

PROJET GNL FACILE

"Le GNL est une source accessible intégrée pour une logistique efficace".

Projet n° 176

CUP B12H17000680003

PRODUIT T4.1.1

ÉTUDE DES FLUX
ÉNERGÉTIQUES ENTRE LE
PORT ET L'ARRIÈRE-PAYS

Septembre 2021

Ce document résume les résultats de l'analyse et de la discussion approfondies avec les acteurs locaux menées entre mai et novembre 2021 par The European House - Ambrosetti pour le compte de l'Autorité portuaire du Nord de la mer Tyrrhénienne en référence à l'initiative appelée "The Strategic Blueprint of the Hydrogen Valley of the Tuscan Coast" et incluse dans le projet plus large de l'Autorité portuaire du Nord de la mer Tyrrhénienne visant à créer un écosystème local de l'hydrogène, à partir des activités portuaires.

Ce document, qui se compose du présent rapport et de quatre annexes techniques¹, vise à définir les éléments stratégiques et opérationnels du développement futur du projet.

1. LA MÉTHODOLOGIE ET LA PORTÉE DE L'INITIATIVE

Le "Plan stratégique de la vallée de l'hydrogène de la côte toscane" fait partie d'un projet plus vaste de l'Autorité du système portuaire du nord de la mer Tyrrhénienne, dont la mission est la suivante :

*Elaborer et communiquer de **nouvelles connaissances** sur le potentiel du territoire le long de la route.*

*la chaîne d'approvisionnement en hydrogène et créer les **meilleures conditions** économiques, sociales et de gouvernance pour que l'Autorité du Système Portuaire du Nord de la Mer Tyrrhénienne devienne l'acteur de référence et le leader pour l'institutionnalisation d'une **Hydrogen Valley** sur le territoire de la côte toscane.*

Dans ce contexte, l'initiative de la Maison européenne - Ambrosetti poursuit les objectifs suivants :

- Identifier les **chaînes d'approvisionnement prioritaires** et les **caractéristiques potentielles** de l'*Hydrogen Valley* de la côte-archipel toscane, en termes de production, de distribution et d'utilisations de l'hydrogène, *vis-à-vis de la cartographie de la chaîne d'approvisionnement* et des technologies impliquées et des forces et faiblesses du territoire.
- Identifier et faire participer les **acteurs "critiques" publics et privés** dans les secteurs et domaines présentant le plus grand potentiel de développement de l'hydrogène dans la région, afin d'encourager les investissements.
- Vérifier les outils de *gouvernance* pour la mise en place éventuelle d'un "**Laboratoire commun pour la transition énergétique et environnementale dans les ports**" dédié au transfert de technologie et au test/validation/diffusion de solutions non encore totalement industrialisées, c'est-à-dire à démontrer à grande échelle.
- Élaborer une vision stratégique pour le territoire, à travers le développement d'un "**Plan stratégique**" pour la réalisation d'une *Hydrogen Valley* sur la côte Toscane-Archipel.

L'initiative s'est concentrée sur l'analyse de l'opportunité de la création d'une *Hydrogen Valley* sur la côte toscane et a spécifiquement considéré les territoires suivants :

- Les **provinces côtières de la** région Toscane faisant partie de l'AdSP MTS : Livourne, Lucques, Grosseto et Pise (avec un *accent* particulier sur le système insulaire), où le

¹ *Programme de la table technique", "2_Liste des participants à la table technique", "3_Principales évidences issues de la table technique" et "4_Blueprint Hydrogen Valley Costa Toscana_slide".*

les possibilités d'applications possibles de production et de consommation et le développement de la chaîne d'approvisionnement en hydrogène.

- **Région Toscane**, dans laquelle les synergies existant au niveau régional ont été identifiées et évaluées par rapport à la présence de secteurs manufacturiers ayant un positionnement distinctif dans les secteurs en question.
- **Territoires voisins** et évaluation des synergies concernant les réseaux d'infrastructures en insistant sur les provinces considérées (même si elles sont supra-provinciales/régionales).

L'initiative a été développée selon six chantiers complémentaires et synergiques, représentés dans la figure 1.

