilité pour le transport fluvial (EICB/port de Rotterdam/ministère néerlandais des Infrastructures et de l'Environnement), voir chapitre 3.   ***Projets coopératifs :***   * Schéma directeur GNL (RTE-T : Pro Danube) ; * PROMINENT (H2020 : entre autres, Wärtsilä, Pro Danube, EICB) ; * LNG Breakthrough (MIE : EICB, fournisseurs de carburant et de moteurs) ; * CONNECT2LNG (MIE : entre autres, Unilever, ENGIE) ; * TKI GAS (Topsector Energy (Pays-Bas) : EICB) ; * National LNG Platform (Pays-Bas/Belgique : EICB) ; * Projet MariGreen (MARIKO) :   + système d'alimentation en énergie (« Plug and Play Energypack ») pour la navigation fluviale et le cabotage ;   + solutions d'entreposage en soute et de réservoirs de GNL à basse pression ;   + système modulaire standard en matière de GNL pour les bateaux de pêche et de cabotage ;   + catalyseur de méthane pour les moteurs au GNL ;   + technologies de formation en matière de GNL. * Projet MariTIM (MARIKO) : ECO2 Inland Vessel ; * LNG Initiative Nordwest (MARIKO).   ***Actions de l'EIBIP et calendrier :***   * renforcer la sensibilisation au GNL et au GNC ; * conférences sur le GNL (le GNL pour l'industrie des croisières fluviales à Vienne au 4e trimestre 2017, le GNC (GNL) pour les bateaux de passagers et de fret (ferries, lacs, rivières) au 2e trimestre à Strasbourg) ; * soutenir les projets de déploiement ; * audits d'innovation liés au GNL (aspects commerciaux, intervention d'experts) ; * conseils en matière de transferts d'innovation liés au GNL (liés à des projets) ; * conseils en matière de technologie et de recherche (avec l'assistance d'experts) ; * conseils sur les programmes de financement. |

### GTL

La technologie de liquéfaction du gaz (GTL) permet de transformer le gaz naturel en produits liquides de grande qualité, au lieu de fabriquer ces derniers à partir de pétrole brut. Ces produits liquides incluent les carburants de transport, les huiles de moteur et des ingrédients destinés à des produits de consommation courante, comme les plastiques, les détergents et les cosmétiques. Les produits issus du GTL sont incolores, inodores et ne contiennent pratiquement pas d'impuretés, comme du soufre, des hydrocarbures aromatiques ou de l'azote.

Le carburant GTL est un carburant alternatif destiné à être utilisé dans des moteurs diesel. Il peut être employé dans les moteurs diesel existants de bateaux de navigation intérieure sans qu'il soit nécessaire d'y apporter des modifications, ce qui assure une transition facile entre le diesel traditionnel et le carburant GTL. Il est déjà couramment utilisé à des fins commerciales en Allemagne et aux Pays-Bas. De plus, il s'avère particulièrement intéressant pour les moteurs diesel traditionnels. Pour les futurs moteurs diesel de phase V, la réduction des émissions sera très limitée, mais elle peut être intéressante en termes de diminution des frais d'entretien et des problèmes des filtres à particules diesel.

**Obstacles**

* techniques (les obstacles dus à l'immaturité de la technologie ou aux exigences opérationnelles) : Un post-traitement est toujours nécessaire pour satisfaire aux exigences de la phase V de la réglementation relative aux EMNR, mais l'utilisation d'urée dans la réduction catalytique sélective (SCR) pourrait être diminuée d'environ 20 % en employant le GTL au lieu d'un carburant diesel standard.
* juridiques (les obstacles liés à la réglementation et à la législation) :

Le cadre juridique (européen et national) doit être actualisé pour inclure le GTL comme carburant alternatif.

* financiers (les obstacles résultant de l'accès aux fonds ou de la rentabilité) :

Les obstacles financiers à l'emploi du carburant GTL sont importants. Malgré l'absence de dépenses d'investissement, le GTL est, et devrait rester, entre 5 et 10 % plus cher qu'un combustible fossile standard. Les propriétaires de bateaux se servant du GTL pour la propulsion subissent un désavantage concurrentiel, car cette différence de prix n'est pas compensée par des frais de fonctionnement inférieurs et n'entraîne qu'une baisse marginale des dépenses d'entretien.

* marché (les obstacles liés à la situation du marché, à l'infrastructure et à la chaîne d'approvisionnement) :

Le marché se développe encore et le GTL n'est pas encore disponible à grande échelle. À l'heure actuelle, le GTL est distribué uniquement le long du Rhin inférieur ainsi qu'à Hambourg et ce, par un seul fournisseur.

**Mesures et outils permettant de surmonter ces obstacles**

L'écart de prix doit être réduit. Les avantages pour l'environnement (en termes de diminution des émissions de polluants atmosphériques) et la facilité de mise en œuvre jouent en faveur d'une adoption généralisée du carburant GTL pour les bateaux de navigation intérieure, mais une aide est nécessaire au vu des coûts de fonctionnement plus élevés. Sans un cadre juridique et financier propice dans lequel il est notamment prévu de subventionner le coût élevé du carburant GTL, il est peu probable que les propriétaires de bateaux s'approvisionneront en GTL.

Les conventions fluviales en vigueur empêchent l'introduction de taxes sur le carburant qui constitueraient une incitation financière à utiliser des carburants plus propres (comme c'est le cas dans le secteur des voitures de tourisme). Cet aspect est important, car les obstacles financiers sont ici considérables.

Des systèmes embarqués de mesure des émissions et de la consommation de carburant à plein régime sont nécessaires pour analyser et démontrer la réduction potentielle et contribueront à encourager des programmes d'incitation. Des études plus approfondies sont également requises pour mettre en exergue le rendement du moteur et les coûts du cycle de vie.

|  |
| --- |
| ***Acteurs :***   * fournisseurs de carburant ; * fournisseurs de dispositifs de surveillance ; * propriétaires de bateaux/sociétés propriétaires de navires ; * institutions financières privées ; * propriétaires de marchandises ; * autorités européennes, nationales et commissions fluviales * terminaux de transbordement et ports (fluviaux).   ***Démonstration et application des mesures et outils :***   * Projets de démonstration et diffusion des connaissances.   ***Projets coopératifs :***   * transfert modal et carburants à faible teneur en carbone ; * moteurs à deux combustibles (en association avec le GNL) ; * moteurs hybrides (en combinaison avec des dispositifs électriques) ; * nouveau concept de navigation : « Sail on fuel reduction » (navigation en réduisant la consommation de carburant) ; * subvention « Innovatie Duurzame Binnenvaart » (du ministère néerlandais des Infrastructures et de l'Environnement : EICB) ; * CLINSH (Navigation intérieure propre) (programme LIFE : Shell, province de Hollande-Méridionale et EICB).   ***Actions de l'EIBIP et calendrier :***   * activités de sensibilisation encourageant l'intégration du carburant GTL dans les mécanismes d'incitation existants ; * élaboration d'un indice des prix des carburants actualisé, en préparation des futures activités destinées à réduire l'écart de prix ; * recueillir des données de l'industrie et les intégrer à l'Éco-calculateur du transport fluvial et au Radar d'innovation ; * continuer à alimenter l'Éco-calculateur du transport fluvial en statistiques actuelles (priorité moyenne, court terme). |

### Biocarburants

Les biocarburants se présentent sous différentes formes et peuvent répondre à des besoins énergétiques divers. Ils peuvent être divisés en deux générations :

* Les biocarburants de première génération : issus du sucre, de l'amidon ou d'huiles végétales, ils diffèrent de la deuxième génération, car leur matière première (la plante ou l'algue à partir de laquelle ils sont générés) n'est pas durable/écologique ou car il s'agit d'huiles végétales primaires, nécessitant donc des terres arables pour leur culture. Utilisés en grande quantité, ils auraient un impact significatif sur l'affectation des sols. Les biocarburants de première génération sont les biocarburants d'origine et représentent la majorité de ceux qui sont employés actuellement. Techniquement, le biodiesel de type EMAG (ester méthylique d'acide gras) présente un potentiel limité en raison de problèmes de dégradation et de corrosion. Il est préférable de l'utiliser en petite quantité (jusqu'à 5 % ou 7 %) dans des mélanges avec du diesel. De bonnes pratiques d'entretien en matière de carburant (filtres, ventilation et séparation de l'eau) devraient permettre d'éviter tout problème de dégradation. L'efficacité de la réduction des GES dépend de la matière première (type et origine de l'huile végétale). Avec certaines matières premières, l'on peut s'attendre à des émissions élevées du fait du changement indirect dans l'affectation des sols. Ceci peut conduire à des émissions de GES supérieures à celles du diesel.
* Les biocarburants de deuxième génération : ils sont plus durables, puisqu'ils proviennent de matières premières plus durables. Dans ce cas, le terme « durable » se définit par la disponibilité des matières premières, les conséquences de leur utilisation sur les émissions de GES, leur impact sur la biodiversité, ainsi que leur effet sur l'affectation des sols (eau, approvisionnement alimentaire, etc.). Pratiquement durables, les biocarburants perfectionnés de deuxième génération sont supérieurs ou égaux, du point de vue technique, au diesel fossile. Un exemple de produit de ce type disponible dans le commerce est le HVO (huile végétale hydrotraitée), qui est fabriqué à partir d'huiles usagées ou de résidus industriels. Des carburants obtenus à partir de la biomasse forestière et de déchets agricoles sont en cours de développement et devraient arriver sur le marché d'ici à 5 ans. Ils sont déjà utilisés dans certains types de camions.

Ce rapport se limitera aux biocarburants (biodiesels) adaptés à des moteurs diesel.

Le HVO ne contient pas d'oxygène. Selon la société GoodFuels, qui intervient déjà dans certains projets pilotes concernant des bateaux de navigation intérieure, les réductions de NOx obtenues grâce au recours au biodiesel sont de 10 % à 30 % par rapport au diesel fossile, tandis que les émissions de MP diminuent de 30 % à 70 % par comparaison avec ce dernier. Ces deux pourcentages de réduction dépendent du type de moteur, sachant qu'en général l'on obtient des diminutions plus importantes sur les moteurs plus anciens. Le HVO est généralement issu d'huiles végétales, comme l'EMAG, mais il peut également être obtenu à partir de graisses animales. L'empreinte en termes de GES varie selon la matière première utilisée et peut être considérablement réduite (à hauteur de 80 %).

**Obstacles**

* financiers (les obstacles résultant de l'accès aux fonds ou de la rentabilité) :

Le coût des biocarburants est deux à trois fois plus élevé que celui du diesel et les propriétaires de bateaux ne sont pas prêts à payer davantage.

* connaissances (les obstacles découlant d'un manque d'expertise ou de compétences) :

Il est nécessaire de mieux connaître les biocarburants perfectionnés par rapport à l'EMAG. La situation au regard des mécanismes d'incitation existants n'est pas claire (par exemple, l'Index environnemental des navires (ESI)/Green Award).

* marché (les obstacles liés à la situation du marché, à l'infrastructure et à la chaîne d'approvisionnement) :

Des lieux de ravitaillement communs (avec les fournisseurs de combustibles fossiles) sont nécessaires.

**Mesures et outils permettant de surmonter ces obstacles**

* objectifs de réduction du CO2 pour le secteur ;
* mesures d'incitation/financement en matière de CO2;
* formation aux biocarburants perfectionnés ;
* système simple de gestion du carburant.

|  |
| --- |
| ***Acteurs :***   * fournisseurs de carburant ; * fournisseurs de systèmes de surveillance embarqués ; * propriétaires de bateaux/sociétés propriétaires de navires ; * propriétaires de marchandises ; * autorités européennes et nationales ; * terminaux de transbordement et ports (fluviaux).   ***Démonstration et application des mesures et outils :***   * présenter et diffuser les résultats des projets de démonstration concernant l'application des éléments suivants :   + transfert modal et carburants à faible teneur en carbone ;   + moteurs à deux combustibles (en association avec le GNL) ;   + moteurs hybrides (en combinaison avec des dispositifs électriques) ;   + nouveau concept de navigation : « Sail on fuel reduction » (navigation en réduisant la consommation de carburant).   ***Projets coopératifs :***   * programme de subventions « Innovatie Duurzame Binnenvaart » (du ministère néerlandais des Infrastructures et de l'Environnement : EICB) ; * CLINSH (Navigation intérieure propre) (programme LIFE : Shell, province de Hollande-Méridionale et EICB).   ***Actions de l'EIBIP et calendrier :***   * renforcement de la sensibilisation. L'EIBIP pourrait notamment se charger de la communication à propos des biocarburants destinés à la propulsion et de leur intégration aux mécanismes d'incitation existants ; * pas d'actions concernant la réduction de l'écart de prix ; * recueillir des données de l'industrie et les intégrer à l'Éco-calculateur du transport fluvial et au Radar d'innovation ; * continuer à alimenter l'Éco-calculateur du transport fluvial en statistiques actuelles (priorité moyenne, court terme). |

### Méthanol

Le méthanol (CH3OH) est principalement obtenu par l'oxydation catalytique du méthane du gaz naturel. Il existe également des solutions intéressantes de production de biométhanol à partir de matières premières renouvelables comme le bois/les déchets de bois, la liqueur noire provenant d'usines de pâte à papier ou de papier, ou la glycérine brute (un déchet de la production d'EMAG). Pour être utilisé dans un moteur diesel, le méthanol peut être transformé en éther diméthylique (DME), qui sera employé comme un carburant diesel. Il nécessite toutefois un système d'injection de carburant totalement nouveau et relativement complexe. Aucun moteur fonctionnant au DME n'est disponible dans le commerce. Une conversion au méthanol est probablement plus simple. Comme le gaz naturel, le méthanol peut alimenter aussi bien un moteur spécifique à allumage par étincelle qu'un moteur à deux combustibles. Le méthanol est ainsi actuellement utilisé sur un ferry de Stena Line, le Stena Germanica, ainsi que dans des moteurs à deux combustibles de camions en Chine. Quelques études (par exemple, EffShip, SPIRETH) ont été menées sur le recours au méthanol comme carburant marin, mais jusqu'à présent uniquement sur des navires de haute mer, afin de respecter les exigences concernant les combustibles à faible teneur en soufre. Actuellement, le méthanol est généralement utilisé dans des moteurs à deux combustibles, en association avec du diesel.[[2]](#footnote-2) Les problèmes de stockage sont limités, contrairement au GNL.

**Obstacles**

* techniques (les obstacles dus à l'immaturité de la technologie ou aux exigences opérationnelles) :

Le méthanol n'est pas encore disponible pour les bateaux de navigation intérieure. Dans le cadre du projet PROMINENT, il a été conclu que le niveau actuel de maturité technologique (TRL) était de 3 (viadonau et al., 2015). Le recours au méthanol nécessiterait une adaptation des moteurs diesel, qui est extrêmement complexe et risquée pour une activité de transport (nombreux raccordements à vérifier), ou bien l'installation de nouveaux moteurs au méthanol. Le contenu énergétique du méthanol est bien inférieur à celui du diesel à faible teneur en soufre et un espace doit être prévu pour le réservoir de carburant. Le méthanol présente probablement le même potentiel en termes de faibles émissions que le gaz naturel, mais le niveau réel d'émissions dépendra du type de système de combustion (moteur à combustible unique et à allumage par étincelle ou à deux combustibles). Les niveaux d'émission de la phase V sont probablement réalisables avec un post-traitement relativement simple.

* juridiques (les obstacles liés à la réglementation et à la législation) :

Le méthanol possède un point d'éclair bas (11 à 12 °C), ses flammes sont invisibles, il est toxique au contact de la peau, se fixe sur les cellules du cerveau et, s'il est inhalé, a une vapeur plus dense que l'air (DNV GL, 2014 ; Huang, 2015). Ces problèmes de sécurité rendent le recours au méthanol dans les bateaux de navigation intérieure complexe du point de vue juridique.

* financiers (les obstacles résultant de l'accès aux fonds ou de la rentabilité) :

Incertitude de l'investissement. Les coûts de carburant pour le méthanol lui-même sont légèrement plus élevés à ceux du GNL.

* connaissances (les obstacles découlant d'un manque d'expertise ou de compétences) :

Connaissances insuffisantes concernant l'utilisation du méthanol et les complexités de l'obtention d'une autorisation ou d'une exemption pour l'utilisation de ce carburant.

* marché (les obstacles liés à la situation du marché, à l'infrastructure et à la chaîne d'approvisionnement) :

Absence d'infrastructures de ravitaillement en (bio-) méthanol, même si le méthanol ne nécessite qu'une capacité de stockage limitée.

**Mesures et outils permettant de surmonter ces obstacles**

Il est nécessaire de mener des études sur l'utilisation du méthanol dans les bateaux de navigation intérieure.

|  |
| --- |
| Acteurs :   * constructeurs de moteurs ; * sociétés propriétaires de navires ; * transitaires, chargeurs, compagnies de navigation, entreprises de logistique ; * chantiers navals, fournisseurs et services maritimes ; * autorités portuaires et organismes de réglementation concernés ; * universités et établissements d'enseignement ; * associations et sociétés de classification ; * entités politiques et administratives aux niveaux municipal, étatique, fédéral et européen ; * médias.   Démonstration et application des mesures et outils :   * Des études et des démonstrations concernant le méthanol sont prévues dans le cadre de projets de recherche actuels et futurs.   Projets coopératifs :   * LeanShips (H2020 : université de Gand, chantier naval Damen, Netherlands Maritime Technology), concernant l'utilisation du méthanol comme carburant alternatif ; * autres études prévues dans les futurs appels d'offres H2020.   Actions de l'EIBIP et calendrier :   * Contributions au programme de recherche sur le potentiel de ces technologies (priorité faible, long terme). |

### Éthanol

L'éthanol, ou alcool éthylique, (C2H5OH) est un liquide incolore et inflammable, présentant une légère odeur chimique. Le bioéthanol est actuellement fabriqué en grandes quantités pour être utilisé comme carburant en mélange avec de l'essence dans des véhicules. La combustion de l'éthanol pur avec l'oxygène produit du dioxyde de carbone et de l'eau :

C2H5OH  +  3O2  ->  2CO2  +  3H2O

Le bioéthanol peut être obtenu à partir de plantes sucrières (première génération, ayant donc une durabilité limitée) ou de matériaux cellulosiques (résidus végétaux et déchets de bois, deuxième génération). L'éthanol (comme le gaz naturel et le méthanol) est idéal pour les moteurs à allumage par étincelle en raison de son indice d'octane élevé et par conséquent de son pouvoir énergétique important. Au Brésil, il est également utilisé comme carburant pur (100 %) dans des moteurs de voiture à allumage par étincelle. Scania propose un moteur éthanol-HD, qui est principalement utilisé pour des autobus urbains. Il s'agit d'un moteur à cycle diesel. L'intégration à l'éthanol d'un additif améliorant l'allumage permet de provoquer l'allumage. Les moteurs au gaz naturel destinés au transport fluvial peuvent probablement être assez facilement adaptés à l'éthanol, soit en version à combustible unique et à allumage par étincelle, soit en version à deux combustibles avec une injection (pilote) diesel pour amorcer la combustion. Il n'existe actuellement aucune infrastructure de ravitaillement en éthanol pour le transport fluvial. Ceci ne serait pas nécessairement très complexe à mettre en place, au vu de l'infrastructure existante en matière d'éthanol dans le secteur automobile.

**Obstacles**

* techniques (les obstacles dus à l'immaturité de la technologie ou aux exigences opérationnelles) :

L'éthanol nécessite d'apporter certaines modifications au moteur et au réservoir de carburant (système d'injection de carburant, type d'allumage). Le réservoir de carburant, le circuit d'alimentation en combustible et le système d'injection doivent être fabriqués en matériaux résistant à la corrosion.

* juridiques (les obstacles liés à la réglementation et à la législation) :

L'éthanol possède un point d'éclair bas de 12 °C et ses flammes sont moins visibles que celles du diesel. Ces problèmes de sécurité rendent le recours au méthanol dans les bateaux de navigation intérieure complexe du point de vue juridique.

* financiers (les obstacles résultant de l'accès aux fonds ou de la rentabilité) :

Les coûts de carburant sont nettement plus élevés que ceux du diesel.

* marché (les obstacles liés à la situation du marché, à l'infrastructure et à la chaîne d'approvisionnement) :

Absence d'infrastructures de ravitaillement en (bio-) éthanol.

**Mesures et outils permettant de surmonter ces obstacles**

Il est nécessaire de mener des études sur l'utilisation de l'éthanol dans les bateaux de navigation intérieure.

|  |
| --- |
| ***Acteurs :***   * constructeurs de moteurs ; * propriétaires de bateaux et compagnies de navigation fluviale, incluant le transport de passagers ; * transitaires, chargeurs, compagnies de navigation, entreprises de logistique ; * chantiers navals, fournisseurs et services maritimes ; * autorités portuaires et organismes de réglementation concernés ; * universités et établissements d'enseignement ; * associations et sociétés de classification. * entités politiques et administratives aux niveaux municipal, étatique, fédéral et européen ; * médias.   ***Démonstration et application des mesures et outils :***   * Scania fabrique des moteurs à l'éthanol destinés à des autobus urbains, notamment en Suède et aux Pays-Bas.   ***Projets coopératifs :***   * Pas connus avec certitude dans le domaine de la navigation.   ***Actions de l'EIBIP et calendrier :***   * Contributions au programme de recherche sur le potentiel de ces technologies (priorité faible, long terme). |

### Hydrogène

L'hydrogène peut servir à la fois de combustible pour des piles à combustible et de carburant pour des moteurs à combustion interne dans des bateaux. Paul Dieges a breveté en 1970 une modification des moteurs à combustion interne permettant à un moteur à essence de fonctionner avec de l'hydrogène. La combustion de l'hydrogène avec l'oxygène produit uniquement de l'eau, ce qui constitue un avantage significatif pour le transport fluvial :

2H2  +  O2  →  2H2O

Toutefois, les moteurs à hydrogène ne sont pas disponibles à l'heure actuelle pour les bateaux fluviaux de marchandises, et la logique d'utiliser de l'hydrogène pour un moteur à combustion, par opposition à un bon biocarburant, est très discutable. L'hydrogène peut être obtenu à partir de nombreuses sources, durables (éoliennes) ou non (conversion charbon-gaz). L'hydrogène est principalement utilisé pour générer de l'électricité à l'aide de piles à combustible (100 kW à 1 000 kW aux États-Unis). Une pile à combustible est un dispositif électrochimique de conversion d'énergie qui s'appuie sur une réaction chimique des ions d'oxygène et d'hydrogène, ainsi que sur l'utilisation d'un électrolyte et d'électrodes, pour transformer leur énergie chimique principalement en électricité, la chaleur et l'eau étant les seuls produits dérivés. Une pile à combustible génère plus efficacement de l'électricité qu'un moteur à combustion, même si les différences peuvent être minimes pour de gros moteurs de bateaux. L'eau et la chaleur étant ses seules émissions, le recours à une pile à combustible à hydrogène est nettement plus propre que la combustion de carburant (comme du diesel) dans un moteur à combustion. Le volume et le poids du stockage de H2 à bord d'un navire sont importants. Ils sont environ 12 fois supérieurs à ceux du carburant diesel, pour le stockage cryogénique de H2. Pour le H2 comprimé, ces chiffres seraient encore plus élevés. De ce fait, l'utilisation du H2 comme carburant serait plus adaptée à des transports régionaux et nationaux ne dépassant pas quelques centaines de kilomètres. L'on peut citer à titre d'exemple des ferries, des navires-ateliers, des croisières fluviales et sur des canaux de courte distance, ainsi que le transport de marchandises sur de courtes distances.