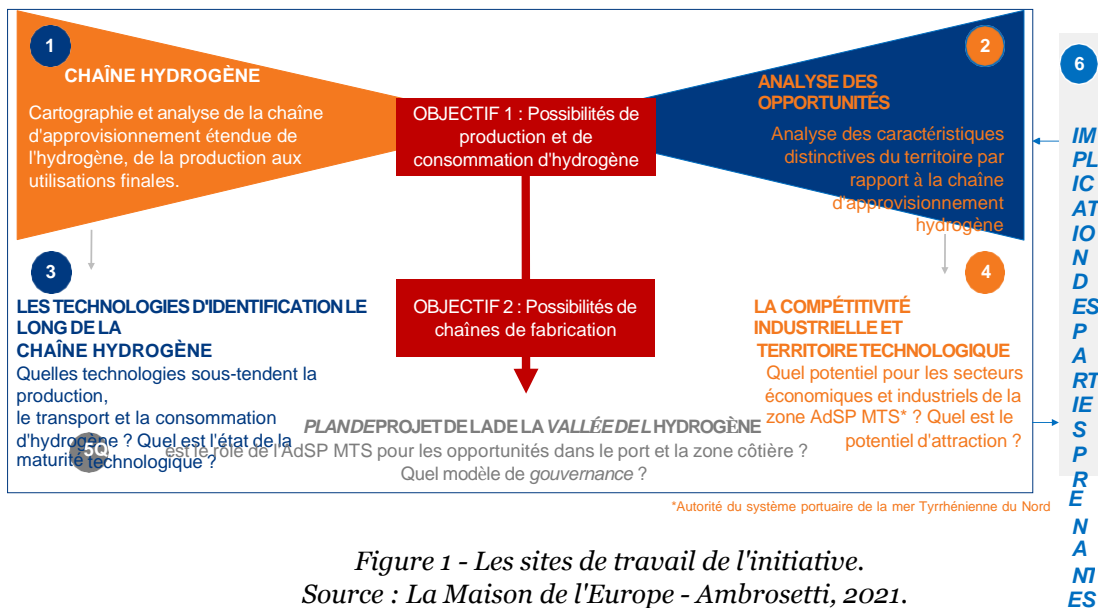


Figure 1 - Les sites de travail de l'initiative.
 Source : La Maison de l'Europe - Ambrosetti, 2021.

Les 5 premiers chantiers ont fait l'objet d'analyses quantitatives et qualitatives de la part de la Maison européenne - Groupe de travail Ambrosetti en collaboration avec l'Autorité du système portuaire de la mer Tyrrhénienne Nord, dont les résultats sont décrits dans ce document.

L'activité 6 relative à l'engagement des parties prenantes a vu la réalisation d'une **table technique à huis clos qui s'est tenue** à Livourne le **13 octobre 2021**. Les annexes "1_Programme de la table technique", "2_Liste des participants à la table technique" et "3_Principaux éléments de preuve issus de la table technique" contiennent des détails sur la structure et les thèmes de l'initiative, ainsi que les noms des parties prenantes impliquées.

Plus généralement, les chantiers de l'initiative se sont appuyés sur une méthodologie multi-niveaux caractérisée par :

- Discussion et débat avec des experts **du domaine et du territoire**, à commencer par **Marcello Romagnoli** (professeur associé, UniMoRe), **Luca Marcheselli** (maître de conférences, UniMoRe) et **Giuseppe Mele** (directeur, GM Service).
- **Analyse documentaire** basée sur une collection de plus de 60 études et publications internationales sur l'hydrogène.
- Analyse des **caractéristiques du territoire** par le suivi d'indicateurs clés de

performance spécifiques et **identification des projets** prioritaires pour le démarrage de la *Hydrogen Valley*, sur la base de facteurs de faisabilité et de pertinence.

- Développement de modèles **pour l'évaluation des** besoins énergétiques du *Hydrogen Valley* et l'expertise industrielle de la région.

2. AVANT AVANT AVANT : QU'EST CE QUE L'HYDROGÈNE ET QU'EST CE QUE L'ON ENTEND PAR L'AVANT AVANT AVANT ?

L'hydrogène naturel est un gaz incolore et inodore et n'est pas une source d'énergie primaire, mais un "vecteur énergétique". En fonction du procédé utilisé pour le produire, on parle principalement de :

- **Hydrogène gris** (96 % de la production mondiale) : l'hydrogène est extrait en gazéifiant du pétrole, du méthane ou du charbon à travers de la vapeur d'eau à différentes températures (800-900 °C), en présence d'un matériau qui accélère le processus (catalyseur), libérant du CO dans l'air.
- **Hydrogène bleu** (3 % de la production mondiale) : l'hydrogène est produit selon le procédé de l'hydrogène gris, associé à la technologie de *captage, de stockage et d'utilisation du carbone* (CCSU) qui permet de "capturer" le dioxyde de carbone issu du processus de production de l'hydrogène, généralement sous forme liquide, et de l'injecter dans des sites de confinement géologique appropriés où il peut être contenu de manière permanente (par exemple, d'anciens gisements d'hydrocarbures) ou utilisé dans la fabrication. Une perspective prometteuse pour la production d'hydrogène bleu est l'utilisation de biométhane à la place du gaz naturel, ce qui transforme effectivement l'hydrogène bleu en hydrogène entièrement renouvelable (appelé hydrogène vert). Cette solution est extensible à court et à moyen terme, en fonction des progrès réalisés dans le cadre des essais technologiques du CCSU, et représente une solution de transition vers la production à grande échelle d'hydrogène vert.
- **Hydrogène vert** (1% de la production mondiale) : l'hydrogène est obtenu par le procédé de l'électrolyse, qui consiste à fractionner l'eau à l'aide d'électricité, avec production simultanée d'oxygène (pour obtenir un m³ d'hydrogène sous forme gazeuse, il faut 4 à 5 kWh d'électricité). Pour être considérée comme de l'hydrogène *sans carbone*, l'électricité doit provenir de sources renouvelables. Pour l'instant, cette solution ne peut être utilisée que localement et à une échelle limitée, mais elle peut être étendue à des tailles plus importantes à moyen et long terme.