**Obstacles**

* techniques (les obstacles dus à l'immaturité de la technologie ou aux exigences opérationnelles) :

Il n'existe pas actuellement de piles à combustible ou de moteurs à combustion interne à hydrogène destinés aux bateaux de navigation intérieure.

Bien que l'hydrogène permette d'éliminer la quasi-totalité des matières particulaires et du carburant imbrûlé, il pourrait également générer davantage d'émissions de NOx qu'un carburant traditionnel, car son point d'explosion pourrait être plus élevé (à vérifier).

Uniquement en association avec des blocs d'alimentation et une propulsion électrique.

Le stockage du H2 nécessite un grand volume et représente un poids important à bord d'un bateau.

* juridiques (les obstacles liés à la réglementation et à la législation) :

Le stockage d'hydrogène à bord de navires doit être encadré par la réglementation. L'hydrogène peut également être stocké sous forme liquide ou gazeuse (350 et 700 bar).

* financiers (les obstacles résultant de l'accès aux fonds ou de la rentabilité) :

Les coûts devraient être élevés. Les frais réels d'investissement et de fonctionnement étant inconnus, il est difficile de savoir si l'analyse de rentabilité concernant l'utilisation des piles à combustible sera positive. Le coût du H2 est supérieur à celui du diesel standard (une voiture coûte 7 €/100 km avec du diesel, mais 10 €/100 km avec du H2).

* culturels (les obstacles dus à des habitudes de comportement) :

Les utilisateurs finaux sont réticents à utiliser de l'hydrogène à bord d'un bateau. L'hydrogène étant plus léger que l'air et inflammable, il est susceptible de provoquer des réactions violentes avec l'oxygène dans l'air (en s'enflammant ou même en explosant).

* marché (les obstacles liés à la situation du marché, à l'infrastructure et à la chaîne d'approvisionnement) :

Infrastructure de ravitaillement inexistante et très complexe.

**Mesures et outils permettant de surmonter ces obstacles**

Travail de R&D requis concernant l'utilisation de l'hydrogène dans les bateaux de navigation intérieure.

Un cadre juridique doit être mis en place.

|  |
| --- |
| ***Acteurs :***   * constructeurs de moteurs ; * propriétaires de bateaux et compagnies de navigation fluviale, incluant le transport de passagers ; * transitaires, chargeurs, compagnies de navigation, entreprises de logistique ; * chantiers navals, fournisseurs et services maritimes ; * autorités portuaires et organismes de réglementation concernés ; * universités et établissements d'enseignement ; * associations et sociétés de classification ; * entités politiques et administratives aux niveaux municipal, étatique, fédéral et européen ; * médias.   ***Démonstration et application des mesures et outils :***   * démonstration de l'utilisation de liquides organiques porteurs d'hydrogène (LOHC) avec une alimentation électrique terrestre ; * installations de stockage à bord plus compactes.   ***Projets coopératifs :***   * Power to Flex (Interreg5A : entre autres, Hanzehogeschool Groningen, Hochschule Emden/Leer), concernant l'utilisation de l'hydrogène au service de la mobilité ; * e4ships (ministère fédéral allemand des Transports et de l'Infrastructure numérique), concernant l'utilisation des piles à combustible dans l'industrie maritime.   ***Actions de l'EIBIP et calendrier :***   * contributions au programme de recherche sur le potentiel de ces technologies (priorité faible, long terme) ; * conférence relative aux piles à combustible (3e trimestre 2017, D-ZIB, Duisbourg). |

## La consommation d'énergie

La vision du transport fluvial comme le mode de transport le plus écologique résulte principalement de sa faible consommation d'énergie par tonne-kilomètre. Il reste toutefois une marge de progression. Des améliorations peuvent être obtenues de différentes manières, à commencer par l'hydrodynamique des bateaux et leur propulsion, ainsi que leur utilisation de cette dernière, en naviguant de la manière la plus économe en énergie. Idéalement, l'optimisation d'un bateau, de sa conception et de sa propulsion doit respecter le profil opérationnel du bateau. Toutes ces mesures peuvent aboutir à une consommation moindre d'énergie et de carburant. Ceci entraîne non seulement une empreinte carbone réduite, mais aussi une diminution des coûts de fonctionnement et souvent une analyse de rentabilité positive du fait de l'application de ces mesures.

Dans ce chapitre, nous aborderons d'abord la navigation économe en énergie dans l'article 4.2.1, puis la conception de navires économes en énergie dans l'article 4.2.2. La propulsion hybride/diesel-électrique, ainsi que la propulsion électrique, seront respectivement évoquées dans les articles 4.2.3 et 4.2.4.

### La navigation économe en énergie

Ce concept, également appelé « Smart Steaming » ou conduite intelligente, correspond au fait de naviguer de la manière la plus optimale, en tenant compte des interactions entre le bateau et les caractéristiques du moteur, des paramètres du chenal et de la vitesse du bateau. La consommation d'énergie peut être réduite en adaptant le profil de vitesse du bateau à celui de la voie navigable, à l'aide des mesures suivantes :

* l'adaptation de la vitesse (puissance) en fonction de la profondeur de l'eau, de la largeur du chenal et du (contre-) courant ;
* le choix de la trajectoire de navigation optimale en termes de profondeur de l'eau et de vitesse du courant ;
* la fourniture des informations nécessaires au capitaine de manière efficace et facile d'utilisation. [[3]](#footnote-3)

L'un des exemples les plus connus de programmes encourageant la navigation économe en énergie est « Voortvarend Besparen », qui a été créé par le gouvernement néerlandais pour accroître la sensibilisation aux possibilités de navigation économe en énergie. Ce programme incluait notamment la mise en œuvre d'une formation pour les capitaines, un concours de réduction de la consommation de carburant et une subvention pour l'achat de compteurs de consommation de carburant. Depuis 2011, ce programme est géré par EICB. Parmi les nouveaux éléments initiés par EICB, l'on peut citer le développement de la formation sous la forme d'un module en ligne et d'une application pour smartphone (Econaut) permettant l'enregistrement et le suivi de la consommation de carburant et de l'empreinte carbone (en CO2 par t-km) d'un bateau.

Des activités liées à la navigation économe en énergie ont également été entreprises dans le cadre de plusieurs autres projets. En Allemagne, Topofahrt, une formation à la navigation économe en énergie, est coordonnée par l'institut DST. Similaires aux formations traditionnelles du programme Voortvarend Besparen, ces séances se composent d'un volet théorique et d'une partie pratique, cette dernière étant effectuée sur un simulateur de navire. DST a récemment mené un projet de recherche « Smart Steaming », visant à développer un système de commande comportemental pour la réduction de la consommation de carburant dans la navigation intérieure.

Les mesures réelles de la profondeur de l'eau jouent un rôle important dans la navigation économe en énergie. Elles ont été réalisées dans le cadre de projets tels que NEWADA DUO. Le concept d'un outil d'aide destiné aux capitaines faisait partie des travaux entrepris dans le cadre de projets de recherche précédents, comme CREATING (outil Advising Tempomaat) et MoVe-IT! /COVADEM (planificateur Economy Planner et mesures collaboratives de la profondeur de l'eau). Jusqu'à présent, les outils développés ne couvrent que partiellement le concept de navigation économe en énergie.

Dans le cadre du projet de recherche européen PROMINENT (et en France avec le Cerema, un organisme public offrant des conseils en ingénierie en matière de navigation fluviale et maritime), il est prévu de créer un outil de navigation économe en énergie, ainsi qu'une formation en ligne. Dans cet outil, les données hydrologiques réelles seront prises en compte afin de conseiller les capitaines sur les trajectoires et vitesse idéales. Une analyse coûts/avantages préalable a été réalisée dans le cadre de ces recherches. Elle s'est appuyée sur les conclusions des projets susmentionnés, en partant de l'hypothèse d'économies de carburant moyennes d'environ 14 % (au maximum).

**Obstacles**

* techniques (les obstacles dus à l'immaturité de la technologie ou aux exigences opérationnelles) :

Manque d'outils d'assistance embarqués en temps réel pour les capitaines. Jusqu'à présent, plusieurs tentatives de création d'un tel outil (par exemple, outils Advising Tempomaat ou Economy Planner), mais cela n'a pas encore abouti à un outil pleinement intégré.

Manque de solutions standard (car chaque bateau de navigation intérieure est spécifique).

* connaissances (les obstacles découlant d'un manque d'expertise ou de compétences) :

Un outil de navigation économe en énergie nécessite des données hydrologiques en 3D pour fournir des conseils sur la bonne trajectoire (position dans l'eau).

Absence de formations (en ligne) à l'échelle européenne en matière de navigation économe en énergie, avec la possibilité d'un simulateur.

**Mesures et outils permettant de surmonter ces obstacles**

* poursuite du développement d'une formation en ligne (Voortvarend Besparen et PROMINENT) ;
* un partage des connaissances et des outils à travers l'Europe est requis, ce qui nécessiterait la coopération d'un plus grand nombre d'établissements d'enseignement et de formation ;
* développement d'outils (Econaut et outil de navigation économe en énergie) fournissant des conseils sur :
  + l'optimisation de l'eau de ballast ;
  + les trajectoires.

|  |
| --- |
| ***Acteurs :***   * établissements d'enseignement et de formation ; * instituts de recherche ; * autorités gérant les chenaux ; * propriétaires de bateaux.   ***Démonstration et application des mesures et outils :***   * outil de navigation économe en énergie ; * Econaut ; * formation en ligne.   ***Projets coopératifs :***   * PROMINENT (H2020 : entre autres, Pro Danube, viadonau, TNO, DST et EICB), concernant l'utilisation d'un outil d'aide à la navigation économe en énergie et la création d'une formation en ligne ; * Voortvarend Besparen (SPB/STC), sur la sensibilisation à la navigation économe en énergie, le recours à la formation (en ligne) et l'application Econaut ; * Topofahrt (DST), concernant l'utilisation de la formation et les principes de la navigation économe en énergie ; * Smart Steaming (IPRI/DST), sur le recours à un outil d'aide à la navigation économe en énergie ; * Covadem (entre autres, MARIN, Deltares et Autena Marine), à propos de l'emploi de mesures collaboratives de la profondeur de l'eau au service d'une navigation économe en énergie ; * Projet MariTIM (MARIKO) : ECO2 Inland Vessel ; * Projet MariGreen (MARIKO) :   + état optimisé du bateau, maintenance selon l'état et simulation du transport dans un environnement logistique co-modal.   ***Actions de l'EIBIP et calendrier :***   * Promotion et diffusion de divers résultats de projets :   + Econaut (court terme) ;   + Voortvarend Besparen et Topofahrt (court terme) ;   + Utiliser les conclusions du projet PROMINENT (outil de navigation économe en énergie et formation en ligne) (moyen terme). * Conférence sur la navigation économe en énergie (BATELIA, Strasbourg ou Paris). * Conception et mise en œuvre d'un programme de conseils en matière de navigation intérieure (comprenant des « conseils numériques » à bord). * Création et mise à disposition d'une « banque de connaissances » sur Internet regroupant les innovations, les technologies et des prestataires de services innovants en matière de transport fluvial. * Mise au point et utilisation d'instruments de mesure (par exemple, calculateur de CO2 Econaut, Éco-calculateur du transport fluvial, outil relatif au coût total de possession, etc.). * Échange d'informations à propos des nouveaux concepts et technologies (par exemple, lors d'événements). * Élaboration et diffusion des « meilleures pratiques en matière d'innovation » pour le transport fluvial. * Création et mise à disposition d'une « banque de connaissances » sur Internet regroupant les innovations, les technologies et des prestataires de services innovants en matière de transport fluvial. * Soutenir la poursuite du développement des formations concernant les voies navigables intérieures, avec des modules sur le thème de l'innovation. * Initiation et développement de programmes de formation concernant le transport fluvial. |

### Conception de navires économes en énergie

Pour diminuer la résistance, il est nécessaire d'apporter des améliorations hydrodynamiques ou de concevoir des navires économes en énergie. Dans le cadre du projet de recherche FP7 MoVe-IT! (Modernisation des bateaux de transport fluvial), plusieurs formes d'améliorations hydrodynamiques ont été identifiées. [[4]](#footnote-4) Celles-ci permettent de réduire la résistance. Ces améliorations nécessitent tout d'abord une bonne compréhension des résultats hydrodynamiques de la conception d'une coque, ce qui peut se faire à l'aide de la CFD (dynamique des fluides computationnelle) et de bassins d'essais des carènes (par exemple, DST, MARIN). Non seulement la conception de la coque peut permettre de diminuer la résistance, mais il existe aussi des expériences utilisant des systèmes de chambre à air (ACES) ou de lubrification à air, limitant la surface en contact direct avec l'eau et par conséquent la résistance, ainsi que de nouveaux essais de propulsion (pompe hélice).

La conception de la coque constitue un aspect intéressant pour les bateaux neufs, mais difficile (voire impossible) à intégrer dans le cadre de rénovations. Dans de tels cas, il n'existe que quelques autres options en termes de concepts et configurations de l'hélice, du tunnel et du gouvernail, comme la pompe hélice ou le tunnel ajustable.

**Obstacles**

* techniques (les obstacles dus à l'immaturité de la technologie ou aux exigences opérationnelles) :

Il n'est pas facile d'accroître les performances des bateaux de navigation intérieure existants, car la plupart de ces améliorations sont conçues pour des navires neufs.

* connaissances (les obstacles découlant d'un manque d'expertise ou de compétences) :

Concernant la lubrification à air et les autres configurations d'hélice, de tunnel et de gouvernail : effets inconnus et non encore démontrés, ou les possibilités existantes ne sont pas connues sur le marché.

**Mesures et outils permettant de surmonter ces obstacles**

* démontrer et diffuser des informations sur les autres configurations possibles ;
* bassins d'essais des carènes et CFD pour les bateaux neufs.

|  |
| --- |
| ***Acteurs :***   * instituts de recherche ; * chantiers navals ; * bureaux de conception navale ; * fournisseurs d'hélices.   ***Démonstration et application des mesures et outils :***   * bateau EcoLiner de Damen, utilisant le système de lubrification à air ; * pompe hélice (BATELIA/Shipstudio).   ***Projets coopératifs :***   * Projet MariTIM : ECO2 Inland Vessel ; * Projet MariGreen : état optimisé du bateau et maintenance selon l'état.   ***Actions de l'EIBIP et calendrier :***   * Lignes directrices MoVe-IT! dans le cadre du Radar d'innovation (court/moyen terme) |

### Propulsion hybride/diesel-électrique

Les bateaux hybrides naviguent en utilisant au moins deux sources d'énergie, et ce, séparément ou simultanément. Les générateurs et moteurs principaux s'appuyant sur une source d'énergie à base de carburant sont associés à un dispositif intégré de stockage d'énergie électrique sous forme de batteries/blocs d'alimentation, afin d'hybrider la production d'énergie et de faciliter l'optimisation du moteur principal. Un moyen de progresser vers une propulsion entièrement électrique (à l'avenir) pourrait être la génération d'énergie électrique à partir de piles à combustible.

|  |
| --- |
| Figure 1 : schéma d'un système énergétique entièrement hybride pour la propulsion et à quai, incluant l'alimentation électrique des navires à quai |
| Figure 2 : schéma d'un système énergétique entièrement hybride pour la propulsion et à quai, incluant l'alimentation électrique des navires à quai[[5]](#footnote-5) |

Il est possible d'utiliser la propulsion directe et/ou électrique pour naviguer.

Propulsion directe : la source d'énergie à base de carburant est la seule source de propulsion et elle est directement reliée à l'hélice par le biais de l'embrayage.

Propulsion électrique : l'électricité est la seule source d'énergie pour la propulsion. L'énergie électrique peut provenir de la batterie/de blocs d'alimentation et/ou de groupes électrogènes. Les blocs d'alimentation peuvent être utilisés pour le nivellement des courbes de charge, l'écrêtement des points ou pour une propulsion entièrement électrique, par exemple dans des domaines où un taux d'émissions nul est requis.

Les avantages de la propulsion hybride seraient :

* l'amélioration des performances et de la flexibilité des bateaux, notamment grâce à un meilleur profil opérationnel ;
* une réduction de la consommation de carburant, un rendement optimisé du moteur ;
* une diminution des émissions grâce à la consommation de carburant moindre (et à l'utilisation optimisée du moteur) ;
* des coûts de fonctionnement plus faibles grâce à la baisse de la consommation de carburant ;
* des frais d'entretien réduits (sachant toutefois que les systèmes électriques nécessiteront plus de maintenance) ;
* un abaissement du niveau de bruit.

La propulsion hybride permet d'employer plus efficacement les sources d'énergie à base de carburant, en les allumant uniquement lorsque cela est nécessaire. Le carburant sera ainsi utilisé dans les cas où son rendement est supérieur. Ceci est également très bénéfique pour le bon fonctionnement de systèmes de contrôle des émissions des moteurs, comme un catalyseur SCR ou un filtres à particules diesel (FAP).

Cette solution est toutefois limitée par le rendement relativement faible des moteurs diesel : le système hybride entraînerait des économies de 5 % à 15 %, pour un coût d'investissement 1,3 à 2 fois supérieur (à confirmer). Le simple fait d'utiliser des moteurs diesel à injection électronique au lieu des anciens moteurs pourrait déjà permettre de réaliser jusqu'à 15 % d'économies.

Si la source d'énergie à base de carburant est employée pour produire de l'électricité, des déperditions d'énergie surviennent en raison de la conversion de la puissance mécanique en électrique, et inversement, pour générer la propulsion. De ce fait, il est très important d'avoir une connaissance approfondie du profil de navigation avant d'installer un système hybride dans un bateau.

**Obstacles**

* techniques (les obstacles dus à l'immaturité de la technologie ou aux exigences opérationnelles) :

Les systèmes doivent être adaptés aux bateaux. Il est relativement facile d'équiper les navires neufs de systèmes de propulsion hybride. L'installation a posteriori de systèmes de propulsion hybride/diesel- (ou gazéo-) électriques nécessite en revanche une rénovation majeure.

La propulsion hybride/diesel-électrique n'est pas destinée à réduire les émissions. Les sources d'énergie à base de carburant (les moteurs diesel) auront donc toujours besoin des techniques SCR et FAP pour respecter les exigences en la matière.

* financiers (les obstacles résultant de l'accès aux fonds ou de la rentabilité) :

Les coûts sont plus élevés, ce qui pourrait constituer un frein.

* connaissances (les obstacles découlant d'un manque d'expertise ou de compétences) :

Manque d'informations sur les performances des configurations hybrides. Les avantages ne sont pas suffisamment connus et il n'est pas clairement établi si les avantages l'emportent sur les coûts, ce qui limite l'intérêt à investir.

**Mesures et outils permettant de surmonter ces obstacles**

* mesures des performances pour démontrer les avantages de la propulsion hybride ;
* outils dédiés de modélisation et de simulation pour les configurations de bateaux hybrides.

|  |
| --- |
| ***Acteurs :***   * fournisseurs de dispositifs de surveillance ; * fournisseurs de technologies ; * propriétaires de bateaux et compagnies de navigation fluviale, incluant le transport de passagers ; * chantiers navals, fournisseurs et services maritimes ; * universités et établissements d'enseignement ; * associations et sociétés de classification.   ***Démonstration et application des mesures et outils :***   * fonds de durabilité (EICB/port de Rotterdam/ministère néerlandais des Infrastructures et de l'Environnement), voir chapitre 3 ; * présenter les résultats des bateaux existants disposant d'une configuration hybride ou diesel-électrique, comme les bateaux à moteur Nadorias (avec deux groupes électrogènes), Semper Fi et Duandra.   ***Projets coopératifs :***   * PROMINENT (H2020 : entre autres, ADS Van Stigt, TNO, Pro Danube, EICB), concernant la création d'un outil pour le redimensionnement et les configurations hybrides ; * CLINSH (Navigation intérieure propre) (programme LIFE : province de Hollande-Méridionale, port d'Anvers, EICB), sur les démonstrations et le suivi des bateaux diesel-électriques ; * E-Binnenschiff (NRW : DST), concernant les recherches en matière de configurations électriques ; * Projet MariTIM (Interreg Allemagne/Pays-Bas : MARIKO) : ECO2 Inland Vessel ; * Projet MariGreen (Interreg Allemagne/Pays-Bas : MARIKO) : système d'alimentation en énergie (« Plug and Play Energypack ») pour la navigation fluviale et le cabotage.   ***Actions de l'EIBIP et calendrier :***   * Des activités encourageant les groupes motopropulseurs hybrides en association avec de plus petits moteurs, comme les moteurs EURO VI marinisés, pourraient contribuer à une navigation écologique et efficace (priorité moyenne, moyen terme). * Encourager l'utilisation d'outils de modélisation et de simulation pour la conception de la configuration spécifique des bateaux (moteur électrique, groupes électrogènes et blocs d'alimentation) pour la propulsion hybride/diesel-électrique et la navigation entièrement électrique, en faisant le lien avec le coût total (priorité moyenne, moyen terme). * Favoriser le recours à des systèmes de gestion globale de l'énergie pour les blocs d'alimentation et les générateurs, au service d'une navigation efficace (priorité moyenne, moyen terme). * Promouvoir l'Éco-calculateur du transport fluvial (en cours). * Organiser un colloque sur la propulsion hybride/diesel-électrique au 3e trimestre 2017, pour renforcer la sensibilisation au regard des thèmes susmentionnés. |

### Propulsion électrique

Les bateaux entièrement électriques naviguent uniquement à l'aide de l'énergie électrique stockée dans leurs batteries/blocs d'alimentation. Par définition, de tels bateaux n'emploient pas de sources d'énergie à base de carburant. L'on parle aussi de « bateaux électriques à batterie ».

Une autre définition qui pourrait être retenue est qu'un bateau entièrement électrique n'utilise pas de moteur à combustion interne (MCI). Dans ce cas, des piles à combustible peuvent être ajoutées au système pour produire l'électricité nécessaire à la navigation (on parle alors de bateaux électriques à pile à combustible). En pratique, en raison des coûts et de la taille des batteries, un bateau électrique à batterie possède une autonomie maximale allant d'1 à 2 heures jusqu'à environ 15 heures. De ce fait, un tel dispositif ne convient qu'à des navires qui peuvent être rechargés quotidiennement (par exemple, pendant la nuit) ou plusieurs fois par jour (par exemple, pendant 10 minutes pour chaque traversée d'un ferry fluvial). Les bateaux électriques seraient également plus adaptés au transport de passagers, puisque le navire reste alors plus léger que lorsqu'il est rempli de marchandises. La conception globale du groupe motopropulseur électrique, des batteries et du système de charge doit être adaptée au profil opérationnel. Il est aussi recommandé de réduire la puissance nécessaire, par exemple en concevant le navire en composite ou en aluminium léger. De manière générale, si un bateau fonctionnant au diesel nécessite 1 kW par tonne-kilomètre de fret, un bateau électrique n'aurait besoin que de 0,5 kW/t-km. Cependant, cette puissance électrique requiert des batteries 130 fois plus grandes, avec un coût d'utilisation environ 10 fois plus élevé que celui du diesel.

|  |
| --- |
| Figure 3 : schéma d'un système énergétique entièrement électrique pour la propulsion et à quai, incluant l'alimentation électrique des navires à quai |
| Figure 4 : schéma d'un système énergétique entièrement électrique pour la propulsion et à quai, incluant l'alimentation électrique des navires à quai et les piles à combustible |

**Obstacles**

* techniques (les obstacles dus à l'immaturité de la technologie ou aux exigences opérationnelles) :

Un système de propulsion entièrement électrique sans pile à combustible embarquée a besoin d'être rechargé à l'aide de l'alimentation électrique à quai, ce qui signifie que le bateau doit accoster quotidiennement, ou même plusieurs fois par jour, pour être rechargé. La taille des batteries implique aussi des risques supplémentaires à bord.

* financiers (les obstacles résultant de l'accès aux fonds ou de la rentabilité) :

De manière générale, le coût d'investissement est très élevé, en raison du prix des batteries et de leur durée de vie prévue.

L'infrastructure de chargement est coûteuse, particulièrement pour le chargement à haute puissance (jusqu'à 1 000 kW).

* marché (les obstacles liés à la situation du marché, à l'infrastructure et à la chaîne d'approvisionnement) :

En raison de la capacité limitée du bloc-batterie, seules de courtes distances de navigation sont possibles, ce qui pourrait s'avérer difficile à accepter pour les propriétaires de bateaux.

**Mesures et outils permettant de surmonter ces obstacles**

* Réduction de la puissance et de l'énergie nécessaires, par exemple en concevant un navire léger.
* Les manipulations associées aux rechargements fréquents peuvent être éliminées grâce à des connecteurs inductifs ou conducteurs automatiques, installés dans le dispositif d'amarrage qui maintient le bateau en place.
* Un système de pile à combustible peut être ajouté pour prolonger l'autonomie d'un à deux jours.

|  |
| --- |
| ***Acteurs :***   * fournisseurs de technologies ; * propriétaires de bateaux et compagnies de navigation fluviale, incluant le transport de passagers ; * chantiers navals, fournisseurs et services maritimes ; * universités et établissements d'enseignement ; * associations et sociétés de classification.   ***Démonstration et application des mesures et outils :***   * fonds de durabilité, voir chapitre 3. * mettre en avant les possibilités de la navigation entièrement électrique en diffusant les résultats des projets de démonstration. L'on peut citer à titre d'exemple un transbordeur de voitures entièrement électrique en Norvège, le bateau électrique de croisière sur les canaux Barlaeus à Amsterdam ou le ferry Movitz en Suède.   ***Projets coopératifs :***   * E-Binnenschiff (NRW : DST), concernant les recherches en matière de configurations électriques ;   • MariTIM (MARIKO) : bateau de passagers ;  • MariGreen (« Plug and Play Energypack ») ;   * projet Siemens « Schwimmende Stromer », concernant l'utilisation d'un ferry à propulsion électrique ; * projet ReVolt de DNV GL, sur le concept d'un bateau de cabotage sans pilote et avec des émissions nulles.   ***Actions de l'EIBIP et calendrier :***   * Développement d'actions en faveur de la navigation entièrement électrique pour les bateaux locaux. |

## La réduction des émissions de polluants atmosphériques

Une technologie influant sur le processus de combustion consiste à mélanger le carburant à de l'eau, ce qui donne une émulsion homogène avant de pénétrer dans le cylindre. Cette émulsion carburant/eau peut permettre d'obtenir des gaz d'échappement plus propres. Cette technologie est décrite dans l'article 4.3.1 « Les technologies alternatives ». Le processus de combustion du carburant sera également affecté par de nouvelles technologies de moteur et/ou des systèmes de gestion du moteur plus intelligents, ce qui peut contribuer à assainir les gaz d'échappement. La réduction des polluants atmosphériques peut aussi résulter d'une utilisation plus efficace du carburant. Ces « Nouveaux concepts de moteur/optimisation des moteurs » sont évoqués dans l'article 4.3.2. Une dernière solution pour diminuer la pollution atmosphérique réside dans le nettoyage des gaz d'échappement à l'aide de systèmes de post-traitement, qui sont mentionnés dans l'article 4.3.3.

### Les technologies alternatives

**Émulsion carburant/eau**

L'émulsion carburant/eau constitue un exemple de technologie alternative. Dans le cadre de ce concept, un dispositif ajouté émulsionne et mélange le carburant avec l'eau, ce qui donne une émulsion homogène. Cette émulsion se compose de gouttelettes de carburant avec un noyau d'eau, qui sont injectées dans le moteur. Une « micro-explosion » divise chaque gouttelette de carburant en une multitude de gouttelettes plus petites, qui s'enflamment et brûlent plus facilement que les gouttes de plus grande taille. Ceci entraîne une réduction des zones de création potentielles de suie et de matières particulaires, un refroidissement de la température de la chambre de combustion et une diminution de la consommation de carburant.

**Obstacles**

* techniques (les obstacles dus à l'immaturité de la technologie ou aux exigences opérationnelles) :

L'émulsion carburant/eau doit être associée à la SCR pour réduire davantage les émissions de NOx, ainsi qu'à un FAP pour contribuer à diminuer les émissions de MP afin d'atteindre les normes d'émissions les plus ambitieuses, mais elle permet d'abaisser la consommation d'urée de la SCR.

* financiers (les obstacles résultant de l'accès aux fonds ou de la rentabilité) :

Les coûts d'investissement s'élèvent à 135 €/kW pour les petits moteurs et à 100 €/kW pour les plus gros (> 1 000 kW).

* connaissances (les obstacles découlant d'un manque d'expertise ou de compétences) :

Technologie inconnue. Des incertitudes subsistent quant à l'entretien du système et du moteur.

* marché (les obstacles liés à la situation du marché, à l'infrastructure et à la chaîne d'approvisionnement) :

L'émulsion carburant/eau est disponible pour le secteur du transport fluvial et utilisée sur quelques bateaux de navigation intérieure, mais n'est proposée que par une seule entreprise. De plus, l'utilisation de ce système nécessite la consultation du fournisseur du moteur, en particulier en ce qui concerne la garantie du moteur.

* culturels (les obstacles dus à des habitudes de comportement) :

Les parties prenantes s'interrogent sur les applications et le risque de corrosion du moteur, des opérations de maintenance lourdes seraient requises et des défaillances pourraient survenir dans les systèmes d'injection, susceptibles de conduire à l'annulation de la garantie du moteur et en particulier de l'équipement d'injection du carburant.

**Mesures et outils permettant de surmonter ces obstacles**

* mesurer les émissions et performances réelles de ces technologies ;
* calculer les coûts et avantages de leur application.

|  |
| --- |
| ***Acteurs :***   * fournisseurs de technologies ; * fournisseurs de dispositifs de surveillance ; * sociétés propriétaires de navires.   ***Démonstration et application des mesures et outils :***   * Présenter et diffuser les résultats des projets de démonstration (évoqués dans la rubrique « Projets coopératifs »).   ***Projets coopératifs :***   * CLINSH (Navigation intérieure propre) (programme LIFE : province de Hollande-Méridionale, port d'Anvers, NRW, EICB), concernant la démonstration de l'émulsion carburant/eau ; * Innovation Lab (province d'Overijssel, port de Rotterdam : Exomission, EICB), concernant la démonstration de l'émulsion carburant/eau ; * subvention « Innovatie Duurzame Binnenvaart » (du ministère néerlandais des Infrastructures et de l'Environnement : EICB), concernant la démonstration de l'émulsion carburant/eau ; * Projet MariTIM (MARIKO, Reederei Deymann) : ECO2 Inland Vessel.   ***Actions de l'EIBIP et calendrier :***   * soutenir les parties concernées/démonstrations (priorité moyenne, court terme) ; * mettre à jour et promouvoir l'Éco-calculateur du transport fluvial (priorité moyenne, court terme) ; * constituer et conserver un « Réseau d'innovation pour les voies navigables intérieures » en Allemagne, au moyen duquel des contacts ciblés entre les membres pourraient aboutir à des innovations ; * concevoir et mettre en œuvre un programme de conseils en matière de navigation intérieure (comprenant des « conseils numériques » à bord) ; * créer et mettre à disposition une « banque de connaissances » sur Internet regroupant les innovations, les technologies et des prestataires de services innovants en matière de transport fluvial. |

### Nouveaux concepts de moteur/optimisation des moteurs

Les réglementations EURO VI et EMNR de phase IV sont toutes deux entrées en vigueur en 2014, avec les niveaux d'émissions les plus stricts à ce jour (NOx < 0,4 [g/kWh], MP < 0,01 ou 0,025 [g/kWh]). Pour se conformer à la réglementation, les équipementiers ont recours à des technologies de post-traitement, comme la SCR et/ou la RGE, avec un FAP. Outre les systèmes de post-traitement, le développement des moteurs EURO VI et de phase IV s'est poursuivi :

• les systèmes d'injection ont évolué, passant de dispositifs à basse pression à des systèmes électroniques à haute pression pouvant atteindre 2 700 bar ;

• la pression de combustion s'élève à plus de 200 bar ;

• les turbocompresseurs sont désormais des modèles à géométrie variable, qui contribuent à la maniabilité ainsi qu'au respect des normes en matière d'émissions.

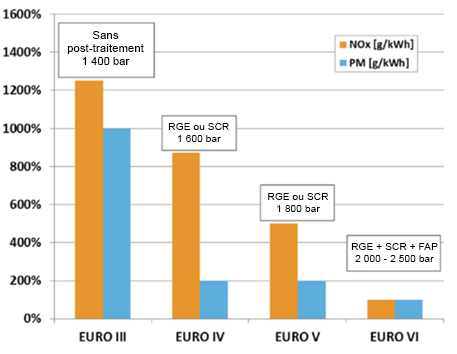


Figure 5 : progression des MP et du NOx entre EURO III et EURO VI

Les équipementiers ont adopté deux types de systèmes de post-traitement au vu des exigences de la réglementation EURO VI :

• la SCR et le FAP, en combinaison avec la RGE ;

• la SCR uniquement (SCR à haute efficacité).

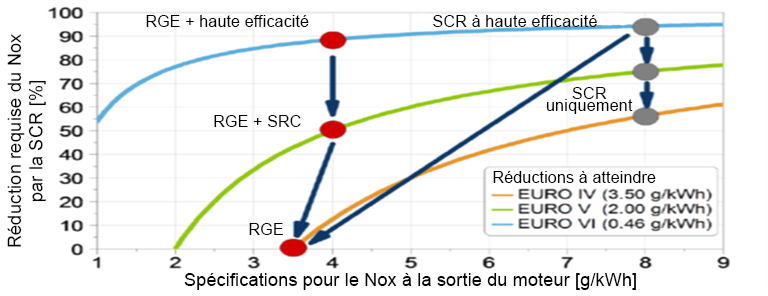


Figure 6 : concepts d'élimination du NOx des gaz d'échappement avec et sans recours à la RGE, visant à satisfaire aux exigences de la réglementation Euro IV

La solution s'appuyant uniquement sur la SCR offre quelques avantages par rapport au système de la RGE :

* amélioration du rendement du moteur et réduction des matières particulaires (MP) produites par la combustion ;
* conception compacte et minimaliste, à la fois en ce qui concerne le moteur et le système de post-traitement à haute efficacité, ce qui permet de diminuer le poids et occupe moins d'espace ;
* les produits de combustion ne retournent pas dans le cylindre ;
* pas de refroidissement supplémentaire nécessaire ;
* consommation spécifique de carburant moindre [g/kWh].

Les émissions de NOx plus importantes présentent l'inconvénient de nécessiter d'utiliser davantage d'AdBlue, ce qui influe sur les coûts de fonctionnement.

Les véritables nouveaux concepts de moteur sont rares, dans la plupart des secteurs. Les principaux changements au cours des dernières décennies sont l'ajout de la RGE, de la SCR et des FAP, ainsi que la limitation de leurs effets négatifs, c'est-à-dire une perte de rendement potentielle, l'usure, l'encrassement et les frais d'entretien. L'intégration de la RGE au transport fluvial n'est pas prévue, car elle accroît la complexité des moteurs et n'est pas nécessaire pour atteindre les niveaux de la phase V.

Des moteurs à faible rapport volumétrique pourraient constituer une alternative (Mazda, Iveco), tout comme des moteurs fonctionnant au GNL, qui ne polluent pas du tout (pas de NOx, pas de MP, ni de carburant imbrûlé).

**Obstacles**

* techniques (les obstacles dus à l'immaturité de la technologie ou aux exigences opérationnelles) :

La charge moyenne des moteurs de bateaux est supérieure à celle des moteurs de camions, ce qui pourrait entraîner des problèmes de durabilité quand un moteur conçu pour un camion est utilisé pour un bateau de navigation intérieure. La durée de vie prévue des moteurs de bateaux est également un peu plus longue : environ 30 000 heures pour les bateaux, par rapport à 20 000 à 25 000 heures pour les moteurs de camions.

* juridiques (les obstacles liés à la réglementation et à la législation) :

Les organismes de contrôle ainsi que les sociétés de classification ont défini des exigences pour les moteurs et les systèmes de propulsion destinés à être utilisés sur les voies navigables intérieures qui diffèrent des règles applicables sur la route. Par conséquent, des modifications supplémentaires des moteurs seront également requises pour tenir compte de ces impératifs de sécurité.

* connaissances (les obstacles découlant d'un manque d'expertise ou de compétences) :

La modification (marinisation) des moteurs de camion pour les adapter à une utilisation dans le cadre du transport fluvial est une solution bien connue. Toutefois, en pratique, seuls les moteurs allant jusqu'à Euro III sont actuellement modifiés pour respecter au maximum les exigences de phase II de la CCNR. À partir d'Euro IV, les moteurs sont devenus plus complexes et il n'existe aucun fournisseur pour ce type de moteur.

**Mesures et outils permettant de surmonter ces obstacles**

* Marinisation des moteurs EURO VI, conformément à la description qui figure dans le rapport « LNG for trucks and ships: fact analysis; Review of pollutant and GHG emissions » (Le GNL pour les poids lourds et les navires : analyse des faits ; examen des émissions de GES et de polluants).
* Les constructeurs de moteurs peuvent prolonger la durée de vie de ces derniers en améliorant la conception. Certains moteurs sont déjà conçus pour offrir une durabilité suffisante dans divers domaines d'application.
* La réglementation EMNR de phase V peut encourager le recours à de plus petits moteurs, au vu des exigences moindres pour les moteurs de moins de 300 kW. Il est probable que ces moteurs s'appuieront sur des plateformes communes avec les moteurs EMNR et Euro VI terrestres, à partir desquels des versions à faibles émissions (NOx < 0,4 g/kWh, MP < 0,01 ou 0,025 g/kWh) ont déjà été développées.

|  |
| --- |
| ***Acteurs :***   * constructeurs et fournisseurs de moteurs ; * propriétaires de bateaux/sociétés propriétaires de navires ; * constructeurs de navires ; * propriétaires de marchandises.   ***Démonstration et application des mesures et outils :***   * démonstration des émissions extrêmement faibles (NOx < 0,4 g/kWh) ; * le recours à des plateformes communes aux différents segments existe, mais n'est pas vraiment visible.   ***Projets coopératifs :***   * Projet MariGreen : système d'alimentation en énergie (« Plug and Play Energypack ») pour la navigation fluviale et le cabotage ; * LNG Initiative Nordwest : sécurité des moteurs.   ***Actions de l'EIBIP et calendrier :***   * Encourager le développement et l'utilisation de moteurs de camion EURO VI marinisés pour l'environnement EMNR. Ces moteurs pourraient parfaitement être adaptés à une utilisation dans des groupes électrogènes avec une propulsion hybride/diesel-électrique. * Organiser une conférence sur les moteurs Euro VI destinés aux bateaux de navigation intérieure au 4e trimestre 2017 (BATELIA Bruxelles). * Évoquer les programmes d'incitation ou d'écologisation axés sur les émissions extrêmement faibles (NOx < 0,4 g/kWh). Ceci permettra également d'encourager le recours à des moteurs Euro VI et des moteurs terrestres de phase IV. |

### Post-traitement

La réduction catalytique sélective du NOx (déNOx par SCR) est une technologie appliquée aux moteurs diesel pour réduire les émissions de NOx en injectant une solution d'urée et d'eau (AdBlue) dans les gaz d'échappement en amont du catalyseur SCR. Ceci génère de l'ammoniac (NH3), qui est absorbé par le catalyseur, transformant le NOx en azote diatomique (N2) et en eau (H2O).

Un filtre à particules diesel (FAP) permet de diminuer les émissions de matières particulaires provenant des gaz d'échappement du moteur. Le FAP le plus efficace est le modèle à parois filtrantes, généralement fabriqué à partir de matériaux en céramique présentant une structure alvéolée, les canaux de ce nid d'abeilles étant bouchés alternativement en entrée et en sortie du filtre. Selon l'association MECA (Manufacturers of Emission Controls Association), les matières particulaires sont capturées par interception et fixation des particules solides sur la paroi poreuse. Le filtre est conçu pour contenir une certaine quantité de suie. Pendant son fonctionnement, il se charge en particules en raison des dépôts importants de suie. Ceci peut conduire à l'augmentation de la contre-pression sur le moteur et, si cela n'est pas traité correctement, à l'encrassement du filtre. Par conséquent, il est important de maintenir une température moyenne suffisamment élevée, pour que les matières particulaires stockées soient régénérées (transformées en CO2) et que le filtre reste propre. Ceci est nécessaire pour empêcher celui-ci de se boucher, ce qui entraverait son fonctionnement. Il est également possible d'installer un système de régénération active spécifique, qui augmente périodiquement la température du filtre à un niveau plus élevé pour permettre une régénération plus rapide du filtre. Dans un FAP, des matériaux inorganiques sont également collectés, comme des additifs métalliques pour essence provenant du lubrifiant pour moteur. Ces derniers ne pouvant pas être éliminés par régénération, ils doivent être retirés mécaniquement en ouvrant le filtre et en soufflant pour les faire sortir. Ceci doit être fait une fois par an ou tous les deux ans.

La SCR et le FAP sont souvent combinés, car dans ce cas l'ensemble des émissions gazeuses et particulaires est réduit (de 70 % ou davantage) et, en général, ce système permet de respecter les dispositions législatives les plus strictes en matière d'émissions (futures). La SCR et le FAP fonctionnent généralement bien ensemble, améliorant l'efficacité de la SCR. L'une des options techniques proposées est la « technologie SCR sur FAP », dans laquelle le FAP joue également le rôle d'un catalyseur SCR. Ceci peut permettre d'obtenir une configuration plus compacte.

Il existe quelques autres solutions, comme des réservoirs d'eau ou la recirculation des polluants à l'intérieur du moteur, sans RGE.

**Obstacles**

* techniques (les obstacles dus à l'immaturité de la technologie ou aux exigences opérationnelles) :

Espace requis dans la salle des machines ; fiabilité à vérifier.

* juridiques (les obstacles liés à la réglementation et à la législation) :

Nécessite des modifications du cadre juridique (caractéristiques techniques des appareils) ;

* financiers (les obstacles résultant de l'accès aux fonds ou de la rentabilité) :

Pas de retour sur investissement ; durée de vie courte des filtres à particules ;

Les dépenses d'exploitation sont relativement élevées et l'espace requis au regard des exigences de la directive EMNR est encore plus difficile à mettre en place.