L'hydrogène représente une **solution de décarbonisation tout au long de la chaîne énergétique** : il peut être utilisé pour transporter, stocker l'énergie et décarboniser les utilisations finales en forte complémentarité avec le vecteur électrique (*couplage sectoriel*). En particulier, la production d'hydrogène vert permet de "gérer" les pics de production d'électricité renouvelable, en exploitant les parties "excédentaires" de la réponse à la demande énergétique. En outre, l'hydrogène peut servir de *stockage* pour l'électricité produite à partir de sources renouvelables non programmables. Enfin, l'hydrogène, qui est aujourd'hui principalement utilisé comme *matière première*, peut à la fois être utilisé comme une matière première renouvelable (avec sa version "verte") et, surtout, représenter une solution pour la décarbonisation des secteurs "*difficiles à réduire*" tels que le transport lourd, l'industrie et le

résidentiel.

Ces caractéristiques font de l'hydrogène un vecteur énergétique stratégique pour l'avenir. Si l'on considère les estimations du scénario de développement de l'hydrogène présentées par le Snam lors de l'événement Hy Challenge en octobre 2019 et révisées par des évaluations ultérieures en collaboration avec The European House - Ambrosetti Working Group pour la recherche "H2 Italy 2050", l'hydrogène devrait contribuer à **hauteur de 23%** au mix énergétique national d'ici 2050 avec une progression progressive jusqu'en 2030 et une accélération au cours des 20 années suivantes. Cela représente près d'un quart de l'énergie totale utilisée dans les utilisations finales, un poids considérable auquel il faut se préparer dès maintenant.

En fait, les objectifs de la Commission européenne en matière de décarbonisation totale et de transition énergétique pour 2050 exigent des institutions et des *chefs d'entreprise* qu'ils incluent fermement l'hydrogène dans leurs plans de développement et qu'ils fournissent des plans d'investissement adéquats. Sans surprise, le plan national de relance et de résilience alloue **3,64 milliards d'euros à des projets** relatifs à l'hydrogène dans la mission 2 " Révolution verte et transition écologique ", liés à deux investissements spécifiques :

- **L'investissement M2C2 3 "Énergies renouvelables, hydrogène et mobilité locale durable"** vise à promouvoir la production d'hydrogène, la mise en place de stations de ravitaillement en hydrogène et à lancer des expériences en vue de son utilisation, notamment dans les secteurs industriels *difficiles à maîtriser* et dans les transports.
- **L'investissement M2C2 5 "Énergies renouvelables, hydrogène et mobilité locale durable"** vise à développer un *leadership* industriel et de R&D international dans les principaux secteurs de la transition énergétique, y compris l'hydrogène.

En outre, le PNRR alloue **0,27 milliard d'euros** à des projets de durabilité environnementale des ports (*Ports verts*) des **neuf PSDA du nord de l'Italie** : il s'agit de l'investissement 1 du M3C2 "Intermodalité et logistique intégrée", qui vise à garantir l'intermodalité avec les principales lignes de communication européennes, en développant les connexions avec le trafic océanique et interméditerranéen, en augmentant le dynamisme et la compétitivité du système portuaire italien, en vue de réduire les émissions qui modifient le climat.

Ces investissements sont destinés à jeter les bases de la construction d'une économie dans laquelle les sources renouvelables et propres, y compris l'hydrogène, sont prédominantes. Pour concrétiser cette vision et atteindre les chiffres convenus dans les scénarios de développement d'ici 2050, il est stratégique de travailler à la construction de "systèmes locaux" basés sur l'hydrogène ou de "**vallées de l'hydrogène**".

Les *vallées de l'hydrogène* visent à recréer un système intégré à l'échelle locale qui englobe l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement en hydrogène (de la production d'électricité renouvelable à l'utilisation dans divers secteurs, en passant par le transport et le *stockage de l'hydrogène*), démontre son utilité et soutient sa diffusion. En particulier, les *vallées de l'hydrogène* sont caractérisées par 4 éléments clés :

1. **Grande échelle** : investissement dans des projets qui dépassent l'échelle d'un projet pilote ou de démonstration.
2. Limite **géographique définie** : projets ayant des compétences territoriales spécifiques, tant en termes de limites géographiques que d'acteurs impliqués.

3. **Couverture élevée de la chaîne d'approvisionnement** : couverture des différents secteurs de la chaîne d'approvisionnement, de l'amont à l'aval. de la production au stockage de l'hydrogène, du transport à l'utilisation finale.
4. **Approvisionnement en hydrogène multisectoriel** : utilisation polyvalente de l'hydrogène dans plus d'un secteur ou d'une application.

À l'échelle mondiale, il existe **36 vallées de l'hydrogène** dans 20 pays différents, avec un investissement d'environ 32,5 milliards d'euros.

Le moment est donc stratégique pour pouvoir concevoir et définir les caractéristiques d'une nouvelle *Hydrogen Valley* en Italie.

*Figure 2 - Les vallées de l'hydrogène dans le monde.
Source : La Maison de l'Europe-Ambrosetti retravaille les données de la Fondazione Bruno Kessler, 2021.*



Partant de ces hypothèses, l'initiative entend identifier les caractéristiques et le potentiel d'une **Hydrogen Valley sur la côte toscane**, en donnant un rôle de *premier plan* à l'autorité du système portuaire du nord de la mer Tyrrhénienne.

Les chapitres suivants illustreront les projets identifiés comme ayant le plus grand potentiel pour le lancement de l'*Hydrogen Valley* de la côte toscane et les opportunités industrielles liées au développement des technologies et du *savoir-faire* dans la région. Le dernier chapitre est consacré à la *gouvernance*, aux phases de développement et aux aspects opérationnels de la réalisation de l'*Hydrogen Valley*.

En particulier, l'inclusion d'une *Hydrogen Valley* dans la région Toscane revêt une importance stratégique dans le contexte des politiques de développement local et de la mise en œuvre plus large des politiques de transition énergétique au niveau national, étant donné que.. :

1. Le port de Livourne est le **3ème** en Italie pour le traitement des marchandises et le **4ème** pour le flux de passagers.
2. **La Toscane est la 5e région manufacturière d'Italie.**
3. Les deux premiers secteurs industriels de la Toscane (**papier et chimie**) sont *difficiles à maîtriser* et absorbent **41%** de l'énergie utilisée dans l'industrie de la région.
4. La Toscane est l'une des régions **les plus énergivores d'Italie** : la consommation d'électricité par habitant (4,9 GWh) est supérieure à la moyenne de l'Italie centrale (4,2 GWh) et à la moyenne nationale (4,7 GWh).
5. La Toscane se classe au **6e rang en** Italie pour le nombre de **véhicules par millier d'habitants** (655 contre une moyenne nationale de 625).
6. D'un point de vue géographique, la Toscane est un **carrefour crucial** pour le transport routier du sud au nord du pays.

Par conséquent, du point de vue de la fabrication et de la demande d'énergie dans les secteurs finaux, le territoire de la côte toscane peut certainement bénéficier grandement du développement d'un écosystème local lié à l'hydrogène.

3. LES PROJETS IDENTIFIÉS POUR LE LANCEMENT D'UNE HYDROGEN VALLEY DE LA CÔTE TOSCANNE

Afin de construire les fondations de l'*Hydrogen Valley* de la côte toscane, il est important de commencer par l'identification des **projets qui sont les plus conformes aux caractéristiques et aux besoins du territoire** et qui peuvent représenter les axes fondamentaux du plan de développement de l'initiative. Pour ce faire, l'analyse a suivi 3 *étapes* méthodologiques :

1. Cartographie et analyse de la chaîne d'approvisionnement en hydrogène étendue, de la production à l'utilisation finale, afin de recenser toutes les **solutions technologiques** applicables et les **zones de pénétration du vecteur énergétique**.

2. Analyse des **caractéristiques distinctives de la zone** (géographiques, logistiques, manufacturières, etc.) par rapport à la chaîne d'approvisionnement en hydrogène.
3. Évaluation des **projets relatifs à l'hydrogène** présentant le plus grand potentiel pour la région afin d'identifier ceux à partir desquels développer la "*Hydrogen Valley*".

À partir du premier domaine d'analyse, c'est-à-dire la cartographie des technologies applicables et des zones de pénétration de l'hydrogène, la **faisabilité technique** de chaque domaine d'utilisation possible a été évaluée par l'analyse de **4 indicateurs clés de performance** :

- **TRL (Technology Readiness Level)** : Le TRL est une méthodologie utilisée dans la littérature pour évaluer le niveau de maturité d'une technologie donnée. Elle se mesure sur une **échelle de 1 à 9 degrés**, progressant crescendo du premier (principes physiques observés) au dernier, qui inclut la première production.
- **MRL (Manufacturing Readiness Level)** : le MRL est une méthodologie utilisée dans la littérature, similaire au TRL, pour évaluer le degré de maturité des processus de fabrication liés à une technologie donnée. Elle se mesure sur une **échelle de 1 à 9 degrés**, progressant crescendo du premier (principes physiques observés) au dernier, qui inclut la première production. Il a une forte corrélation avec le TRL.
- **État de préparation du système actuel** : indique dans quelle mesure le système technique/économique entourant une utilisation finale donnée est prêt à utiliser l'hydrogène comme source d'énergie. Dans le cadre de cette analyse, il sera estimé de manière synthétique en utilisant un **indicateur de 1 à 5**.
- **Compétitivité technologique par rapport aux objectifs de décarbonisation** : indique le niveau de compétitivité de l'hydrogène par rapport à d'autres sources d'énergie propres susceptibles d'être utilisées dans l'utilisation finale considérée. Dans le cadre de cette analyse, il sera estimé de manière synthétique en utilisant un **indicateur de 1 à 5**.