**Mesures et outils permettant de surmonter ces obstacles**

* Informations sur le coût total de possession.

|  |
| --- |
| ***Acteurs :***   * constructeurs et fournisseurs de moteurs ; * fournisseurs d'équipements de post-traitement ; * propriétaires de bateaux/sociétés propriétaires de navires ; * propriétaires de marchandises ; * autorités européennes, nationales et commissions fluviales ; * sociétés de classification ; * centres de connaissances.   ***Démonstration et application des mesures et outils :***   * présenter et diffuser les résultats des projets de démonstration ; * systèmes de surveillance embarqués pour démontrer les avantages de la technologie.   ***Projets coopératifs :***   * CLINSH (Navigation intérieure propre) (programme LIFE : province de Hollande-Méridionale, port d'Anvers, DCMR, EICB), concernant les systèmes de surveillance embarqués sur les bateaux ; * COBALD ; * INNOVATION LAB ; * PROMINENT ; * Projet MariGreen : catalyseur de méthane pour les moteurs au GNL ; * LNG Initiative Nordwest : sécurité des moteurs au GNL ; * capture, utilisation et stockage du carbone.   ***Actions de l'EIBIP et calendrier :***   * promouvoir les technologies de post-traitement éprouvées ; * encourager leur utilisation par le biais de programmes de financement. |

# Nouveaux concepts logistiques et de bateaux

Le transport fluvial est capable de proposer une grande variété de solutions d'expédition de marchandises. Toutefois, cette diversité n'est pas systématiquement exploitée de manière optimale. De plus, elle n'est pas toujours reconnue par les propriétaires de marchandises ou les opérateurs logistiques et, de ce fait, n'est pas nécessairement considérée comme une composante adéquate de la chaîne logistique. Malgré les ambitions inscrites dans les Livres blancs sur les transports (2001 et 2011) de faire évoluer les transports routiers de marchandises sur des distances particulièrement longues vers le transport par chemin de fer et par voie d'eau, la Cour des comptes européenne n'a constaté (en 2015) aucune amélioration significative de la part modale du transport fluvial (fluctuant autour de 6 %).[[6]](#footnote-6)

Dans ce domaine, l'EIBIP a adopté une approche en trois volets, dans le cadre de laquelle de nouveaux concepts logistiques et de bateaux pourraient conduire à une optimisation du transport fluvial et à redynamiser son image auprès des acteurs concernés en démontrant sa fiabilité et sa prévisibilité, outre ses avantages bien soulignés en termes de rentabilité et de respect de l'environnement. Ces deux aspects contribuent aussi à l'obtention de nouveaux flux de marchandises (le troisième volet de l'approche de l'EIBIP).

La première partie de ce chapitre traite des « Nouveaux concepts logistiques », en se focalisant sur l'optimisation du transport fluvial dans la chaîne logistique, et ce, pas uniquement pour les nouveaux types de marchandises, mais aussi en exploitant les possibilités offertes par la numérisation. L'article 5.2 décrit les « Nouveaux concepts de bateaux », c'est-à-dire les optimisations possibles à bord des bateaux. Enfin, l'article 5.3 « Nouveaux flux de marchandises » est axé sur la mise en place de nouveaux flux de marchandises (au moyen d'un transfert modal).

## Les nouveaux concepts logistiques

Les nouveaux concepts logistiques dans le secteur du transport fluvial permettront une meilleure utilisation des capacités existantes et disponibles des opérateurs. Un aspect majeur de ces concepts s'appuiera sur des services d'information à valeur ajoutée qui (ré-) utilisent et complètent les données existantes. Avec l'introduction des Services d'information fluviale (SIF), un grand nombre de données ont commencé à être collectées et utilisées dans le cadre de services d'information. Toutefois, ces services étaient focalisés sur la gestion du trafic et mis en place par des organismes publics, sans prendre en compte la gestion des transports. Les articles suivants de la Stratégie européenne de recours à l'innovation de l'EIBIP donnent un aperçu de trois aspects différents des concepts logistiques qui pourraient encourager la communauté à mettre en place de nouveaux services :

* la synchromodalité ;
* l'utilisation des SIF comme outil de gestion des transports ;
* les places de marché électroniques pour les flux de marchandises.

### La synchromodalité

Ces dernières années, la synchromodalité a été développée en tant que nouveau concept de transport multimodal. La plateforme néerlandaise « Synchromodaliteit » définit la synchromodalité comme le déploiement durable et très flexible de différents modes de transport dans un réseau, sous la direction d'un prestataire de services logistiques, pour que le client (le chargeur ou transitaire) se voie proposer une solution intégrée pour son transport (fluvial). Comme son nom le suggère, la synchromodalité requiert une approche intégrée impliquant aussi d'autres modes de transport. Un chargeur permet au prestataire de services logistiques de choisir entre ces modes de transport, en fonction de critères tels que la disponibilité et les délais. Ceci nécessite une synchronisation des réseaux de transport (même si les réseaux fluviaux eux-mêmes ne sont pas complètement synchronisés) et une méthode efficace de planification des transports.

La synchromodalité s'appuyant aussi sur la numérisation, le recours aux concepts évoqués dans les articles 4.1.2 et 4.1.3 est nécessaire. Les opérateurs logistiques utilisent et déploient continuellement leurs solutions TIC pour soutenir leurs processus internes et fournir des services aux utilisateurs finaux. Pour les utilisateurs finaux, l'information la plus importante est la fiabilité de la position des marchandises et l'heure d'arrivée prévue, des données qui sont déjà proposées par certains SIF. Les prestataires de services logistiques ont quant à eux besoin d'informations fiables sur les chenaux pour planifier l'itinéraire/les voyages/le chargement, ainsi que d'outils numériques harmonisés pour réduire la charge de travail et respecter leurs obligations de déclaration. Parmi les informations requises, l'on peut également citer le dédouanement des marchandises sur le site de l'expéditeur ou au niveau du terminal de chargement, ainsi que la disponibilité de créneaux pour les terminaux. Tout ceci peut être soutenu par des outils de planification qui (ré-) utilisent les informations des SIF (comme indiqué dans l'article 4.1.2) et échangent aisément des données pertinentes entre les acteurs concernés, tout en respectant toutes les procédures et règles de sécurité de l'information. De plus, les utilisateurs commerciaux doivent être encouragés à fournir du contenu, en plus de profiter des avantages prévus proposés par les autorités gérant les chenaux.

**Obstacles**

* techniques (les obstacles dus à l'immaturité de la technologie ou aux exigences opérationnelles) :

Requiert l'intégration des systèmes informatiques du transport fluvial avec les autres modalités, les prestataires de services logistiques et la tour de contrôle.

* juridiques (les obstacles liés à la réglementation et à la législation) :

Diverses obligations de déclaration (par exemple, en douane) selon les modes de transport ; responsabilité et propriété des données.

* financiers (les obstacles résultant de l'accès aux fonds ou de la rentabilité) :

Les opérateurs sont surchargés de formalités administratives, qui peuvent présenter des inconvénients du point de vue financier et administratif par rapport aux autres modes de transport.

* connaissances (les obstacles découlant d'un manque d'expertise ou de compétences) :

Le concept de transport synchromodal doit encore être développé.

* marché (les obstacles liés à la situation du marché, à l'infrastructure et à la chaîne d'approvisionnement) :

Nécessite des unités de chargement standard (conteneurisation).

Une synchronisation des connexions trimodales est nécessaire.

* culturels (les obstacles dus à des habitudes de comportement) :

Le « monde extérieur » considère le transport fluvial comme un mode de transport en partie inefficace et peu fiable, du fait des informations négatives diffusées par les médias, comme la limitation de la navigation en raison du faible niveau d'eau.

Les acteurs du secteur de la logistique sont réticents à utiliser le transport fluvial dans leurs chaînes logistiques, car ils ont peur de manquer d'informations et donc de ne pas pouvoir desservir leurs clients.

**Mesures et outils permettant de surmonter ces obstacles**

* Intégration des solutions TIC du secteur du transport fluvial aux solutions TIC des autres modes de transport et des prestataires de services logistiques.
* Les SIF et les autres solutions TIC dans le domaine du transport fluvial doivent être utilisés comme exemples de bonnes pratiques et de réussite pour mettre en exergue les services d'information correspondants, ce qui peut générer de la confiance de la part des acteurs du secteur de la logistique.
* Les acteurs logistiques se verront fournir un accès en ligne et en temps réel aux informations sur la position des marchandises et sur l'heure d'arrivée prévue (HAP). À cet effet, la technologie SIF clé ci-après sera mise en œuvre (en grande partie déjà en place) et des services harmonisés à valeur ajoutée seront fournis :
  + suivi et traçabilité des bateaux grâce à des éléments déclencheurs qui permettent au propriétaire des marchandises de suivre l'itinéraire et l'heure d'arrivée prévue.
* Lien avec l'article 4.1.2 : les opérateurs de transport fluvial se verront fournir des informations fiables et en temps réel sur les chenaux, qui peuvent non seulement indiquer les limitations, mais aussi donner des renseignements supplémentaires concis sur les endroits où certains convois peuvent passer. À cet effet, les technologies SIF clés ci-après seront mises en œuvre (en grande partie déjà en place) et des services harmonisés à valeur ajoutée seront fournis :
  + cartes électroniques de navigation intérieure, avec leurs mises à jour continues ;
  + avis à la batellerie et fourniture d'informations bien à l'avance ;
  + informations sur le niveau d'eau avec des prévisions fiables ;
  + recours au suivi et à la traçabilité, ainsi qu'à des systèmes électroniques de notification pour diminuer le temps d'attente aux écluses ;
  + recours au suivi et à la traçabilité, ainsi qu'à des systèmes électroniques de notification pour accélérer les procédures administratives lors du passage des frontières de l'UE/de l'espace Schengen ;
  + services de réservation pour les terminaux/postes de mouillage ;
* Les opérateurs de transport fluvial (les transitaires) bénéficieront de possibilités de déclaration minimisées, harmonisées et numérisées. À cet effet, la technologie SIF clé ci-après sera mise en œuvre (en grande partie déjà en place) et des services harmonisés à valeur ajoutée seront fournis :
  + des services de notification électronique centralisant les formalités de déclaration des voyages et des marchandises ; une assistance en matière de commandes, de facturation, etc.
* Soutien du secteur du transport fluvial au regard des mesures collaboratives de profondeur, c'est-à-dire la transmission des données d'écho-sondeur aux autorités chargées de chenaux, pour que celles-ci puissent réagir plus rapidement en cas de problèmes sur les chenaux. Actuellement, dans le cadre de projets tels que CoVadem et PROMINENT, des études et des essais sont menés à ce sujet.
* Remontée d'informations de la part du secteur du transport fluvial sur les SIF disponibles et leur qualité. Ceci pourrait être effectué à l'aide d'un outil d'enquête en ligne ou d'un centre d'interaction avec la clientèle pour les utilisateurs des SIF, qui ne seraient pas mis en place par les autorités gérant les chenaux ou les prestataires des SIF, mais par une entité indépendante représentant les intérêts des acteurs commerciaux du transport fluvial. Des remontées d'informations sur les SIF aideraient les autorités gérant les chenaux à améliorer leurs services.
* Mise en place d'une coopération public-privé pour la production des données SIF de base qui nécessitent la contribution du secteur commercial. L'on peut citer à titre d'exemple l'Index SIF, avec le codage des terminaux commerciaux ou les CEN pour les zones portuaires commerciales, etc.

|  |
| --- |
| ***Acteurs :***   * prestataires de services logistiques ; * propriétaires de marchandises/chargeurs ; * autorités gérant les chenaux ; * autres autorités compétentes (par exemple, douanes) ; * fournisseurs et opérateurs de SIF ; * acteurs du secteur logistique ; * propriétaires et exploitants de flottes.   ***Démonstration et application des mesures et outils :***   * services logistiques de transport proposés par DoRIS en Autriche ; * échange international d'avis à la batellerie par le biais de l'interface de services Web ; * échange de notifications électroniques entre les Pays-Bas et l'Allemagne.   ***Projets coopératifs :***   * réseau EGS (ECT) ; * CoRISMa (RTE-T) ; * RIS COMEX (RTE-T/MIE) ; * FAIRway Danube (RTE-T/MIE) ; * DaHar (programme Europe du sud-est) ; * DAPhNE – Réseaux des ports du Danube (Programme transnational du Danube) ; * Projet MariGreen : simulation du transport dans un environnement logistique co-modal ; * tour de contrôle Seacon (développée dans le cadre du programme IDVV) ; * plateforme d'information (Mepavex) ; * plateforme Smart Data (TNO, BCTN) ; * SynchroMania (TNO) ; * noyau et lignes de collecte et de distribution (Danser, BCTN).   ***Actions de l'EIBIP et calendrier :***   * diffusion des possibilités synchromodales (de manière ludique comme dans SynchroMania, projets de démonstration comme ceux qui sont cités ci-dessus) (moyen terme, priorité faible) ; * recherches concernant le recours au transport fluvial dans les chaînes logistiques synchromodales (coopération avec TNO, Dinalog) (moyen terme, priorité élevée) ; * les Centres d'innovation mettront l'accent sur la possibilité d'échanges d'information fluides pour les acteurs du secteur logistique, afin d'encourager ces derniers à utiliser le transport fluvial dans leurs chaînes logistiques ; * ces Centres soutiendront les autorités nationales et les fournisseurs d'informations, afin de mettre toutes les données pertinentes et nécessaires à la disposition des opérateurs de manière standardisée, harmonisée et en temps réel ; * les Centres d'innovation soutiendront les projets, groupes d'experts et initiatives pertinents qui s'efforcent d'utiliser des informations numériques sur les chenaux, les marchandises, etc. |

### Les SIF comme outil d'aide à la gestion des transports

Les SIF sont définis de la manière suivante dans la directive 2005/44/CE du Parlement européen et du Conseil :

*Les services d'information fluviale (SIF) signifient les services d'information harmonisés* ***favorisant la gestion du trafic et des transports dans le domaine de la navigation intérieure****, y compris, dans tous les cas où cela est techniquement possible, les interfaces avec d'autres modes de transport. Les SIF ne concernent pas les activités commerciales internes entre une ou plusieurs des sociétés concernées, mais leur architecture ouverte autorise des interfaces avec ces activités. Les SIF couvrent des services tels que l'information sur les chenaux, l'information sur le trafic, la gestion du trafic, l'atténuation des catastrophes, l'information sur la gestion des transports, les statistiques et les services douaniers, les redevances de voies navigables et les taxes portuaires.*

Les SIF ont été mis en œuvre, ou sont en train de l'être, dans tous les États membres de l'UE et dans des pays tiers (comme la Serbie et l'Ukraine) qui sont concernés par la directive SIF susmentionnée. Les technologies SIF clés (qui permettent la fourniture des services) sont définies dans la directive et précisées dans les règlements correspondants de la Commission (notamment les Lignes directrices SIF).

Les Lignes directrices SIF définissent les services favorisant la gestion des transports, mais ceux-ci ne sont pas encore exploités autant que les parties prenantes ne l'avaient prévu. Les fournisseurs et les autorités compétentes en matière de SIF se sont concentrés sur les services de gestion du trafic ces dernières années. Plusieurs rapports ont été préparés récemment pour évaluer le déploiement et le fonctionnement des SIF, tandis que l'approche la plus récente correspond à celle qui a été entreprise, sous l'impulsion de TNO, dans le cadre de l'initiative MOVE/B3/SER/2015-224/SI2.720619 **Lot 2** - Vers une zone de navigation intérieure numérique et des nœuds multimodaux numériques : services numériques entre les ports fluviaux et maritimes. L'institut TNO a défini trois **problématiques** principales dans le transport fluvial :

1. une compétitivité des coûts globale réduite en raison du manque d'entretien des voies navigables dans certains pays, ainsi que de la gestion inefficace de la navigation et du trafic ;
2. une utilisation limitée des voies navigables intérieures, en particulier dans les chaînes multimodales, car l'intégration du transport fluvial aux processus logistiques est actuellement inefficace ;
3. la charge de travail et le travail administratif importants requis pour se conformer à la législation en matière de sécurité.

**Obstacles**

* techniques (les obstacles dus à l'immaturité de la technologie ou aux exigences opérationnelles) :

Il est difficile d'intégrer les Services d'information fluviale existants à une infrastructure d'échange de données.

* marché (les obstacles liés à la situation du marché, à l'infrastructure et à la chaîne d'approvisionnement) :

Il manque une infrastructure d'échange de données concernant la gestion du trafic et la navigation intelligente. De ce fait, beaucoup de bateaux de navigation intérieure naviguent à vide, ce qui augmente les frais de fonctionnement et diminue donc la compétitivité du transport fluvial.

Il n'existe pas de services électroniques pour aider les parties prenantes à trouver, réserver et suivre les services de transport fluvial.

Des services intégrés de notification électronique entre les gouvernements et les entreprises (B2G) font également défaut.

Au vu des spécificités du secteur (par exemple, le niveau de disponibilité variable du matériel informatique chez les parties prenantes, l'attitude envers les nouvelles technologies), il est difficile d'influer sur la progression de la numérisation dans le transport fluvial.

**Mesures et outils permettant de surmonter ces obstacles**

* Proposer des services à valeur ajoutée aux acteurs du secteur logistique, particulièrement en ce qui concerne la position en temps réel des marchandises et l'heure d'arrivée prévue (HAP), ceci avec deux objectifs : 1°) permettre aux exploitants de terminaux d'optimiser leur équipement de manutention, 2°) éviter autant que possible les voyages à vide.
* Minimiser, harmoniser et numériser les exigences de déclaration à travers l'Europe.
* Proposer et exploiter des interfaces logicielles avec les systèmes existants des acteurs du secteur logistique et les intégrer aux systèmes d'information d'autres modes de transport.
* Permettre l'échange international de données SIF (concernant les informations fluviales, ainsi que le suivi et la traçabilité).
* Suivre les travaux des organisations et initiatives concernées et y participer. Il s'agit par exemple des groupes de travail du Forum sur le numérique dans les transports et la logistique (DTLF), de la Zone de navigation intérieure numérique (DINA), des Nœuds multimodaux numériques (DMN), de l'eIWT (e-SRB et eLogbook) ou de l'AIPCN.
* Impliquer le secteur de la logistique dans le processus de développement de nouveaux services.

|  |
| --- |
| ***Acteurs :***   * ports, autorités européennes, nationales et commissions fluviales ; * acteurs du secteur logistique (prestataires de services logistiques, exploitants de terminaux, opérateurs d'autres modes de transport) ; * propriétaires et exploitants de flottes ; * chargeurs ; * opérateurs de CSC ; * DG MOVE.   ***Démonstration et application des mesures et outils :***   * obligation de disposer d'un transpondeur de système d'identification automatique (AIS) (remplacée par l'obligation de disposer d'un système électronique de visualisation des cartes dans la réglementation de la CCNR) ; * solutions électroniques de déclaration des marchandises (dangereuses) opérationnelles sur le Rhin et dans certains pays du Danube ; * services logistiques de transport proposés par DoRIS en Autriche ; * projet TRIUMPH à Ennshafen (Autriche) visant à utiliser les données des SIF pour des opérations logistiques en flux tendu ; * fourniture électronique d'une liste de passagers pour les contrôles Schengen en Hongrie ; * applications SIF mobiles ; * paiement simplifié des droits d'accès aux chenaux en France, sur la base des données SIF.   ***Projets coopératifs :***   * projets nationaux de déploiement des SIF (RTE-T, MIE, dispositifs nationaux de financement) ; * série de projets IRIS Europe (RTE-T) qui servent de fondement technique aux opérations SIF ; * PLATINA II ; * CoRISMa (RTE-T : entre autres, viadonau, Rijkswaterstaat, BMVI) ; * RIS COMEX (RTE-T/MIE : entre autres, viadonau, VNF, Rijkswaterstaat, RSOE) ; * AEOLIX (H2020 : entre autres, ERTICO, CONNEKT, viadonau) ; * DANTE (Programme transnational du Danube) ; * projet SIF Seine de Cerema-Haropa-VNF.   ***Actions de l'EIBIP et calendrier :***   * L'EIBIP suivra les résultats du processus de mise à jour de la directive SIF et des règlements connexes de la Commission. * Les Centres d'innovation doivent soutenir leurs partenaires logistiques régionaux afin d'intégrer leurs besoins et demandes aux projets (RIS-Comex). * Ils devront, selon leurs compétences, participer aux projets concernés, au minimum en tant qu'observateurs. * Ils devront également suivre les discussions d'expert (par exemple, groupe de travail DINA, réunions sur des problématiques communes, groupes d'experts SIF) et intégrer progressivement/harmoniser les besoins de l'industrie. * Ils devront, si cela est possible et pertinent, intégrer les SIF aux initiatives mises en place avec les parties prenantes. |

### Les places de marché électroniques pour les flux de marchandises

L'expédition de marchandises dans le secteur du transport fluvial s'effectue toujours de manière relativement traditionnelle. Les marchandises d'un chargeur (ou de son transitaire) sont liées à un bateau par un affréteur ou un opérateur de transport fluvial. Dans cette chaîne logistique, il existe des différences entre l'activité de ligne (comme pour les conteneurs, ainsi que certaines cargaisons sèches et liquides en vrac) et le marché au comptant. Les places de marché électroniques peuvent remplacer ou accompagner le travail d'un affréteur ou d'un opérateur de transport fluvial, en rapprochant l'offre et la demande. Ceci est particulièrement intéressant pour le marché au comptant. Environ 55 % des ventes en Europe occidentale sont négociées sur le marché au comptant. [[7]](#footnote-7)

Il existe plusieurs sites Internet dotés de places de marché électroniques, auxquelles les propriétaires de bateau, les chargeurs ou les transitaires peuvent s'abonner. L'un des plus anciens exemples est Bargelink, fondé en 2001 et étendu depuis lors avec une place de marché similaire pour le fret ferroviaire. Actuellement sont apparues d'autres plateformes plus récentes (par exemple, River Transport Marketplace en France), travaillant avec différents systèmes, types de marchandises (TEU Booker uniquement pour le transport par conteneurs) ou acteurs du marché (Imperial avec son propre système IFMS). TEU Booker est un bon exemple d'optimisation, fonctionnant principalement dans la zone portuaire de Rotterdam à l'heure actuelle. Ce système facilite pour les exploitants de terminaux et de conteneurs le déplacement des conteneurs entre les terminaux de la zone de Maasvlakte, en utilisant des bateaux navigant déjà entre ces terminaux.

**Obstacles**

* marché (les obstacles liés à la préparation et la taille limitée du marché, à l'infrastructure et à la chaîne d'approvisionnement) :

Les obstacles aux places de marché électroniques s'inscrivent dans la lignée des autres concepts logistiques, puisqu'il existe toujours de nombreux chargeurs et transitaires qui ne connaissent pas les avantages du transport fluvial dans une chaîne logistique. Les projets actuels sont réalisés à petite échelle et ne sont pas encore synchronisés avec les plateformes numériques des autres modalités. Les fournisseurs sont multiples et de petite taille, ce qui ne résout pas le problème de la fragmentation du transport fluvial. Pour les chargeurs ou transitaires connaissant mal le transport fluvial, il n'est pas évident d'identifier laquelle de ces plateformes leur fournira la bonne solution. Par ailleurs, le fait d'offrir une seule plateforme harmonisée pourrait créer un problème de concurrence. La valeur ajoutée de telles plateformes reste limitée en l'absence d'une interface avec un système de suivi/traçabilité, fournissant des informations en temps réel sur la capacité de charge.

**Mesures et outils permettant de surmonter ces obstacles**

Une coopération entre les différentes places de marché électroniques ou au moins une présentation (du fonctionnement) de ces plateformes. La mise en place d'une interface entre une telle plateforme logistique en ligne et un système de suivi/traçabilité (par exemple, un système d'identification automatique) permettrait également aux propriétaires de bateaux d'identifier les possibilités de fret en temps réel, et donc de diminuer leur nombre de voyages à vide (nécessite l'adaptation des contrats des chargeurs/propriétaires de bateaux et requiert l'accord des propriétaires de bateaux concernant l'utilisation des données AIS à des fins autres que celles qui étaient initialement prévues, c'est-à-dire la sécurité).

|  |
| --- |
| ***Acteurs :***   * fournisseurs de services numériques ; * opérateurs de CSC ; * chaîne logistique (chargeurs, affréteurs, opérateurs de transport fluvial, sociétés propriétaires de navires) ; * autorités gérant les voies navigables (pour éventuellement utiliser les données AIS à des fins logistiques).   ***Démonstration et application des mesures et outils :***   * Différentes plateformes (voir les exemples dans la rubrique « Projets coopératifs »).   ***Projets coopératifs :***   * Bargelink ; * TEU Booker ; * IMPERIAL Freight Management System ; * 4shipping ; * Projet MariGreen : simulation du transport dans un environnement logistique co-modal et collaboratif.   ***Actions de l'EIBIP et calendrier :***   * diffuser une présentation des places de marché électroniques (court/moyen terme) ; * suivre les initiatives et créer des liens entre celles-ci et les autres modalités. |

## Les nouveaux concepts de bateaux

L'introduction de nouveaux concepts de bateaux est nécessaire pour faciliter les nouveaux flux de marchandises, l'utilisation des zones de navigation sous-exploitées ou un fonctionnement plus efficace des flux de marchandises existants. De nouvelles sortes de bateaux sont requises pour utiliser efficacement les petites voies navigables intérieures et pour optimiser l'utilisation des bateaux en automatisant les opérations (la navigation, mais aussi la procédure de chargement).

### Les concepts de bateaux permettant une utilisation efficace des petites voies navigables intérieures

Dans son étude relative aux petites voies navigables intérieures, EICB a démontré l'importance de nouveaux concepts pour une utilisation efficace de ces voies. [[8]](#footnote-8) Ceci comprend l'utilisation de la capacité actuelle sur les petites voies navigables intérieures et l'élaboration de nouveaux concepts pour les flux de marchandises. Plusieurs concepts sont ainsi nés, comme Q-Barge, Barge Truck et Watertruck, dans le cadre desquels de petits bateaux-pousseurs sont utilisés en association avec des barges automotrices. Après une première étude du concept Watertruck (développement de la flotte et potentiel des bateaux-pousseurs et des barges de classe CEMT IV sur les canaux) entre 2011 et 2014, le projet Watertruck+ a été lancé en 2015 en Flandre. Ce projet vise à construire 21 unités en 2017 - 2018. En France, il existe aussi un projet d'unité innovante de classe IV (barge poussée) destinée au transport de marchandises hors gabarit (charges lourdes).

**Obstacles**

* techniques (les obstacles dus à l'immaturité de la technologie ou aux exigences opérationnelles) :

Ceci nécessite la construction de nouveaux bateaux, conçus sur mesure pour les petites voies navigables intérieures.

* financiers (les obstacles résultant de l'accès aux fonds ou de la rentabilité) :

Le tarif de transport des marchandises sur les petites voies navigables est relativement bas, ce qui influe négativement sur l'analyse de rentabilité.

* marché (les obstacles liés à la situation du marché, à l'infrastructure et à la chaîne d'approvisionnement) :

Ces concepts ne devraient pas entraîner de distorsion du marché.

**Mesures et outils permettant de surmonter ces obstacles**

* Identification des besoins et des arguments commerciaux en faveur de l'utilisation de ces bateaux.

|  |
| --- |
| ***Acteurs :***   * sociétés de conseil en ingénierie ; * chantiers navals ; * propriétaires de bateaux ; * chargeurs (pour formuler leurs besoins) ; * autorités gérant les chenaux/commissions fluviales ; * autorités d'enregistrement.   ***Démonstration et application des mesures et outils :***   * Bateaux du projet Watertruck+.   ***Projets coopératifs :***   * Watertruck+ (MIE).   ***Actions de l'EIBIP et calendrier :***   * S'associer à des projets en la matière et diffuser leurs résultats. |

### Le chargement optimal du fret

Avec les bonnes informations (sur le niveau d'eau), il est possible d'optimiser le chargement du fret d'un bateau (par exemple, il est nécessaire de connaître la profondeur de l'eau pour les marchandises en vrac ou la hauteur des ponts pour les conteneurs). Ceci pourrait également être intégré au concept d'outil de navigation économe en énergie, qui nécessite aussi des données hydrologiques. Dans le cadre des projets COVADEM et PROMINENT, des études sont menées pour examiner les possibilités d'intégrer cet aspect à un outil d'aide.

**Obstacles**

* techniques (les obstacles dus à l'immaturité de la technologie ou aux exigences opérationnelles) :

Nécessite des données hydrologiques en temps réel.

Actuellement, il n'existe aucun lien entre un outil de navigation économe en énergie et un programme de planification de l'arrimage (comme ContainerPlanner).

**Mesures et outils permettant de surmonter ces obstacles**

* fonctionnalité supplémentaire d'un outil de navigation économe en énergie ;
* intégration au programme de planification de l'arrimage.

|  |
| --- |
| ***Acteurs :***   * sociétés propriétaires de navires ; * autorités chargées des voies navigables ; * fournisseurs de programmes de planification de l'arrimage.   ***Démonstration et application des mesures et outils :***   * En tant que fonctionnalité supplémentaire d'un outil de navigation économe en énergie.   ***Projets coopératifs :***   * COVADEM ; * PROMINENT.   ***Actions de l'EIBIP et calendrier :***   * Faire le lien avec les projets PROMINENT et Covadem, diffuser les résultats. |

### L'automatisation de la navigation/les convois de bateaux

Dans l'article 4.1 (Nouveaux concepts logistiques), nous avons décrit plusieurs concepts de numérisation visant à optimiser la chaîne logistique. Il est également possible de tirer profit de la numérisation à bord des bateaux. Grâce à l'automatisation de la navigation (par exemple, en utilisant des convois de bateaux ou le pilotage automatique), il est possible d'optimiser le fonctionnement d'un bateau. Il est probable que son développement consistera en une automatisation des outils d'aide actuellement en cours d'élaboration, avec quelques éléments de pilotage automatique. Le projet NOVIMAR de l'initiative Horizon 2020 est davantage orienté vers le concept de convois de bateaux.

Il existe quelques projets de recherche et de démonstration avec des engins flottants autonomes (généralement de petite taille). L'on peut citer à ce titre une collaboration entre le Massachusetts Institute of Technology (MIT), l'Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solutions (AMS Institute), ainsi que des chercheurs du Delft University of Technology (TUD) et du Wageningen University and Research (WUR) : <http://www.ams-institute.org/news/roboat/>. En outre, un projet a fait l'objet de tests en Flandre (par WenZ).

**Obstacles**

* techniques (les obstacles dus à l'immaturité de la technologie ou aux exigences opérationnelles) :

L'automatisation de la navigation est toujours au stade de la recherche (très expérimentale).

* juridiques (les obstacles liés à la réglementation et à la législation) :

Les questions juridiques et de sécurité doivent être approfondies.

**Mesures et outils permettant de surmonter ces obstacles**

* Un travail de recherche et de développement est nécessaire.

|  |
| --- |
| ***Acteurs :***   * sociétés propriétaires de navires ; * fournisseurs ; * fournisseurs de logiciels ; * autorités ; * sociétés de classification.   ***Démonstration et application des mesures et outils :***   * Des études dans le cadre de l'initiative Horizon 2020 sont requises avant la diffusion d'informations au marché.   ***Projets coopératifs :***   * NOVIMAR (H2020 : entre autres, Netherlands Maritime Technology, EICB, Pro Danube) ; * Ro-Boat.   ***Actions de l'EIBIP et calendrier :***   * Soutenir les initiatives s'inscrivant dans le cadre de ces concepts, comme les obstacles à l'automatisation et l'identification des demandes du marché. |

## Les nouveaux flux de marchandises

L'introduction de nouveaux concepts logistiques et de bateaux est destinée à permettre d'augmenter la part modale du transport fluvial. Comme nous l'avons indiqué dans l'introduction de ce chapitre, cette part se situe actuellement autour de 6 % en Europe. [[9]](#footnote-9) La part modale peut être accrue en développant la place du transport fluvial dans les flux de marchandises existants, mais aussi en transférant vers le transport fluvial des flux de marchandises actuellement pris en charge par d'autres modes de transport. Ceci peut être fait en facilitant le transport de nouveaux types de marchandises ou en intervenant dans des zones de navigation nouvelles ou sous-exploitées.

Il existe en effet toujours de nombreuses zones sous-utilisées. Actuellement, la majorité du transport fluvial européen (68 %) est effectuée sur le Rhin, avec seulement 14 % sur le Danube, 16 % dans le corridor nord-sud (Pays-Bas/France) et 2 % dans le corridor est-ouest (Allemagne/Pologne). [[10]](#footnote-10) Certains projets focalisés sur l'utilisation de ces voies navigables sous-développées, comme le projet Interreg EMMA (coordonné par le port de Hambourg), ont proposé des démonstrations sur les voies navigables intérieures en Allemagne, en Pologne, en Lituanie, en Finlande et en Suède. La coopération avec de tels projets et les autorités de ces pays joue un rôle important dans l'accroissement de la part modale européenne du transport fluvial.

Pour les voies navigables sous-exploitées comme pour les voies majeures, il est également possible d'attirer de nouveaux types de marchandises. Lors de l'examen de ces opportunités, il est essentiel de tenir compte du fait que ces nouvelles catégories peuvent différer selon les zones de navigation européennes. Par exemple, le transport de conteneurs (maritimes) par des bateaux de transport fluvial est relativement courant sur le Rhin, entre les ports maritimes néerlandais et belges et les terminaux fluviaux néerlandais, allemands et suisses, alors que les bateaux de navigation intérieure ne transportent pas encore de conteneurs sur le Danube ou les canaux français. Sur le Rhin, le défi consiste à attirer également de nouveaux flux de conteneurs continentaux.

Le degré d'utilisation des différentes zones de navigation diffère aussi selon les voies navigables, mais en général l'on constate une sous-exploitation des petites voies navigables et le recours au transport fluvial pour approvisionner les centres-villes.

### Les nouveaux flux de marchandises – Trouver sa voie (navigable)

Le transfert des flux de marchandises existants du transport routier ou ferroviaire vers le transport fluvial présente le plus grand potentiel, en intégrant pleinement celui-ci à l'offre multimodale avec les autres modalités. Il existe plusieurs raisons pour lesquelles le transport fluvial n'a pas encore été employé pour les flux de marchandises. Les chargeurs et opérateurs logistiques spécialisés dans le transport routier sont focalisés sur ce mode de transport et ne connaissent pas les possibilités et avantages du transport fluvial. Même si une évolution vers le transport fluvial se produit, elle est généralement liée à l'adaptation de la logistique (interne) de la société. Heineken en constitue une bonne illustration : l'entreprise transporte son flux d'exportation aux Pays-Bas depuis sa brasserie de Zoeterwoude par bateau de navigation intérieure jusqu'à Rotterdam, via un nouveau terminal fluvial à Alphen-sur-le-Rhin.

Pour des raisons d'échelle, il est souvent nécessaire de regrouper les flux de marchandises de plusieurs chargeurs sur un même bateau. Aux Pays-Bas, une équipe d'experts en logistique (Maatwerk Voorlichting Verladers) a obtenu des résultats en regroupant les flux de différents chargeurs, en leur fournissant des conseils logistiques sur l'utilisation optimale du transport fluvial et la réalisation d'un transfert modal concernant principalement les flux de conteneurs. Au niveau européen, au sein d'ELAN (Réseau européen de conseil logistique), une équipe d'experts en logistique a conseillé des chargeurs et des prestataires de services logistiques, afin d'encourager le transfert des marchandises vers les voies navigables intérieures. Le regroupement des flux de plusieurs chargeurs est également à l'étude dans le cadre du projet Seine-Scheldt, dans le but, en particulier, d'équilibrer les nouveaux flux de matériaux de construction du canal.

Outre cette approche proactive des chargeurs et des transitaires, des portails d'information ont été mis en place, sur lesquels il est possible de trouver des affréteurs et des sociétés propriétaires de navires (par exemple, Blue Pages dans la région du Danube). Il est essentiel d'offrir des conseils sur tous les types de marchandises, de conteneurs, ainsi que les cargaisons sèches et liquides en vrac.

**Obstacles**

* marché (les obstacles liés à la situation du marché, à l'infrastructure et à la chaîne d'approvisionnement) :

Ceci nécessite un regroupement des flux de marchandises et une coopération étroite avec les autres modalités.

Infrastructures : il existe toujours des goulets d'étranglement sur certaines voies navigables (par exemple, le Danube) et au niveau des installations portuaires. L'étiage annuel requiert aussi une approche multimodale.

* culturels (les obstacles dus à des habitudes de comportement) :

Pour convaincre les propriétaires de marchandises et les opérateurs logistiques qui ne connaissent pas bien le transport fluvial, une approche au cas par cas doit être adoptée.

**Mesures et outils permettant de surmonter ces obstacles**

* fournir des conseils sur le transfert modal et le regroupement des flux de marchandises (par exemple, Maatwerk Voorlichting Verladers, Connekt) ;
* guide d'utilisation du transport fluvial dans la chaîne logistique (adopter la terminologie des responsables logistiques) ;
* amélioration des infrastructures, conformément aux « pratiques de bonne navigation » (PLATINA II).

|  |
| --- |
| ***Acteurs :***   * chargeurs ; * prestataires de services logistiques, transitaires ; * affréteurs, opérateurs de transport fluvial ; * sociétés propriétaires de navires.   ***Démonstration et application des mesures et outils :***   * Maatwerk Voorlichting Verladers ; * ELAN.   ***Projets coopératifs :***   * Maatwerk Voorlichting Verladers ; * Connekt/Lean & Green ; * jeu sérieux Synchromania ; * EMMA (projet pilote concernant les voies navigables intérieures de la mer Baltique) ; * projets d'infrastructure RTE-T ; * FAIRway Danube ; * DAPhNE – Réseaux des ports du Danube (Programme transnational du Danube) ; * Projet MariGreen : simulation du transport dans un environnement logistique co-modal ; * PLATINA II (terminé fin 2015).   ***Actions de l'EIBIP et calendrier :***   * encourager l'utilisation des pages d'information ou le recours aux experts en logistique ; * guide relatif au transfert modal (adoptant la terminologie des responsables logistiques) ; * équipe fournissant des conseils logistiques. |

### Les cargaisons de GNL (conteneurisées)

Le GNL étant considéré comme un carburant alternatif prometteur, comme nous l'avons vu dans l'article 4.1.1, les principaux ports fluviaux vont devoir construire des stations de ravitaillement en GNL dans les années à venir. [[11]](#footnote-11) Au vu du développement de l'infrastructure du GNL le long des voies navigables intérieures européennes, il deviendra de plus en plus important de développer des solutions pour transporter le GNL des ports maritimes vers l'intérieur du pays. Les exigences en matière de ports fluviaux de la directive relative à l'Énergie propre pour les transports généreront de belles occasions d'utiliser le transport fluvial. Le GNL peut être transporté de deux manières : dans un bateau-citerne ou dans des conteneurs-citernes sur un porte-conteneurs. À l'heure actuelle, le transport par bateaux-citernes est privilégié et l'expérience en matière de conteneurs-citernes est très limitée. Toutefois, la standardisation et la mobilité ouvrent la voie au transport du GNL en conteneurs-citernes.

**Obstacles**

* techniques (les obstacles dus à l'immaturité de la technologie ou aux exigences opérationnelles) :

Cette solution nécessite le développement de bateaux-citernes et de conteneurs-citernes pour le GNL.

* juridiques (les obstacles liés à la réglementation et à la législation) :

Absence de cadre réglementaire clair pour le transport du GNL par voies navigables et réglementation très restrictive concernant les ports fluviaux, n'encourageant pas les projets liés au transport du GNL.

**Mesures et outils permettant de surmonter ces obstacles**

* soutenir et diffuser les initiatives de développement de bateaux-citernes et de conteneurs-citernes pour le GNL ;
* soutenir l'élaboration et l'application du cadre réglementaire.

|  |
| --- |
| ***Acteurs :***   * autorités (régionales, nationales et européennes) ; * chantiers navals ; * fournisseurs de conteneurs ; * sociétés propriétaires de navires ; * fournisseurs de gaz ; * ports fluviaux.   ***Démonstration et application des mesures et outils :***   * projets liés au GNL : par exemple, en France, le cadre de développement stratégique national prévoit, d'ici à 2025, le développement du GNL sur les 5 principales voies navigables et le long des 3 façades maritimes. VNF identifiera les acteurs et structures qui gèrent ces grands projets de développement du GNL en France et y participera afin de surmonter les divers obstacles précédemment évoqués.   ***Projets coopératifs :***   * Plusieurs projets dans le nord de la France, liés au terminal méthanier récemment mis en service dans le port de Dunkerque.   – <https://www.edf.fr/en/the-edf-group/industrial-provider/production-map/dunkerque-lng-terminal/introduction>  Une assistance sera peut-être nécessaire pour permettre un traitement comme un projet international (VNF peut aider à rassembler les parties prenantes dans la région des Hauts-de-France).   * Initiative plus structurée pour la vallée du Rhône, liée au port de Marseille. * Schéma directeur GNL (RTE-T : entre autres, Pro Danube), concernant le cadre législatif du transport du GNL. * Breakthrough LNG Deployment in Inland Waterway Transport (MIE : entre autres, EICB), sur les conteneurs-citernes pour le GNL.   ***Actions de l'EIBIP et calendrier :***   * étude de la stratégie globale de développement du transport du GNL par voies navigables intérieures dans le nord de la France (VNF, 2017) ; * diffusion des exemples de transport de GNL. |

### Les transports alimentaires et frigorifiques

Les transports frigorifiques présentent un potentiel grandissant pour les ports maritimes, auquel le transport fluvial pourrait contribuer. L'essentiel dans ce type de transport est de fournir aux chargeurs et aux prestataires de services logistiques des informations en temps réel sur le suivi et l'état du conteneur. [[12]](#footnote-12) Toutefois, il existe une pénurie de conteneurs réfrigérés, ce qui allonge les délais d'approvisionnement, un aspect crucial au vu des frais de conservation élevés. La création de terminaux spécialisés dans le transbordement des marchandises périssables joue un rôle important. L'on peut citer à titre d'exemple le programme Cool Port du port de Rotterdam. [[13]](#footnote-13)

Le transport de jus d'orange par bateau de navigation intérieure a également été évoqué dans des études précédentes [[14]](#footnote-14) (D1.9 Potentiel de marché – PLATINA II) et pourrait être effectué dans des conteneurs-citernes.

**Obstacles**

* marché (les obstacles liés à la situation du marché, à l'infrastructure et à la chaîne d'approvisionnement) :

Manque de conteneurs réfrigérés, générant des frais de conservation élevés.