Sur la base de ces quatre variables, il a été possible d'analyser chaque secteur individuel d'utilisation finale de l'hydrogène et d'obtenir une vue d'ensemble des secteurs présentant le plus grand potentiel à court et à moyen terme. En particulier, la figure 3 ci-dessous montre que l'hydrogène pourrait déjà être facilement utilisé aujourd'hui, d'un point de vue dans les **transports routiers et ferroviaires**. En fait, le TRL et le MRL sont particulièrement élevés, notamment pour le transport lourd et ferroviaire. La pleine capacité de déploiement de l'hydrogène dans ces secteurs est attendue à moyen ou à long terme. La réduction des coûts, d'une part, et la "récolte" des résultats des *politiques* et des investissements en faveur de l'hydrogène lancés ces dernières années, d'autre part, permettront également d'atteindre des niveaux élevés de *préparation* et de compétitivité, au même titre que d'autres technologies de décarbonisation.

L'applicabilité de l'hydrogène dans les transports **aériens et maritimes** est moins immédiate, bien que même dans ce cas, notamment en ce qui concerne le transport maritime, une augmentation rapide de toutes les variables considérées soit prévue dans les **5 à 10** prochaines **années**. En particulier, le secteur maritime a et aura de plus en plus des besoins croissants en matière de décarbonisation et pour réduire l'impact du secteur sur l'environnement, il est nécessaire de mettre en place une stratégie qui nécessitera un *mélange* de techniques, de solutions opérationnelles et d'innovations applicables aux navires. Parmi celles-ci, l'hydrogène est la solution qui permet la plus grande réduction des émissions de GES (entre 80% et 100%) et jouera donc un rôle stratégique dans la décarbonisation du secteur.

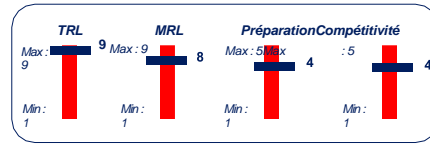
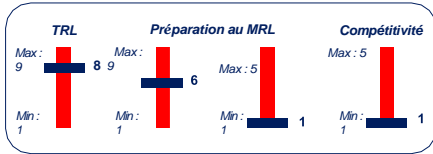
Pour les applications **résidentielles**, l'hydrogène doit être conçu de manière complémentaire et synergique avec le vecteur électrique. Dans le contexte du chauffage urbain, l'hydrogène peut offrir une alternative viable aux pompes à chaleur électriques, notamment dans les régions au climat plus froid (où l'efficacité des technologies électriques diminue), dans les bâtiments anciens difficiles à adapter aux technologies électriques et dans les contextes où l'adaptation du réseau électrique pose problème. En général, cependant, son applicabilité par rapport aux autres secteurs reste plus limitée et présente des valeurs faibles pour les 4 variables considérées.

Enfin, l'hydrogène peut offrir une solution dès aujourd'hui, mais encore plus à moyen et long terme, à la décarbonisation du secteur industriel, en particulier dans les **secteurs "difficiles à réduire"** où les technologies électriques peuvent avoir leurs limites. Aujourd'hui, le TRL et le MRL de ces solutions sont déjà moyens à élevés, mais elles présentent les caractéristiques permettant une *mise à l'échelle* rapide dans les 5 à 10 prochaines années. En outre, la compétitivité par rapport à d'autres solutions de décarbonisation est déjà élevée (3 sur 5), car l'hydrogène peut compenser certaines limites des autres vecteurs énergétiques.

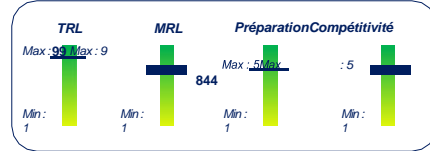
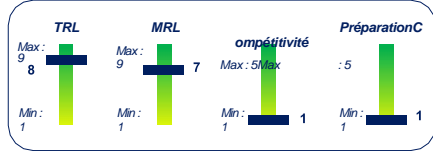
Évaluation à

ce jour Évaluation pour la période 2025-2030

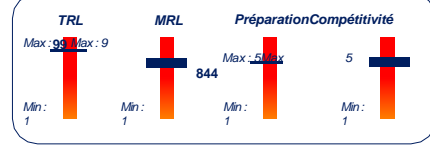
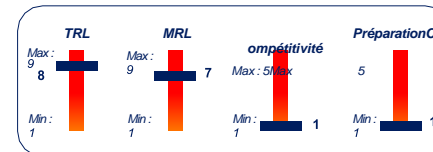
Transport léger