**Mesures et outils permettant de surmonter ces obstacles**

* Amélioration de la disponibilité des unités de chargement.

|  |
| --- |
| ***Acteurs :***   * propriétaires de marchandises ; * prestataires de services logistiques ; * exploitants de terminaux ; * exploitants de conteneurs ; * sociétés propriétaires de navires.   ***Démonstration et application des mesures et outils :***   * transport de jus d'orange dans des barges-citernes ; * démonstration du transport réfrigéré.   ***Projets coopératifs :***   * programme Cool Port (port de Rotterdam) ; * Projet MariGreen : simulation du transport dans un environnement logistique co-modal ; * transport de jus d'orange.   ***Actions de l'EIBIP et calendrier :***   * s'associer aux opérateurs qui appliquent déjà ces concepts ; * diffuser des informations sur les possibilités de transport fluvial pour ces flux de marchandises. |

### Les flux continentaux de marchandises

Le transport par conteneurs est un type de flux de marchandises relativement récent en ce qui concerne le transport fluvial et, au vu de l'augmentation de la conteneurisation des marchandises, l'un des marchés enregistrant la plus forte croissance. La zone de navigation la plus ancienne et la plus développée est le Rhin, qui propose des services de conteneurs depuis les années 1970 et où les exploitants de conteneurs possèdent leurs propres terminaux fluviaux et services de lignes régulières. Plus récemment, le transport par conteneurs sur bateau de navigation intérieure a aussi été utilisé sur de plus courtes distances, dans le cadre du transport intérieur de conteneurs (terminaux fluviaux aux Pays-Bas depuis les années 1990) et de services de collecte assurés entre les ports d'Anvers et de Rotterdam. Tous ces flux de marchandises sont liés au transport de conteneurs maritimes, dans le cadre duquel des conteneurs sont transportés entre (généralement) un terminal fluvial et un terminal maritime. Cependant, ce réseau dense de terminaux fluviaux et maritimes a créé des perspectives d'augmentation de la part modale du transport fluvial, grâce au fret continental. [[15]](#footnote-15) Pour atteindre cet objectif, le conteneur 45’ pallet-wide permettrait d'accroître les capacités du transport fluvial, tandis que certaines innovations devraient être apportées aux unités de navigation intérieure, afin qu'elles puissent accueillir ces grands conteneurs. Dans le cadre de PLATINA II, il a été conclu que le flux potentiel de fret en conteneur s'élevait à environ 8,7 millions TEU. Les régions susceptibles d'être concernées sont le nord-est (Haut-Rhin) et le nord-ouest (Lille, Dunkerque) de la France, mais il existe aussi beaucoup de potentiel en Autriche, Slovaquie, Hongrie, Pologne et République tchèque. [[16]](#footnote-16)

**Obstacles**

* marché (les obstacles liés à la situation du marché, à l'infrastructure et à la chaîne d'approvisionnement) :

Ceci nécessite beaucoup de ressources, comme des équipements spéciaux, ainsi que des moyens supplémentaires pour chercher de nouveaux clients.

Difficile d'obtenir du fret de retour.

Capacités limitées des unités de navigation intérieure en termes de transport de conteneurs PW45’.

**Mesures et outils permettant de surmonter ces obstacles**

* mise en place d'un noyau et de lignes de collecte et de distribution ;[[17]](#footnote-17)
* outils numériques permettant d'identifier du fret de retour (par exemple, application « WeConnekt » pour identifier les chargeurs qui sont connectés au même itinéraire de transport ; Zeeland Connect mène des essais en la matière).

|  |
| --- |
| ***Acteurs :***   * exploitants de conteneurs ; * sociétés propriétaires de navires ; * exploitants de terminaux ; * prestataires de services logistiques.   ***Démonstration et application des mesures et outils :***   * adopter de nouveaux concepts logistiques qui pourront faciliter les flux continentaux, comme un noyau et des lignes de collecte et de distribution.   ***Projets coopératifs :***   * Zeeland Connect   ***Actions de l'EIBIP et calendrier :***   * Diffusion d'informations sur les solutions en matière de flux continentaux de marchandises. |

### La logistique urbaine

Dans le cadre de la logistique urbaine, les voies navigables intérieures sont utilisées pour le transport à destination et à l'intérieur des centres-villes, ainsi que depuis ces derniers, afin de contourner les problèmes d'accessibilité (embouteillages, créneaux horaires de livraison). Ceci vaut pour divers types de marchandises, comme les matériaux de construction et l'industrie, l'approvisionnement de supermarchés, de boutiques, d'hôtels et de restaurants, les interventions de maintenance, les services de messagerie et de courrier express, ainsi que la logistique des déchets et des retours. [[18]](#footnote-18)

Plusieurs initiatives ont été menées concernant le recours au transport fluvial dans la logistique urbaine, notamment à Amsterdam (Mokum Mariteam, DHL), Utrecht (Beer Boat), Londres (transport alimentaire à destination des supermarchés Sainsbury’s), Lille, Lyon (transport de déchets) et Paris (Franprix, Vélib', Vert Chez Vous, recyclage de papier). Il peut s'agir d'un concept intéressant pour les villes situées à proximité de voies navigables.

**Obstacles**

* techniques (les obstacles dus à l'immaturité de la technologie ou aux exigences opérationnelles) :

Nouveaux concepts de bateaux nécessaires dans certaines zones de navigation (par exemple, les canaux urbains), taille, équipements.

* juridiques (les obstacles liés à la réglementation et à la législation) :

Le régime juridique du transport par bateau diffère selon les centres-villes.

* connaissances (les obstacles découlant d'un manque d'expertise ou de compétences) :

Segment relativement récent pour le transport fluvial, manque d'informations sur ce concept.

* marché (les obstacles liés à la situation du marché, à l'infrastructure et à la chaîne d'approvisionnement) :

La plupart des villes ne disposent pas d'un réseau dense de voies navigables.

Nécessite des installations de chargement à quai ou à bord (grues).

Initiatives restreintes (limitées à une seule ville, à un ou quelques chargeurs).

Différents types de transport (conteneurs, palettes, colis).

**Mesures et outils permettant de surmonter ces obstacles**

Présentation des meilleures pratiques et des villes susceptibles d'être concernées par ce concept. Les arguments commerciaux en faveur des services existants de logistique urbaine utilisant les voies navigables doivent être étudiés, afin de les reproduire dans d'autres villes.

|  |
| --- |
| ***Acteurs :***   * propriétaires de marchandises établis en centre-ville/dans des zones urbaines ; * transitaires organisant de tels services complexes (par exemple, XPO pour Franprix à Paris) ; * sociétés propriétaires de navires appliquant ces concepts ; * autorités publiques/municipales.   ***Démonstration et application des mesures et outils :***   * Dans plusieurs projets.   ***Projets coopératifs :***   * Mokum Mariteam ; * Pallet Shuttle Barges (navettes fluviales).   ***Actions de l'EIBIP et calendrier :***   * liste des meilleures pratiques en matière de transport urbain (guide du transport urbain par eau) ; * promouvoir activement le transport urbain par eau auprès des autorités locales. |

# Conclusion

L'objectif de ce document est de mettre en place une stratégie pour le recours à l'innovation par le secteur du transport fluvial de l'UE, fondée sur les contributions des Centres d'innovation et les études récentes dans le cadre des projets PLATINA II et PROMINENT. Cette stratégie est conforme aux objectifs fixés par la Commission européenne en matière de réduction de la consommation d'énergie et des émissions de polluants atmosphériques, et s'inscrit dans le cadre des enjeux politiques actuels (par exemple, le CESNI). L'EIBIP a déterminé deux grands objectifs pour le secteur du transport fluvial : 1) l'écologisation de la flotte et 2) l'accroissement de sa part dans la répartition modale. Il en découle les deux piliers décrits dans les chapitres 4 et 5. Pour chacun de ces piliers, trois domaines d'innovation ont été identifiés (voir le tableau 2). Ceci s'est traduit par des objectifs pour l'EIBIP et des indicateurs d'ambition pour ses Centres d'innovation, décrits dans le rapport initial de l'EIBIP (30 mai 2016) et conformes aux buts fixés par la Commission européenne.

Tableau 2 : Piliers – Domaines d'innovation – Objectifs de la Commission (2030) – Objectifs de l'EIBIP (2020) – Indicateurs d'ambition des Centres d'innovation

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Piliers*** | ***Écologisation de la flotte*** | | | ***Nouveaux concepts logistiques et de bateaux*** | | |
| ***Domaines d'innovation*** | ***Carburants alternatifs*** | ***Consommation d'énergie*** | ***Réduction des émissions de polluants atmosphériques*** | ***Nouveaux concepts logistiques*** | ***Nouveaux flux de marchandises*** | ***Nouveaux concepts de bateaux*** |
| ***Objectifs de la Commission européenne (2030)*** | Directive Énergie propre pour les transports | ↓15 % | ↓50 % | Livre blanc :  30 % des transports routiers ≥ 300 km →  transport ferroviaire + fluvial | | |
| ***Objectifs de l'EIBIP (proposition de projet : 2020)*** | 10 % de consommation de carburants alternatifs | ↓5 % | ↓20 % | Part modale du transport fluvial : 6,7 %  8 % | | |
| ***Indicateurs d'ambition (rapport initial)*** |  | CO₂ :  23,84  21,90 g/t-km  = ↓1,94 g/t-km | NOx:  0,338  0,177 g/t-km  = ↓0,1607 g/t-km  MP :  0,013  0,007 g/t-km  = ↓0,0064 g/t-km |  | | |
| 7 bateaux au GNL/GNC | 230 personnes formées dans le cadre de « Smart Steaming » | 31 bateaux équipés de systèmes de post-traitement | 13 nouveaux concepts logistiques/de bateaux | | |
| 1 bateau fonctionnant avec des carburants alternatifs | 16 bateaux hybrides/diesel-électriques | 25 bateaux dotés d'autres technologies |
| 160 utilisateurs d'outils comme Econaut ou l'Éco-calculateur du transport fluvial |

Cette stratégie européenne sera réexaminée et actualisée au moins une fois par an, après consultation des parties prenantes et, en particulier, du Conseil consultatif de l'EIBIP.

Pour contribuer à atteindre ces objectifs et indicateurs d'ambition, six priorités ont été identifiées pour la stratégie européenne de recours à l'innovation dans le transport fluvial :

**1. Nouveaux concepts de moteur et optimisation des moteurs pour une propulsion propre et efficace**

1a. Pour les bateaux de plus petite taille présentant des performances de navigation à faible puissance et/ou utilisant une faible quantité de gazole par an, des moteurs à faible puissance conformes à la réglementation relative aux engins mobiles non routiers (EMNR) peuvent être utilisés en association avec un post-traitement ou des moteurs de camion EURO VI marinisés, qu'ils soient à entraînement direct ou en configuration hybride/diesel-électrique. Il est possible de procéder à des simulations de la configuration adéquate à l'aide d'un outil de modélisation et de simulation.

* Contribution aux concepts :
  + article 4.3.2 New engine concepts/ optimisation ;
  + article 4.3.3 After-treatment ;
  + article 4.2.3 Hybrid/ Diesel-electric propulsion ;
  + article 4.2.4 Electric propulsion.
* Groupes cibles :
  + fournisseurs de moteurs EURO VI.

1b. Le recours au GNL comme combustible de propulsion représente un concept intéressant pour les bateaux de navigation intérieure qui consomment plus de 500 m3 de gazole par an.

* Contribution aux concepts :
  + article 4.1.1 LNG/CNG ;
  + chapitre 3 Sustainability Fund for Inland Shipping ;
  + article 4.3.3 After-treatment.
* Groupes cibles :
  + fournisseurs de carburant ;
  + fournisseurs et fabricants (moteurs, réservoirs cryogéniques) ;
  + chantiers navals et sociétés de conseil en ingénierie ;
  + propriétaires de bateaux/sociétés propriétaires de navires ;
  + propriétaires de marchandises ;
  + autorités européennes, nationales et commissions fluviales ;
  + sociétés de classification ;
  + centres de connaissances ;
  + instituts de formation ;
  + terminaux de transbordement et ports (fluviaux) ;
  + fournisseurs d'équipements de post-traitement ;
  + banques.

1c. Pour les bateaux situés entre les catégories 1a et 1b, la propulsion hybride/diesel-électrique et la navigation entièrement électrique pourraient constituer des concepts prometteurs pour une navigation propre et efficace, et ce, probablement en association avec un post-traitement. Des moteurs de camion EURO VI marinisés pourraient également être employés pour alimenter le générateur. Il est possible de procéder à des simulations de la configuration adéquate à l'aide d'un outil de modélisation et de simulation.

* Contribution aux concepts :
  + article 4.2.3 Hybrid/ Diesel-electric propulsion ;
  + article 4.2.4 Electric propulsion ;
  + article 4.3.2 New engine concepts/ optimisation ;
  + article 4.3.3 After-treatment.
* Groupes cibles :
  + exemple : fournisseurs.

**2. Formats de financement structurel**

Les différents formats de financement structurel, comme la mise en place d'un fonds de durabilité au niveau européen, doivent être analysés, afin d'encourager et d'accélérer les investissements requis concernant l'écologisation des bateaux de navigation intérieure, dans le but de réduire les gaz à effet de serre et les émissions nuisibles à l'environnement, comme le NOx et les matières particulaires produits par le secteur du transport fluvial. De plus, les dispositifs d'aide à la modernisation des flottes intégrés à des programmes opérationnels nationaux constitueront une incitation supplémentaire à l'adoption d'innovations et à l'écologisation du secteur du transport fluvial.

* Contribution aux concepts :
  + chapitre 3 Sustainability Fund for Inland Shipping ;
  + article 4.1.1 LNG/CNG ;
  + article 4.2.3 Hybrid/ Diesel-electric propulsion ;
  + article 4.2.4 Electric propulsion ;
  + article 4.3.3 After-treatment.
* Groupes cibles :
  + organismes financiers ;
  + autorités européennes/nationales.

**3. Solutions de nouvelle génération à faibles émissions de carbone**

Les carburants renouvelables et à faible teneur en carbone, comme les biocarburants (diesel/méthane/éthanol/méthanol, etc.), y compris l'hydrogène, correspondent à une nouvelle génération de combustibles destinés à la propulsion des bateaux de navigation intérieure. L'utilisation de ces types de carburants pour les bateaux de navigation intérieure est récente et doit encore être approfondie, notamment en termes de faisabilité technique et de viabilité, en tenant compte des avantages économiques, environnementaux et socio-économiques.

Ceci permettra de partager les technologies de groupe motopropulseur et l'infrastructure de carburant, ainsi que de réaliser des économies d'échelle suffisantes.

* Contribution aux concepts :
  + article 4.1.3 Biofuels ;
  + article 4.1.4 Methanol ;
  + article 4.1.5 Ethanol ;
  + article 4.1.6 Hydrogen ;
* Groupes cibles :
  + exemple : fournisseurs.

**4. Optimisation logistique du transport fluvial**

L'optimisation du transport fluvial grâce à l'utilisation accrue des informations électroniques existantes et à l'intégration d'outils numériques et informatiques, contribuant à la réduction des coûts (navigation économe en énergie, associée à la planification d'itinéraire et au chargement optimal des marchandises, pilotage automatique) et à l'amélioration du service (suivi et traçabilité, systèmes d'information concernant l'itinéraire ou les marchandises). Ceci devrait permettre de pleinement intégrer le transport fluvial à un réseau synchromodal et d'obtenir un transfert des flux de marchandises vers les voies navigables intérieures.

* Contribution aux concepts :
  + 4.2.1 La navigation économe en énergie
  + 5.1.1 La synchromodalité
  + 5.1.2 Les SIF comme outil d'aide à la gestion des transports
  + 5.1.3 Les places de marché électroniques pour les flux de marchandises
  + 5.2.2 Le chargement optimal du fret
  + 5.2.3 L'automatisation de la navigation/les convois de bateaux
  + 5.3.1 Les nouveaux flux de marchandises – Trouver sa voie (navigable)
  + 5.3.3 Les transports alimentaires et frigorifiques
* Groupes cibles :
  + fournisseurs (pour l'intégration des outils numériques) ;
  + autorités (concernant le recours aux SIF) ;
  + propriétaires de bateaux/opérateurs de transport fluvial (pour l'utilisation d'outils embarqués) ;
  + consortiums de projets en cours, comme les projets liés aux SIF, DINA, PROMINENT, Covadem (concernant la démonstration et le développement de ces concepts).

**5. Promotion active du transfert modal vers le transport fluvial**

La fourniture de conseils logistiques aux propriétaires de marchandises et aux prestataires de services logistiques concernant le recours au transport fluvial dans leurs chaînes logistiques permet de promouvoir activement ces possibilités, grâce à des outils de diffusion (guides, brochures ou en ligne) relatifs à l'utilisation du transport fluvial (et aux exemples de réussite correspondants), à une meilleure intégration du transport fluvial aux formations en matière de logistique, ainsi qu'à des conseils au cas par cas.

* Contribution aux concepts :
  + 5.1.1 La synchromodalité
  + 5.1.2 Les SIF comme outil d'aide à la gestion des transports
  + 5.1.3 Les places de marché électroniques pour les flux de marchandises
  + 5.2.1 Les concepts de bateaux permettant une utilisation efficace des petites voies navigables intérieures
  + 5.3.1 Les nouveaux flux de marchandises – Trouver sa voie (navigable)
  + 5.3.2 Les cargaisons de GNL (conteneurisées)
  + 5.3.3 Les transports alimentaires et frigorifiques
  + 5.3.4 Les flux continentaux de marchandises
  + 5.3.5 La logistique urbaine
* Groupes cibles :
  + propriétaires de marchandises/prestataires de services logistiques (concernant le recours au transport fluvial).

**6. Stimulation du développement de nouveaux marchés**

Il s'agit ici d'encourager le développement de nouveaux marchés pour le transport fluvial, ainsi que de nouveaux types de flux de marchandises et de nouvelles zones de navigation. Ceci peut être réalisé en établissant des contacts directs avec les autorités des pays et régions dont les voies navigables sont sous-exploitées, dans lesquels les meilleures pratiques d'utilisation des voies navigables urbaines et de petite taille doivent faire l'objet d'une diffusion active, ainsi qu'en impliquant ces pays dans l'EIBIP (dans le cadre de l'établissement de centres d'innovation (pré-existants) dans ces régions). En outre, des lignes directrices et outils de diffusion concernant le développement de nouveaux marchés seront fournis par l'EIBIP.

* Contribution à :
  + 5.2.1 Les concepts de bateaux permettant une utilisation efficace des petites voies navigables intérieures
  + 5.3.1 Les nouveaux flux de marchandises – Trouver sa voie (navigable)
  + 5.3.2 Les cargaisons de GNL (conteneurisées)
  + 5.3.3 Les transports alimentaires et frigorifiques
  + 5.3.4 Les flux continentaux de marchandises
  + 5.3.5 La logistique urbaine
* Groupes cibles :
  + autorités (pour le développement des voies navigables intérieures) ;
  + propriétaires de bateaux/opérateurs de transport fluvial (concernant le développement de nouveaux marchés) ;
  + propriétaires de marchandises/prestataires de services logistiques (concernant le recours au transport fluvial) ;
  + établissements d'enseignement et de formation.

# ANNEXES

Annexe A Stratégie de recours à l'innovation d'INDanube ;

Annexe B Stratégie de recours à l'innovation de D-ZIB ;

Annexe C Stratégie de recours à l'innovation de BATELIA.

Annexe A Stratégie de recours à l'innovation d'INDanube

Depuis la crise économique de 2008/2009, le secteur du transport fluvial sur le Danube n'est pas parvenu à se redresser financièrement. De plus, la sérieuse négligence des infrastructures des voies navigables, ainsi que la maintenance inadéquate du chenal du Danube, ont empêché le secteur de réaliser des bénéfices pendant de nombreuses années. Le manque de rentabilité des activités de transport fluvial sur le Danube explique le niveau extrêmement faible d'investissement dans les flottes intervenant sur le Danube, ainsi que dans les infrastructures et superstructures portuaires. Outre la situation économique et financière difficile des opérateurs de services, à l'exception de l'Autriche et, dans une certaine mesure, de l'Allemagne, le secteur du transport fluvial sur le Danube ne compte pas parmi les cibles spécifiques des politiques d'innovation nationales, ce qui signifie qu'aucune incitation financière publique n'est proposée pour développer et mettre en œuvre des innovations dans ce secteur. Alors que la plupart des pays d'Europe occidentale ont mis en place des régimes d'aides d'État pour soutenir la modernisation des flottes intérieures, ainsi que des infrastructures et superstructures des ports fluviaux, aucun pays du Danube à l'est de l'Autriche ne dispose de telles mesures.

Au vu de cette situation, INDanube a pour objectif non seulement de générer et de faciliter des projets d'innovation via ses services, mais aussi de participer à l'élaboration d'un cadre d'action en faveur de l'innovation dans le secteur du transport fluvial sur le Danube. Ce cadre d'action sera intégré aux initiatives existantes de la Commission européenne qui encouragent la poursuite du développement du secteur de la navigation intérieure en Europe, incluant en particulier le RTE-T, la Stratégie de l'Union européenne pour la région du Danube (EUSDR) et NAIADES II. Cette initiative politique instaurant un cadre pour l'innovation porte le nom de « **Green Deal for Danube River Transport** » (Contrat vert pour le transport fluvial sur le Danube) (voir la figure A-1 pour plus d'informations sur sa finalité et son concept).

|  |
| --- |
|  |
| **« Green Deal for Danube River Transport » :**   * coopération coordonnée et intensive entre les secteurs public et privé ; * amélioration de l'efficacité et des performances environnementales de la logistique du Danube ; * résultats tangibles en faveur d'une croissance économique durable. |

Figure A-1 : « Green Deal for Danube River Transport » – Finalité et concept

« Green Deal for Danube River Transport » est une initiative stratégique élaborée par Pro Danube dans le but de mettre en place un cadre d'innovation en matière de transport fluvial dans la région du Danube. Elle propose des exemples de bonnes pratiques inspirées de modèles innovants adoptés en Europe occidentale, en mettant spécifiquement l'accent sur la modernisation des flottes intervenant sur le Danube et la réduction de l'impact sur l'environnement. S'appuyant sur quatre (4) grands piliers (voir figure A-2), « Green Deal for Danube River Transport » réunit les gouvernements/administrations des États du Danube, les opérateurs de flottes et de barges, les exploitants portuaires et de terminaux, les utilisateurs industriels des voies navigables du Danube et leurs prestataires de services logistiques.