Transport lourd



Transport ferroviaire



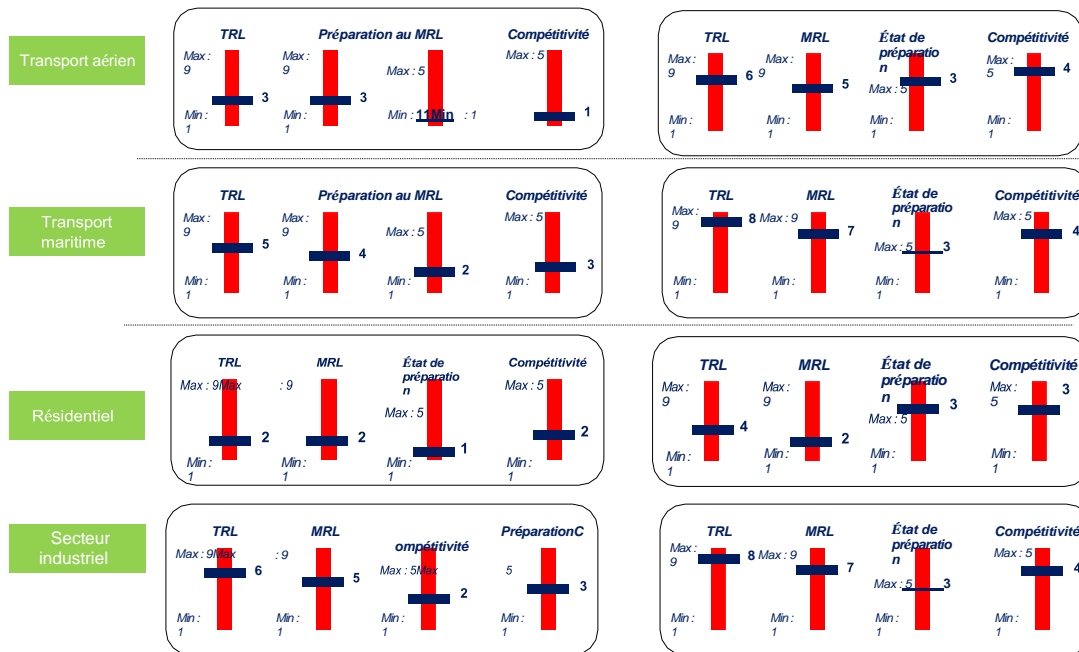


Figure 3 - Résumé des évaluations de l'utilisation finale de l'hydrogène.
 Source : La Maison de l'Europe - Ambrosetti, 2021.

Une fois la faisabilité technique des technologies de l'hydrogène évaluée, les caractéristiques les plus pertinentes du territoire pour le déploiement de l'hydrogène le long de la chaîne d'approvisionnement ont été analysées.

En croisant l'analyse de la faisabilité technique des technologies de l'hydrogène et les caractéristiques territoriales, **12 zones potentielles d'utilisation de l'hydrogène ont été** identifiées et évaluées :

1. Transport lourd dans le port de Livourne ;
2. Le transport routier lourd le long de l'Aurelia dans la région de Livourne et le rôle du port de Livourne le long de l'axe nord-sud ;
3. Les transports publics locaux (TPL) dans les provinces de Livourne et de Pise ;
4. Transport public extra-urbain par route avec un *accent sur* le port de Livourne ;
5. Conversion à l'hydrogène des lignes ferroviaires non électrifiées dans les provinces de l'AdSP MTS ;
6. Conversion à l'hydrogène des manœuvres ferroviaires dans le port de Livourne ;
7. Alimentation en hydrogène de la *repassseuse à froid* dans le port de Livourne ;
8. Alimentation du ferry à l'hydrogène ;
9. Utilisation résidentielle dans la zone portuaire du port de Livourne et du port de Piombino ;
10. Utilisation résidentielle dans le secteur civil ;
11. Décarbonisation des secteurs *difficiles à réduire* ;
12. Opportunités de production et de consommation en économie circulaire sur les îles.

Dans le cadre de ces projets, des solutions de **distribution** ont également été analysées pour le transport, le résidentiel et l'industrie, ainsi que pour l'**approvisionnement** par la production sur place et l'approvisionnement externe.

Pour chacun des projets, une analyse a été effectuée pour évaluer la **facilité de mise en œuvre des projets**, en examinant

- **Engagement des acteurs publics** : nombre et type d'acteurs publics nécessairement impliqués, contraintes réglementaires, intérêt potentiel pour l'initiative, ressources et leviers disponibles.
- **Engagement des acteurs privés** : nombre d'acteurs privés impliqués, niveau de la "préparation" de l'industrie et les relations avec les autorités publiques (par exemple, les concessions).
- **Bénéfices pour la communauté et acceptabilité sociale** : présence de tout facteur entravant la mise en œuvre du projet et bénéfices pouvant être générés pour la zone.
- **Pertinence pour le territoire** : importance du projet au regard de ses spécificités la zone en question.

L'évaluation globale est ensuite définie au moyen d'une **matrice de synthèse** permettant d'identifier et de hiérarchiser les **opportunités qui sont à la fois faisables d'un point de vue technique et réalisables en fonction des caractéristiques du territoire**. Cette matrice permet également d'identifier les activités qui sont déjà réalisables d'un point de vue technique mais qui nécessitent des "**activités système**" pour être mises en œuvre. De même, la matrice permet d'identifier les activités qui, malgré un besoin important au niveau territorial, manquent encore de solutions technologiques adéquates, créant ainsi des opportunités pour la mise en œuvre de "**projets pilotes**".

Comme on le verra plus en détail dans la section 0, chaque degré de priorité attribué dans la matrice de synthèse correspond à un degré différent d'implication et de rôle pour l'Autorité du système portuaire.

Tous les projets identifiés sont décrits ci-dessous, avec une description des variables prises en compte pour analyser leur "facilité de mise en œuvre". Pour plus de détails, veuillez vous reporter à l'annexe technique "*4_Blueprint Hydrogen Valley Costa Toscana_slide*".

Projet 1 - Transport lourd dans le port de Livourne

L'analyse de ce projet commence par l'identification de la **taille** actuelle de la **flotte de véhicules** utilisée dans le port pour la logistique. En particulier, actuellement dans le port de Livourne, il y a 10 véhicules logistiques lourds sur la route, 58 *Reach Stackers*, *chariots élévateurs* et véhicules lourds, 6 plaques tournantes, 128 voitures pour les expéditeurs et les contrôleurs. En supposant la conversion du diesel à l'hydrogène de tous les véhicules logistiques, **un besoin potentiel total** de :

158 000 kg H₂ / an d'ici 2025 ;

345 000 kg H₂ / an d'ici 2030.

L'investissement pour l'achat de véhicules, compte tenu des estimations suivantes par type de véhicule, peut être estimé comme suit :

Camion (jusqu'en 2025) : 320 000 € environ x 10 = **3,2 millions d'euros** ;

Voiture (jusqu'en 2030) : 70 000 € environ x 128 = **8,9 millions d'euros** ;

- **Logistique portuaire** (à l'horizon 2030) : données non disponibles.

L'investissement prévu est à la charge de plusieurs acteurs : d'une part l'Autorité portuaire pour les véhicules et voitures de la logistique portuaire, d'autre part les concessionnaires privés pour les *camions* et les poids lourds dans la zone du *terminal*.

FOCUS PNR

Afin d'évaluer la faisabilité du projet, il est également important de considérer le niveau d'acceptabilité des acteurs (ou plis et permis en plus) en matière de transport de l'hydrogène de 62 millions d'euros pour l'achat de véhicules de service opérant dans le port, alimentés à l'électricité ou à l'hydrogène. Par exemple : véhicules et navires de service (uniquement pour AdSP), grues mobiles, véhicules de collecte des déchets, tracteurs, gerbeuses, AdSP, VMS, élévateurs, tracteurs et locomotives, créneaux similaires.

Source : <https://www.cci-var.com> - Étude de faisabilité pour la mise en œuvre de projets de décarbonation des activités portuaires. L'autorité peut envisager dans les contrats de concession des mécanismes de primes à offrir aux concessionnaires pour leurs investissements dans les technologies de l'hydrogène.

- **Région Toscane** : possibilité de prévoir des mesures de décarbonisation dans la zone portuaire dans le cadre de la planification énergétique et climatique en application des actions prévues dans le plan national intégré pour l'énergie et le climat. La Région a également la possibilité de fournir des lignes de financement dans le cadre de la gestion des Fonds européens pour la décarbonisation et de lancer des projets pilotes pour soutenir les entreprises manufacturières dans l'expérimentation des technologies.
- **Concessionnaires de la logistique portuaire (opérateurs de terminaux)** : il n'existe pas de contraintes ou d'incitations dédiées à ce type d'activité. Ils agissent dans le cadre d'un contrat de concession, qui peut contenir des contraintes ou des systèmes de récompense appropriés en raison des investissements de décarbonisation. Les contraintes (et les investissements correspondants) doivent être soigneusement évaluées afin de protéger la compétitivité du système portuaire par rapport aux autres ports.
- Les **équipementiers et les fournisseurs de véhicules à hydrogène** : ils seront confrontés à des contraintes croissantes concernant l'impact environnemental des véhicules qu'ils vendent. Ils peuvent donc être intéressés par une collaboration pour tester de nouveaux véhicules.

En ce qui concerne l'**acceptabilité** sociale de l'opération, elle ne présente pas de criticités particulières et peut être considérée comme moyenne-haute. Les **avantages** pour la communauté sont moyennement élevés et principalement liés à la réduction de la pollution de l'eau et de l'air dans la zone du port de Livourne et au retour de l'image du territoire lié à l'adoption de systèmes logistiques innovants et *verts*.

Plus généralement, l'initiative est très **pertinente** pour la région de Livourne, compte tenu de l'importance logistique de l'aéroport, notamment dans la perspective plus large du développement d'une *Hydrogen Valley*.