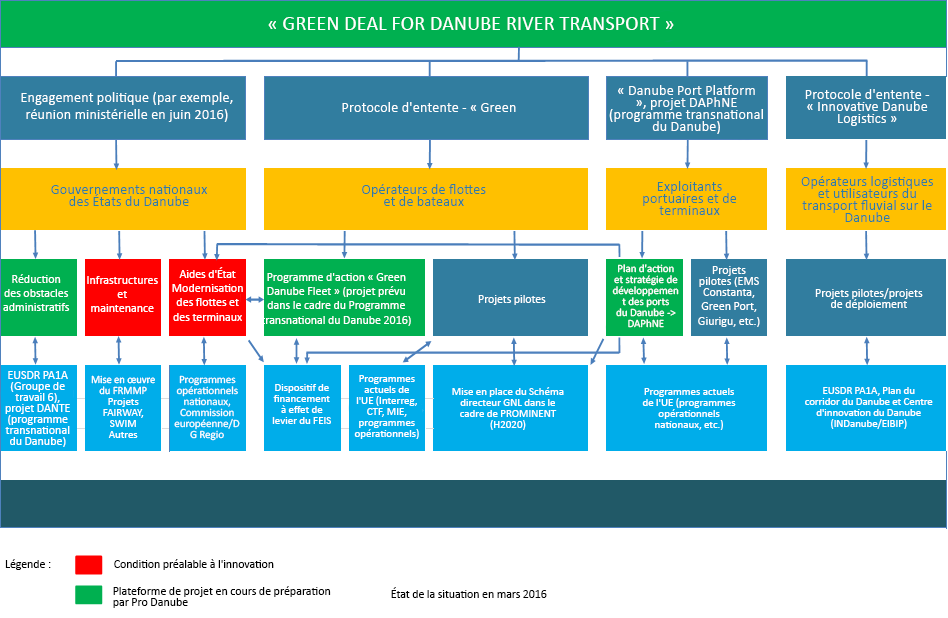


Figure A-2 : structure de l'initiative « Green Deal for Danube River Transport »

Les éléments clés suivants sont en cours de traitement :

* la réduction des obstacles administratifs ;
* les infrastructures et la maintenance ;
* les régimes d'aides d'État pour la modernisation des flottes et des terminaux ;
* les projets pilotes/projets de déploiement ;
* les stratégies de développement et plans d'action.

L'EIBIP permet à INDanube de commencer à mettre en place les conditions-cadre du Green Deal et de son application. Les tâches définies par l'EIBIP seront utilisées pour mettre en place les piliers du Green Deal, qui joueront un rôle moteur dans la réalisation des indicateurs de l'EIBIP. L'EIBIP servira également de cadre pour établir la coopération avec le Danube et donner l'occasion de créer des liens avec d'autres organismes dans la région du Danube, s'ils sont déjà opérationnels (par exemple, en Croatie et en Serbie). L'EIBIP présente donc l'avantage supplémentaire de définir le mandat et le contexte du projet, afin que Pro Danube et ses partenaires du Danube puissent élaborer et déployer l'initiative stratégique (Green Deal) qui servira de base au recours à l'innovation dans la région du Danube.

Engagement politique des gouvernements nationaux

La condition préalable à la réussite du Green Deal est l'engagement des États du Danube à réhabiliter les infrastructures existantes et à investir dans des structures supplémentaires, ainsi qu'à assurer une maintenance avancée des chenaux en vue de l'application du « Fairway Rehabilitation and Maintenance Masterplan » (Schéma directeur de réhabilitation et d'entretien des chenaux).

**Les points essentiels** de ce pilier sont les suivants :

* Dialogue avec les acteurs clés pour s'assurer de l'engagement politique des gouvernements nationaux, en particulier (1) les autorités et administrations nationales et (2) les services de la Commission européenne.

Résultats : Protocole d'entente des États du Danube.

* Réhabilitation des infrastructures existantes, investissement dans des structures supplémentaires et maintenance avancée des chenaux assurée par les gouvernements nationaux.

Résultats : projets pilotes, comme FAIRWAY[[19]](#footnote-19), SWIM[[20]](#footnote-20) ou d'autres.

* Suppression de la bureaucratie excessive, à l'origine d'obstacles administratifs imposés par les autorités chargées des frontières, de la navigation, des ports, des canaux, des voies navigables et autres.

Résultats : simplification – harmonisation – numérisation selon le concept de PDI : « Même fleuve, mêmes règles ».

* Création de dispositifs d'aide à la modernisation des flottes et des ports dans les États du Danube (par exemple, régimes d'aides d'État).

Résultats : dispositifs d'aide à la modernisation des flottes et des ports visant à créer un environnement économiquement favorable aux investissements dans le transport fluvial sur le Danube.

* Facilitation de projets (de coopération), qui généreront des projets modèles et des meilleures pratiques contribuant à la mise en place progressive du Green Deal.

Résultats : projets (de coopération), comme DANTE[[21]](#footnote-21).

**Groupes cibles**

* autorités et administrations nationales ;
* services de la Commission européenne.

Plateforme « Green Danube Fleet »

Les opérateurs de flottes et de barges vont élaborer un programme d'action « Green Danube Fleet » qui recensera les investissements prévus en matière de flottes jusqu'en 2023, préparera une série de projets de modernisation et contribuera ainsi à définir le volume et les priorités des dispositifs nationaux d'aide à la modernisation des flottes, ainsi que la base des autres programmes de financement de l'UE (FEIS/Fonds d'investissement dans les flottes/FEDER et Fonds de cohésion/déploiement à grande échelle).

**Les points essentiels de ce pilier sont les suivants :**

* Dialogue avec les acteurs clés pour s'assurer de l'engagement des principaux opérateurs de flottes/de bateaux concernant l'élaboration d'un programme d'action « Green Danube Fleet ».

Résultats : engagement des acteurs clés (propriétaires et opérateurs de bateaux/flottes) et conclusion d'un Protocole d'entente, après consultation des acteurs de l'industrie.

* Établissement d'une plateforme de travail permanente pour les opérateurs de flottes/bateaux du Danube.

Résultats : plateforme de travail pour les flottes du Danube.

* Élaboration d'un programme d'action « Green Danube Fleet » et promotion de celui-ci.

Résultats : vue d'ensemble des investissements en matière de flottes dans le cadre du programme, à travers la création d'une liste de projets d'investissement futurs, qui servira de base aux dispositifs d'aide à la modernisation des flottes.

* Facilitation des projets européens de recherche et d'innovation concernant l'écologisation de la flotte (l'accent étant mis sur les technologies et leur déploiement).

Résultats : projets soutenus/facilités, comme la proposition de l'appel 2017 de l'initiative H2020 « INNOWATE – Innovations for energy efficiency and emission control in waterborne transport » (Innovations en faveur de l'efficacité énergétique et du contrôle des émissions dans le transport par voie d'eau).

* Facilitation des projets de coopération et pilotes, qui généreront des projets modèles et des meilleures pratiques contribuant à la mise en place progressive du Green Deal, incluant la promotion de tels projets et concepts.

Résultats : soutien/facilitation des projets de candidats individuels ou de consortiums, comme le projet prévu de plateforme Green Danube Fleet dans le cadre du Programme transnational du Danube.

**Groupes cibles**

* opérateurs de flottes et de bateaux ;
* utilisateurs des transports et opérateurs logistiques.

Plateforme « Innovative Danube Ports »

Le Green Deal facilite la coopération entre les entités publiques et privées le long du Danube, afin d'assurer un développement équilibré des ports du Danube sous forme de plateformes multimodales écologiques et accessibles pour le système de transport de la région, ainsi que de les transformer en pôles économiques dynamiques jouant le rôle de catalyseurs de la croissance économique et de la création d'emplois à forte valeur ajoutée. Pour ce faire, une plateforme de travail bien gérée sera mise en place. Elle s’attellera aux lacunes les plus urgentes à l'aide de lignes directrices, de recommandations et d'activités pilotes concrètes fondées sur les bonnes pratiques aboutissant à une stratégie de développement globale et à un plan d'action pour les ports du Danube. Les activités viseront à améliorer la législation portuaire, le financement des investissements portuaires (régimes d'aides d'État et modèles de PPP), les processus d'administration portuaire, les stratégies commerciales des ports, ainsi que les stratégies de développement industriel et des infrastructures portuaires. Une attention particulière sera accordée au renforcement des moyens humains et aux options d'éco-amélioration pour le secteur portuaire.

**Les points essentiels de ce pilier sont les suivants :**

* Dialogue avec les acteurs clés pour s'assurer de l'engagement des principaux opérateurs de flottes/de bateaux concernant l'élaboration d'un plan d'action et d'une stratégie de développement des ports du Danube.

Résultats : engagement des acteurs clés (exploitants portuaires/de terminaux, utilisateurs des transports, opérateurs logistiques et autorités), grâce à des réunions et des ateliers.

* Établissement d'une plateforme de travail permanente pour les ports du Danube (entités privées et publiques), se composant de ministères, d'administrations portuaires, d'utilisateurs des ports, d'entreprises de logistique et d'autres parties prenantes.

Résultats : plateforme de travail pour les ports du Danube.

* Élaboration d'un plan d'action et d'une stratégie de développement des ports du Danube.

Résultats : plan d'action et stratégie de développement des ports du Danube servant de base aux dispositifs d'aide à la modernisation des ports et à la préparation d'une série de projets.

* Facilitation des projets de coopération et pilotes, qui généreront des projets modèles et des meilleures pratiques contribuant à la mise en place progressive du Green Deal, incluant la promotion de tels projets et concepts, comme le concept « High-Performance Green Port Giurgiu[[22]](#footnote-22) » élaboré dans le cadre du programme RTE-T.

Résultats : projets (de coopération), comme DAPhNE [[23]](#footnote-23) ou le projet pilote prévu « Green Port Constanta ».

**Groupes cibles**

* autorités/exploitants de terminaux et portuaires.

« Innovative Danube Logistics »

L'engagement des utilisateurs des transports à avoir recours aux services écologiques de transport fluvial, ainsi que la mise en place de services logistiques innovants pour le transport fluvial sur le Danube, seront démontrés grâce à la conclusion d'un Protocole d'entente et à la création des projets correspondants. Les partenaires du Green Deal s'appuieront sur les programmes existants de l'UE pour générer des projets modèles et des meilleures pratiques, afin de préparer la mise en place progressive de la stratégie du Green Deal.

**Les points essentiels de ce pilier sont les suivants :**

* Dialogue avec les acteurs clés pour s'assurer de l'engagement des principaux utilisateurs des transports et opérateurs logistiques.

Résultats : engagement des acteurs clés (utilisateurs des transports et opérateurs logistiques) et conclusion d'un Protocole d'entente, après consultation des acteurs de l'industrie.

* Renforcement de la sensibilisation au transport fluvial auprès des utilisateurs des transports et des opérateurs logistiques (chargeurs de marchandises et prestataires de services logistiques) et préparation des bases de la coopération avec les acteurs du secteur logistique, de manière à s'assurer de leur engagement à avoir recours à la navigation intérieure.

Résultats : échange d'informations permanent avec les utilisateurs des transports et les opérateurs logistiques à propos des activités relatives à l'innovation et aux transports sur le Danube, et organisation d'une séance dédiée à la logistique innovante dans le cadre d'un événement majeur du secteur du transport fluvial.

* Facilitation de projets de recherche et d'innovation, ainsi que de projets pilotes (coopératifs) le long de la chaîne logistique (intermodale) se rapportant à de nouveaux concepts logistiques, flux de marchandises ou concepts de bateaux, qui généreront des projets modèles et des meilleures pratiques contribuant à la mise en place progressive du Green Deal.

Résultats : projets soutenus/facilités.

**Groupes cibles**

* utilisateurs des transports et opérateurs logistiques.

**Programme de travail indicatif pour 2016 - 2018**

Le programme de travail indicatif d'INDanube pour 2016 - 2018 a été défini conformément au « Green Deal for Danube River Transport ». Il est synthétisé, avec les actions correspondantes des Centres d'innovation, dans le tableau A-1 ci-dessous.

Tableau A-1 : programme de travail d'INDanube pour 2016 - 2018, s'inscrivant dans le cadre du « Green Deal for Danube River Transport »

| Indicateur | Priorité | INDanube | Contribution d'INDanube | Grandes étapes pour INDanube |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Nombre de bateaux équipés d'un dispositif spécifique pour les diverses technologies écologiques  Pilier correspondant du Green Deal :   * « Green Danube Fleet » | GNL/GNC | 5 | Après analyse des possibilités de financement appropriées de l'UE, soutenir les demandes de subvention dans le cadre des programmes adéquats déposées par des entreprises à titre individuel ou regroupées en consortium | Dépendent du calendrier de l'appel du MIE dans le cadre du programme Synergy, des appels du MIE pour 2016 et 2017, du calendrier de l'appel dans le cadre du programme POIM en Roumanie et du calendrier de l'appel des programmes CTF concernés |
| Hybride/diesel-électrique | 10 | Sur la base du travail préparatoire dans le cadre de l'initiative « Green Deal », soutenir les décisions concernant le remplacement ou les révisions majeures de moteurs | Identification des investissements pertinents dans le cadre du Plan d'action de renouvellement de la flotte/« Green Deal » en 2016, identification des dispositifs d'aide publique appropriés et dépôt de demandes de subventions en 2016, dépôt de demandes de subventions en 2017 et 2018 |
| Post-traitement | 1 | Identification d'opérateurs de barges acceptant de participer à des tests en conditions réelles dans le cadre des demandes de subventions de l'UE et présentation des demandes de projets | Dépendent du calendrier des appels du MIE et de l'initiative H2020 pour 2016, 2017 et 2018 |
| Carburants alternatifs | - | -- | - |
| Autres technologies (« Smart Steaming ») | 20 | D'après les résultats des activités pilotes en matière de « navigation efficace » entreprises dans le projet PROMINENT dans le cadre de H2020, un projet de déploiement sera élaboré et fera l'objet d'une demande de cofinancement en vertu d'un régime de financement national/européen approprié | Demande de subvention dans le cadre d'un programme adapté de l'UE pour un groupe d'entreprises déployant des applications de « Smart Steaming », dépendant des possibilités d'appels et des calendriers respectifs de dépôt des projets prévus entre le 2e trimestre 2017 et le 2e trimestre 2018 |
| Réduction des émissions grâce à l'utilisation des technologies et à une navigation économe en énergie (à l'aide des outils et formations fournis par le biais de l'EIBIP)  Pilier correspondant du Green Deal :   * « Green Danube Fleet » | Moyenne pondérée de l'économie de carburant et de la réduction du CO2 [g/t-km] | 3,18 |  |  |
| Réduction moyenne pondérée du NOx [g/t-km] | 0,0770 |  |  |
| Réduction moyenne pondérée des MP [g/t-km] | 0,0034 |  |  |
| Impact (en nombre de personnes) des outils et services fournis par le biais de l'EIBIP  Piliers correspondants du Green Deal :   * « Green Danube Fleet » * « Danube Port Platform » | Nombre de personnes utilisant des outils/applications comme ECONAUT et l'Éco-calculateur du transport fluvial fournis par l'EIBIP | 60 | L'utilisation en conditions réelles des outils d'écologisation fera partie du projet de déploiement prévu en matière de « navigation efficace » | Dépôt des demandes de projets prévu entre le 2e trimestre 2017 et le 2e trimestre 2018, selon le calendrier des programmes de financement appropriés de l'UE |
| Nombre de personnes formées aux technologies écologiques (y compris à l'aide d'outils en ligne, comme la formation « Smart Steaming ») | 100 | La formation concernant les outils et technologies de navigation écologique s'inscrira dans le cadre du projet de déploiement prévu en matière de « navigation efficace » | Dépôt des demandes de projets prévu entre le 2e trimestre 2017 et le 2e trimestre 2018, selon le calendrier des programmes de financement appropriés de l'UE |
| Nombre de nouveaux concepts de bateaux/systèmes logistiques, incluant le degré de déploiement | 2 | Identification des utilisateurs des transports/prestataires de services logistiques/opérateurs de barges intéressés dans le cadre de l'initiative « Green Deal » et développement d'un projet pour une demande de financement national/de l'UE | Identification de projets à partir du 2e trimestre 2016, dépôt de demandes dans le cadre de programmes de financement appropriés en 2016/2017, en fonction des calendriers des programmes concernés |
| Valeur des effets économiques  Piliers correspondants du Green Deal :   * Engagement politique des gouvernements nationaux * « Green Danube Fleet » * « Danube Port Platform » | Valeur de l'investissement total [M€] dans l'application de technologies et de concepts logistiques/de bateaux | 11,3 |  |  |
| Valeur de l'investissement privé [M€] du secteur dans l'application de technologies et de concepts logistiques/de bateaux | 7,5 |  |  |
| Nombre de dispositifs de financement générés (régionaux, nationaux, etc.) | 3 | Les régimes d'aide d'État à la modernisation des flottes seront initiés en coopération étroite avec les États du Danube les plus intéressés, dans le cadre du « Green Deal » ; sur la base d'un projet de régime type largement harmonisé, au moins trois États du Danube devraient commencer à élaborer un dispositif de financement qui sera inclus dans les programmes de l'UE ; une plateforme de travail avec les administrations des pays du Danube sera mise en place dans le cadre de PA1A ; interaction avec des activités dans le nord-ouest de l'Europe concernant le lancement du Fonds d'investissement dans les flottes/l'utilisation des fonds du FEIS | Début du travail avec au moins 3 États du Danube intéressés à compter du 3e trimestre 2016 et jusqu'au 2e trimestre 2017, dans le cadre des activités de l'EUSDR/PA1A ; obtention d'un engagement politique au plus tard au 3e trimestre 2017 ; préparation d'un projet de dispositif de financement pour la modernisation des flottes dans le cadre du projet financé par l'UE jusqu'au 4e trimestre 2017 ; inclusion de dispositifs de financement dans les programmes opérationnels nationaux jusqu'au 2e trimestre 2018 |
| Ampleur des dispositifs de financement générés [M€] (régionaux, nationaux, etc.) | 50 |  |  |
| Impact sur la coopération et l'engagement des partenaires externes  Piliers correspondants du Green Deal :   * Engagement politique des gouvernements nationaux * « Green Danube Fleet » * « Danube Port Platform » | Nombre de consortiums clairement engagés en faveur de l'investissement dans l'écologisation et valeur de leur engagement (du point de vue financier, en termes de quantité de ressources et d'outils, etc.) | 3 | Conclusion d'un Protocole d'entente par les opérateurs de flottes du Danube concernant la mise en place d'un Plan d'action « Green Danube Fleet »  Conclusion d'un Protocole d'entente par les utilisateurs des transports et les prestataires de services logistiques concernant la mise en œuvre de concepts logistiques innovants pour le transport par voie d'eau sur le Danube  Création d'un consortium de projet pour la demande de subventions dans le cadre de l'appel du Programme transnational du Danube (DTP) pour 2016 | Projet de Protocole d'entente des opérateurs de flottes conclu en fin d'année 2016  Protocole d'entente des utilisateurs des transports et des prestataires de services logistiques conclu jusqu'au 2e trimestre 2017  Demande dans le cadre du programme DTP transmise à l'automne 2016 (selon le calendrier du programme) |
| Nombre de partenaires clairement engagés en faveur de l'investissement dans l'écologisation et valeur de leur engagement (du point de vue financier, en termes de quantité de ressources et d'outils, etc.) | 30 | En tant que partenaires des Protocoles d'entente prévus et des demandes de subventions | Selon le calendrier des activités prévues concernées |
| Nombre de projets initiés demandant à bénéficier d'un financement de l'UE, national ou régional et proposant des innovations au marché | 15 | Projets d'entreprises qui pourraient être consolidés, en fonction des besoins des programmes de financement | Dépendent du calendrier de la demande de projet prévue concernée |
| Nombre de subventions obtenues | 12 |  |  |
| Valeur des subventions obtenues [M€] | 60 |  |  |

-o-0-o-

Annexe B Stratégie de recours à l'innovation de D-ZIB

D-ZIB a mis au point une Stratégie de recours à l'innovation visant à définir concrètement sa contribution à la réalisation des objectifs communs de l'EIBIP. Le processus d'élaboration de cette stratégie a consisté notamment à identifier les outils et mesures en faveur de l'innovation dans le domaine du transport fluvial, ainsi que les solutions permettant de les mettre en application.

Un premier atelier a été organisé le 13 octobre 2016, sous forme d'une séance de brainstorming initiale sur les points suivants :

* définir les objectifs de D-ZIB ;
* évaluer l'état des activités d'innovation dans le secteur du transport fluvial en Allemagne ;
* développer des idées de mesures que D-ZIB pourrait mettre en place ;
* identifier les conditions-cadres d'application de ces mesures ;
* définir les étapes suivantes du processus d'élaboration de cette stratégie.

Ces questions ont été évoquées au sein de l'atelier au moyen d'une série de questions et réponses axées sur la stratégie. Les résultats sont décrits dans cette présentation.

**Objectifs généraux de D-ZIB :**

* augmenter la capacité d'innovation en matière de navigation intérieure et soutenir les actions dans ce domaine ;
* développer des solutions pour surmonter les obstacles du marché à un transport fluvial écologique et renforcer l'efficacité de ce type de transport ;
* soutenir l'introduction sur le marché de technologies innovantes dans le secteur du transport fluvial ;
* renforcer l'importance économique et environnementale du transport fluvial par rapport aux autres modes de transport, grâce à l'innovation ;
* développer des solutions innovantes pour encourager un transfert modal du transport routier vers le transport fluvial ;
* contribuer à accroître l'intérêt politique et la reconnaissance de la navigation intérieure en Allemagne ;
* positionner D-ZIB comme un point de contact central et un centre de conseil neutre pour les acteurs innovants du secteur de la navigation intérieure ;
* positionner D-ZIB comme une source d'informations et servir « d'antenne » pour les développements innovants en matière de navigation intérieure.

**Objectifs concrets de D-ZIB :**

1. encourager le développement de technologies efficaces et écologiques pour le transport fluvial ;
2. soutenir la création de solutions logistiques innovantes pour la navigation intérieure ;
3. favoriser les innovations dans le domaine de la sécurité ;
4. encourager la conception de modèles de financement innovants pour le transport fluvial ;
5. renforcer la coopération entre les bateaux de navigation intérieure et les instituts de connaissance ;
6. initier et coordonner des projets d'innovation concernant le transport fluvial ;
7. tisser des relations avec les opérateurs de la navigation intérieure dans le but de favoriser l'innovation ;
8. renforcer la recherche et le développement appliqués en matière de navigation intérieure ;
9. préparer des exemples de meilleures pratiques illustrant le recours à l'innovation dans la navigation intérieure ;
10. améliorer l'accès et la réceptivité des opérateurs du transport fluvial aux activités axées sur l'innovation ;
11. promouvoir l'enseignement et les formations universitaires ou professionnelles pour les opérateurs de la navigation intérieure ;
12. renforcer les compétences des opérateurs de la navigation intérieure en matière de développement de projets.

Vous trouverez ci-dessous une synthèse détaillée des thèmes stratégiques évoqués au cours de l'atelier d'experts qui s'est tenu le 13 octobre 2016.

**Groupes cibles de D-ZIB**

**Acteurs clés du secteur du transport fluvial en Allemagne, définis de la manière suivante :**

* entreprises du secteur du transport fluvial et de l'industrie (groupe cible principal) ;
* instituts de connaissances en matière de navigation (fluviale) ;
* parties responsables des voies navigables intérieures ;
* autres acteurs concernés.

**En termes concrets, les acteurs identifiés ci-dessus incluent :**

* les propriétaires de bateaux et compagnies de navigation fluviale, incluant le transport de passagers ;
* les transitaires, chargeurs, compagnies de navigation, entreprises de logistique ;
* les chantiers navals, fournisseurs et services maritimes ;
* les autorités portuaires et organismes de réglementation concernés ;
* les universités et établissements d'enseignement ;
* les associations et sociétés de classification ;
* les entités politiques et administratives aux niveaux municipal, étatique, fédéral et européen ;
* les médias.

**La situation actuelle en matière d'innovation dans la navigation intérieure en Allemagne peut être décrite de la manière suivante :**

* L'innovation est moins développée dans le domaine de la navigation que dans d'autres secteurs.
* En ce qui concerne la navigation fluviale, les performances d'innovation sont inférieures à la moyenne.
* Si des innovations ont été adoptées ces dernières années sous l'impulsion du marché, aucune tendance constante en faveur de l'innovation n'a été constatée et un nombre restreint d'activités d'innovation a été publié.
* Seuils d'innovation caractéristiques de l'industrie (par exemple, des bateaux monocoques aux navires à double coque).
* Il n'existe que quelques compagnies de navigation fluviale innovantes (des précurseurs) en Allemagne.
* Peu de moteurs de l'innovation sont issus des domaines de la science et de la recherche (par exemple, DST) en matière de navigation fluviale en Allemagne.
* Les innovations constituent l'exception plutôt que la règle, elles résultent d'impératifs économiques ou d'un intérêt personnel.
* L'on constate peu de transferts de solutions innovantes provenant d'autres secteurs ou industries.
* Le transfert entre les émetteurs et les destinataires de l'innovation n'est pas ancré structurellement dans le secteur allemand de la navigation intérieure (tentatives en Rhénanie-du-Nord-Westphalie).
* Aucune analyse générale n'est disponible concernant l'innovation dans la navigation intérieure en Allemagne (uniquement des conclusions spécifiques).
* À ce jour, il n'existe pas de bureau central en Allemagne disposant d'une vision d'ensemble des innovations en matière de navigation intérieure et d'un accès aux connaissances (il n'existe même pas de vue d'ensemble des flottes).

**Les principaux obstacles à l'innovation en matière de navigation intérieure en Allemagne peuvent être résumés de la manière suivante :**

Les obstacles identifiés concernent les entreprises et la structure des voies navigables intérieures :

* la disponibilité (et le temps) limité des opérateurs du transport fluvial complique l'obtention d'un engagement de la part des opérateurs de bateaux ;
* la structure de propriété des bateaux de navigation intérieure est divisée/fragmentée ;
* connaissances technologiques limitées des opérateurs de bateaux ;
* peu d'ouverture à l'innovation et faible perception du soutien disponible concernant l'adoption d'innovations par le marché ;
* capacités restreintes en termes de recherche et de développement ;
* peu de capitaux disponibles pour des innovations ;
* longue durée de vie des bateaux de navigation intérieure et modalités de financement à long terme des navires ;
* le retour sur investissement des innovations est incertain et difficile à calculer ;
* perspectives de marché réduites pour les innovations en raison du petit nombre de pièces et de la standardisation relativement faible (par exemple, concernant les technologies des moteurs) ;
* peu de sensibilisation aux options de financement existantes et scepticisme au regard des procédures de demande.

Une nouvelle réglementation pourrait permettre d'encourager plus efficacement l'innovation (par exemple, les valeurs limites de gaz d'échappement pour les moteurs des bateaux de navigation intérieure définies dans le cadre de la phase V de la directive européenne relative aux engins mobiles non routiers, qui entrera en vigueur le 1er janvier 2019 et le 1er janvier 2020.

À ce jour, il n'existe aucune structure destinée à favoriser l'innovation dans la navigation intérieure en Allemagne.

**Dans quels domaines les innovations sont-elles les plus nécessaires ?**

* + technologies de réduction des émissions ;
  + systèmes de propulsion pour améliorer le rendement des moteurs ;
  + recours à des carburants alternatifs ;
  + solutions informatiques et en matière de télécommunications ;
  + développement portuaire et solutions logistiques ;
  + concepts éducatifs et de formation.

**Mesures potentielles de D-ZIB en faveur de l'innovation :**

1. **Conseils à des entreprises spécifiques :**

* conseils en innovation (liés à des projets) ;
* audits d'innovation (aspects commerciaux) ;
* conseils en matière de transferts d'innovation ;
* conseils en matière de technologie et de recherche (avec l'assistance d'experts) ;
* conseils sur les programmes de financement ;
* conseils en matière d'énergie (via des experts) ;
* conseils en matière d'organisation, de logistique et d'informatique (concernant également les « procédures intelligentes » dans les ports).

1. **Soutien de projets :**

* initiation de projets de coopération et d'innovation ;
* développement de projets de coopération et d'innovation, aboutissant éventuellement à une ou plusieurs demandes de financement ;
* gestion de projets de coopération et d'innovation.

1. **Actions d'information :**

* échange d'informations à propos des nouveaux concepts et technologies (par exemple, lors d'événements) ;
* création et diffusion des « meilleures pratiques en matière d'innovation » pour le transport fluvial.

1. **Constitution de réseaux :**

* mise en place et conservation d'un « Réseau d'innovation pour les voies navigables intérieures » en Allemagne, par le biais duquel des contacts ciblés entre les membres pourraient aboutir à des innovations.

1. **Outils d'innovation :**

* conception et mise en œuvre d'un programme de conseils en matière de navigation intérieure (comprenant des « conseils numériques » à bord) ;
* création et mise à disposition d'une « banque de connaissances » sur Internet regroupant les innovations, les technologies et des prestataires de services innovants en matière de transport fluvial ;
* mise au point et utilisation d'instruments de mesure (par exemple, calculateur de CO2 Econaut, Éco-calculateur du transport fluvial, outil relatif au coût total de possession, etc.).

1. **Formation et perfectionnement :**

* soutien de la poursuite du développement des formations concernant les voies navigables intérieures, avec des modules sur le thème de l'innovation ;
* initiation et développement de programmes de formation pour le transport fluvial.

**Mesures d'accompagnement potentielles de D-ZIB :**

1. **Suivi des innovations :**

* préparation d'une analyse de référence des performances d'innovation dans le secteur allemand de la navigation intérieure (travail réalisé par des étudiants) ;
* poursuite de l'identification et présentation des innovations du secteur allemand de la navigation intérieure dans le cadre du Radar d'innovation du site Internet ;
* création d'un groupe d'experts axé sur les performances d'innovation du secteur allemand de la navigation intérieure, avec des réunions de travail régulières (par exemple, semestrielles).

1. **Politique d'innovation :**

* participation aux organismes publics et politiques concernés par la navigation intérieure ;
* influence sur des programmes (de financement) relatifs au transport fluvial et participation à ces derniers.

1. **Stratégies d'innovation :**

* définition et actualisation d'une stratégie d'innovation pour la navigation intérieure allemande ;
* participation à la stratégie européenne relative aux voies navigables intérieures.

1. **Études consacrées à l'innovation :**

* commande centralisée d'études (technologiques) pour l'industrie, ainsi que d'études de recherche.

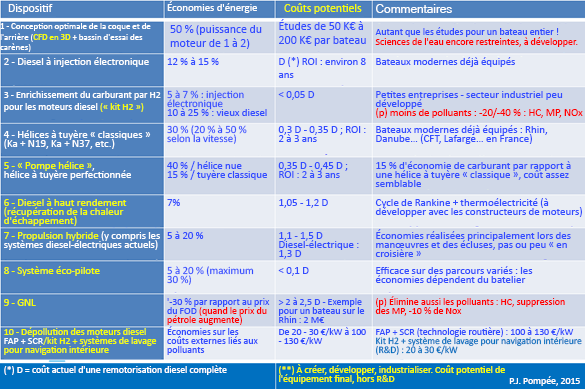
Conception d'un guide consacré au développement.

-o-0-o-

Annexe C Stratégie de recours à l'innovation de BATELIA

Batelia a élaboré en 2016 une feuille de route en matière d'innovation, dont l'objectif est de préciser les différents défis auxquels le transport fluvial est confronté en France (comme les enjeux techniques et organisationnels) et pouvant être résolus par des innovations. Cette feuille de route comprend également plusieurs expériences que Batelia va soutenir, puisqu'elles correspondent aux priorités identifiées dans ce document. Vous trouverez dans le tableau C-1 une liste des technologies pertinentes de la feuille de route en matière d'innovation de BATELIA.

Tableau C-1 : liste des technologies pertinentes de la feuille de route en matière d'innovation de BATELIA



Enjeux techniques et organisationnels

**1) Défis techniques**

* Bonnes performances énergétiques (toujours perfectibles) (200 à 460 kJ/t-km selon les bateaux, par rapport à 1 000 à plus de 4 000 kJ/t-km par route, des autoroutes à la périphérie des villes).

**Objectif réaliste : amélioration de 30 % à 50 %.**

* Mauvaises performances environnementales : moteurs à dépolluer : particules fines, NOx, hydrocarbures imbrûlés :
  + normes environnementales en cours de préparation (directive EMNR) ;
  + le transport routier a enregistré des avancées importantes en termes de performances environnementales ;
  + assez peu de solutions standard : dispositifs de traitement des gaz d'échappement, GNL ;
  + efficacité logistique : parcours à vide, frais de manutention élevés.

**2) Défis auxquels le secteur du transport fluvial est confronté**

* Un domaine technique atypique au croisement de plusieurs champs d'application, avec un niveau de complexité élevé et toujours sous-estimé :
* navigation dans des zones confinées : interaction bateau/construction ;
* taille des composants d'un niveau intermédiaire entre le véhicule routier (< 300 kW) et le grand navire maritime (> 2 MW) ; seulement 1 % des moteurs fabriqués (10 % des moteurs destinés au milieu marin, etc.).
* Manque de soutien financier au regard des connaissances et de l'ingénierie :
* les architectes navals connaissent relativement peu la navigation confinée.
* Les séries de production sont trop petites :

avec un coût unitaire de 1 à 5 millions d'euros, il est difficile d'atteindre le seuil de rentabilité des avancées techniques pour de petites séries de production (100 000 unités pour l'automobile, 100 à 1 000 unités pour l'aviation) ou de grandes unités (grand navire maritime coûtant 200 M€, dont 20 M€ d'études).

* Secteur dispersé qui est généralement faiblement technologique et composé de PME avec une culture individualiste.

État de la technique

**Enjeu n°** **1 :**

réduire la consommation des bateaux

**Enjeu n°** **2 :**

réduire les émissions polluantes

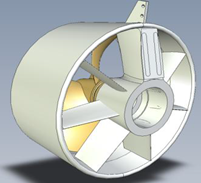
Expérience 1 (OBJECTIF N°5) : pompe hélice

**Enjeu :** réduire la consommation d'énergie de 15 % à 40 %, selon les cas.

**Principe :** améliorer les performances de propulsion (\*) et réduire la consommation.

**Configuration idéale :** pousseur (avec tuyères), par exemple, 2 x 1 000 CV, hélices de 2 m, consommation de 600 à 800 000 l par an ; barge de 75 m à 90 m et 1 200 à 1 800 TPL, moteur de 800 CV à 1 200 CV (diamètre de l'hélice de 1,50 m à 1,60 m), sur un parcours régulier avec suffisamment d'eau sous la quille.

**Plan d'action :** identifier le chargeur/bateau, conclure les contrats, planifier le déploiement et les mesures ; il existe déjà un schéma de projet et un document contractuel complet (qui peuvent encore être améliorés), ayant été établis pour un propriétaire de bateau par Shipstudio avec l'ADEME (Agence française de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie). Objectif final : séries standard fluviales avec des diamètres de 1,5 m à 2,0 m et une puissance de 400 kW à 1 500 kW. (\*) « performances de propulsion » : rapport entre la puissance de traction et la puissance du moteur.

Expérience 3 (OBJECTIF N°10) : kit de dépollution

**Enjeu :** réduire les émissions polluantes, conformément à la réglementation, y compris pour les moteurs existants.

**Principe :** principalement lavage des gaz d'échappement, complété par le kit H2 pour réduire la taille du système de lavage (de 20 % à 40 %), et éventuellement SCR supplémentaire pour améliorer l'élimination des gaz NOx. Configuration à trouver : barge équipée d'un moteur de 800 CV à 1 200 CV, activité soutenue (beaucoup d'heures par an).

**Configuration idéale :** moteur très classique de type CAT C32 ou C3512 et de puissance moyenne.

**Projet complet à élaborer :** étude – installation – mesures avant et après – suivi sur 6 000 heures.

**Points clés :**

* Sur la base de mesures temporaires de navigation n'ayant pas encore été homologuées par VERITAS : possibilité d'une homologation CCNR à l'unité ;
* conditions d'homologation future conformes à la nouvelle réglementation européenne, à l'unité (moteurs existants) ou en série (moteurs neufs).

Expériences

L'objet est de fournir une assistance technique et financière utile aux acteurs des projets d'innovation. Les projets suivants ont été identifiés :

* installation d'une pompe hélice sur un bateau de type RHK sur la Seine ; le consortium est en cours de constitution et regroupe un fabricant de pompe hélice, un propriétaire de bateau, l'ADEME et VNF, ces deux dernières entités ayant fourni des subventions ;
* installation d'un moteur de camion diesel conforme à la norme EURO VI sur un bateau de transport fluvial ;
* diffusion des résultats d'un kit de post-traitement Flexfuel mis en place sur 20 bateaux de navigation intérieure en 2014 (subventions accordées par le biais du programme français de modernisation de la flotte de transport fluvial) ;
* mise en place d'un bateau-pousseur hybride avec une batterie à l'hydrogène sur le Rhône (Promovan 2).

Soutien de projets privés

* hybridation d'un automoteur de type RHK (« Auxerrois ») ;
* diffusion en ligne des diverses solutions, après analyse comparative.

Gestion de BATELIA

* création d'un Conseil d'orientation pour BATELIA ;
* deux à trois réunions doivent être tenues en 2017.

Communication

* organisation d'un atelier EIBIP avec Mariko à Strasbourg sur les carburants alternatifs ;
* organisation d'ateliers EIBIP/BATELIA avec Riverdating (29et 30 novembre 2017, à Paris).

-o-0-o-

1. *https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases#methane* [↑](#footnote-ref-1)
2. *Documents ayant servi de sources à cette fiche d'information et à la description de la technologie :*

   *Panteia, Planco, viadonau, SPB, CCNR (2013), Contribution to impact assessment of measures for reducing emissions of inland navigation (Contribution à l'étude d'impact des mesures de réduction des émissions de la navigation intérieure) ;*

   *viadonau, SPB, DST, TNO, Pro Danube, Ecorys, STC-Nestra (2015), PROMINENT - D 1.2 List of best available greening technologies and concepts (Liste des meilleurs concepts et technologies disponibles en matière d'écologisation) ;*

   *Huang, Y. (2015), Conversion of a pilot boat to operation on methanol (Conversion d'un bateau-pilote au fonctionnement au méthanol), Chalmers University of Technology ;*

   *Moirangthem, K. & D. Baxter (2016), Alternative Fuels for Marine and Inland Waterways (Carburants alternatifs destinés aux voies navigables intérieures et maritimes), Commission européenne - Centre commun de recherche ;*

   *Andersson, K. & C.M. Salazar (2015), Methanol as a marine fuel report (Rapport sur l'utilisation du méthanol comme carburant marin), FCBI Energy for Methanol Institute.* [↑](#footnote-ref-2)
3. *viadonau et al. (2015), D2.4 Ex-ante cost/benefit analysis of business cases for energy-efficient navigation (Analyse coûts/avantages préalable des arguments commerciaux en faveur de la navigation économe en énergie), PROMINENT.*  [↑](#footnote-ref-3)
4. *DST et al. (2014), Guidelines on Modernisation of Inland Ships – Hydrodynamic improvement (Lignes directrices concernant la modernisation des bateaux de navigation intérieure – Améliorations hydrodynamiques),* *MoVe-IT!.* [↑](#footnote-ref-4)
5. *(Source : une partie du schéma se trouve sur la page suivante : http://www.groenervaren.nl/hybrid-and-diesel-electric-did-you-think-those-concepts-are-exactly-the-same/)* [↑](#footnote-ref-5)
6. *Cour des comptes européenne (2015), Le transport fluvial en Europe : aucune amélioration significative de la part modale et des conditions de navigabilité depuis 2001.* [↑](#footnote-ref-6)
7. *WVL, STC, PANTEIA, BDB (2015), D1.5: Analysis of Possibilities to Enhance Market Transparency and Synergistic Actions (Analyse des possibilités de renforcer la transparence du marché et les actions synergiques), PLATINA II.* [↑](#footnote-ref-7)
8. *www.informatie.binnenvaart.nl%2Fdocumenten%2Fdoc\_view%2F156-plan-van-aanpak-klein-schip* [↑](#footnote-ref-8)
9. *Cour des comptes européenne (2015), Le transport fluvial en Europe : aucune amélioration significative de la part modale et des conditions de navigabilité depuis 2001.* [↑](#footnote-ref-9)
10. *NEA et al. (2011), Medium and Long Term perspective of IWT for the EU (Perspectives à moyen et long termes du transport fluvial dans l'UE), DG MOVE.* [↑](#footnote-ref-10)
11. Directive relative à l'Énergie propre pour les transports <https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/cpt_en> [↑](#footnote-ref-11)
12. *Système mis en place par plusieurs exploitants de conteneurs, dont Maersk :* [*http://www.maersk.com/en/the-maersk-group/about-us/publications/group-annual-magazine/2015/smart-containers-listen-and-talk*](http://www.maersk.com/en/the-maersk-group/about-us/publications/group-annual-magazine/2015/smart-containers-listen-and-talk) [↑](#footnote-ref-12)
13. [*https://www.portofrotterdam.com/sites/default/files/downloads/Rotterdam%20Cool%20Port.pdf*](https://www.portofrotterdam.com/sites/default/files/downloads/Rotterdam%20Cool%20Port.pdf) [↑](#footnote-ref-13)
14. *Par exemple, récemment dans le rapport « D1.9 Potentiel de marché » du projet PLATINA II, mais également auparavant dans le projet FP6 CREATING et dans la thèse de master « Barge hinterland transport of orange juice in Europe » (Transport intérieur par barge de jus d'orange en Europe, A. Sergio Ellero, 2009).* [↑](#footnote-ref-14)
15. *PBV, STC, BDB (2016), D 1.8: Outline of market organisation and structure for continental transport chains (Grandes lignes de la structure et de l'organisation du marché pour les chaînes de transport continentales), PLATINA II.* [↑](#footnote-ref-15)
16. *PANTEIA/NEA (2015), D 1.6: Macro analysis of market potential in the continental cargo market (Macroanalyse du potentiel du marché du fret continental),*  *PLATINA II.* [↑](#footnote-ref-16)
17. *Étudié dans le programme de recherche IDVV de l'organisme néerlandais Rijkswaterstaat : http://www.beterbenuttenvaarwegen.nl/ENG+English/ENG+Projects/314893.aspx?t=Hub+and+Spoke* [↑](#footnote-ref-17)
18. *M. Janjevic et A. B. Ndiaye (2014), Inland waterways transport for city logistics: a review of experiences and the role of local public authorities (Le transport fluvial dans la logistique urbaine : analyse des expériences et rôle des autorités publiques locales), dans Urban Transport XX, p. 12.* [↑](#footnote-ref-18)
19. *FAIRway Danube (07/2015-06/2020),* [*https://ec.europa.eu/inea/sites/inea/files/fiche\_2014-eu-tm-0219-s\_final.pdf*](https://ec.europa.eu/inea/sites/inea/files/fiche_2014-eu-tm-0219-s_final.pdf) [↑](#footnote-ref-19)
20. *SWIM - SMART Waterway Integrated Management (Gestion intégrée intelligente des voies navigables, 07/2016 - 12/2020),* [*https://ec.europa.eu/inea/sites/inea/files/fiche\_2015-ro-tm-0366-w\_final.pdf*](https://ec.europa.eu/inea/sites/inea/files/fiche_2015-ro-tm-0366-w_final.pdf) [↑](#footnote-ref-20)
21. *DANTE « Improving Administrative Procedures and Processes for Danube IWT » (Améliorer les procédures et processus administratifs pour le transport fluvial sur le Danube) (01/2017 - 06/2019),* [*www.interreg-danube.eu/approved-projects/dante*](http://www.interreg-danube.eu/approved-projects/dante) [↑](#footnote-ref-21)
22. *« High-performance Green Port Giurgiu » (07/2013 - 08/2015),* [*https://ec.europa.eu/inea/sites/inea/files/fichenew\_2012-eu-18089-s\_final.pdf*](https://ec.europa.eu/inea/sites/inea/files/fichenew_2012-eu-18089-s_final.pdf) [↑](#footnote-ref-22)
23. *DAPhNE - Réseau des ports du Danube (01/2017 - 06/2019),* [*www.interreg-danube.eu/approved-projects/daphne*](http://www.interreg-danube.eu/approved-projects/daphne) [↑](#footnote-ref-23)