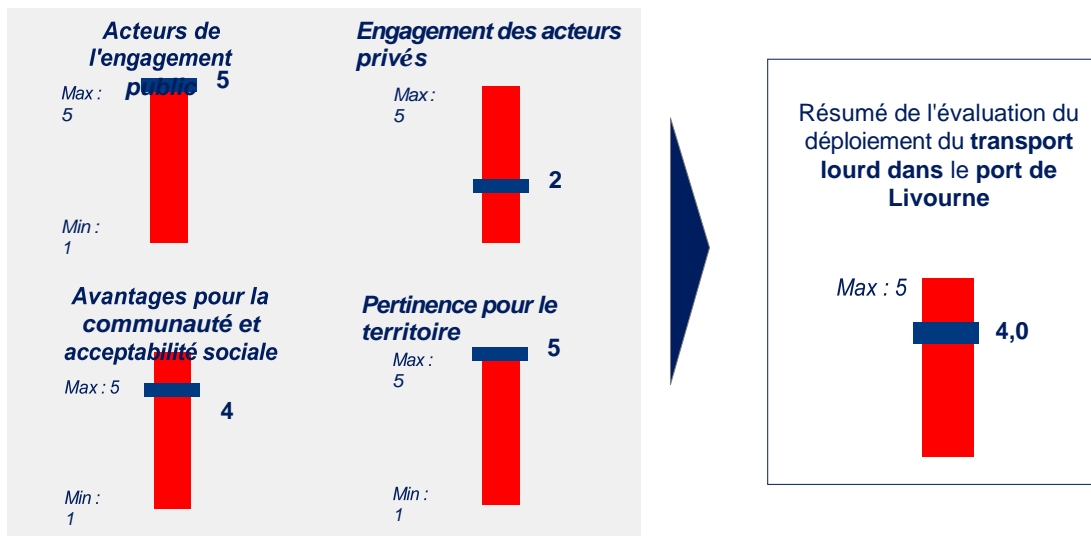


Figure 4 - Résumé de la facilité de mise en œuvre des projets de transport lourd dans le port de Livourne. Source : élaboration par la Maison de l'Europe - Ambrosetti, 2021.

Projet 2 - Opportunités d'utilisation de l'hydrogène pour le transport routier lourd le long d'Aurelia dans la région de Livourne et rôle du port de Livourne le long de l'axe nord-sud

L'engagement des parties prenantes a révélé un grand potentiel pour l'adoption de **camions à hydrogène** parmi les entreprises de transport opérant dans la région de Livourne. En particulier, on suppose une conversion potentielle de **5 camions à pile à combustible** d'ici 2025 et l'achat potentiel de **10 autres camions à pile à combustible** d'ici 2030.

En supposant une distance quotidienne de 600 km par *camion* et une consommation de 20 km/kg d'H₂, on peut calculer que les besoins annuels totaux d'un *camion* à hydrogène sont de 6 000 kg d'H₂. Compte tenu du nombre total de *camions* estimé en 2025 et 2030, cela représente 30 000 kg d'H₂ / an dans le premier cas et 120 000 kg d'H₂ / an dans le second.

L'investissement pour l'achat des véhicules, en tenant compte des estimations actuelles du prix des *camions*

FCEV (Camions entre 12 et 26 tonnes) est égal à :

2025 : 320 000 € environ x 5 = **1,6 million d'euros** ;

2030 : 250 000 € environ x 10 = **2,5 millions d'euros.**

FOCUS PNR

Dans un tel projet, il est important d'évaluer le niveau d'**engagement des acteurs publics** impliqués à savoir le PNR est consacré au transport routier lourd. Bien que l'investissement soit axé sur le développement des stations-service, on peut supposer que leur déploiement facilitera la diffusion des poids lourds long-courriers, notamment les **installations européennes**. Les réglementations pour les équipementiers exigent une réduction de 15 % et 30 % des émissions des nouveaux véhicules vendus d'ici 2025 et 2030 respectivement.

Source : The European House - Elaboration Ambrosetti sur la base des données du PNR, 2021

Le nouveau paquet "Fit for 55" vise une réduction de 55 % des émissions des véhicules commerciaux d'ici à 2030.

- **Ministère de la transition durable** : fort intérêt pour soutenir des projets pilotes de décarbonisation des transports lourds, au regard des objectifs du Plan national intégré de l'énergie et du climat et de sa révision au regard des nouveaux objectifs européens plus ambitieux. La participation est également liée au rôle de "facilitateur" dans la création des "conditions du système" pour encourager la diffusion des véhicules à hydrogène, à commencer par les stations de recharge sur les routes nationales.
- **Région Toscane** : possibilité de prévoir des mesures de décarbonisation du transport lourd dans le cadre de la planification énergétique et climatique, en application des actions prévues par le plan national intégré pour l'énergie et le climat. La Région a également la possibilité de fournir des lignes de financement appropriées dans le cadre de la gestion des fonds européens pour la décarbonisation et de lancer des projets pilotes pour aider les entreprises manufacturières à tester les technologies.

En ce qui concerne les **acteurs privés** à impliquer, nous constatons :

- **Opérateurs logistiques** : ils peuvent avoir un intérêt modéré à collaborer à cet essai car ils seront confrontés à des impacts significatifs sur leurs marges. La forte présence d'opérateurs logistiques, et donc la forte concurrence, pourrait générer une pression supplémentaire sur les marges des opérateurs logistiques. Par conséquent, la contribution et le soutien des acteurs publics pour le renouvellement du parc automobile sont très importants, compte tenu également de la durée de vie utile élevée des véhicules (environ 1 million de km).
- **Les équipementiers et les fournisseurs de véhicules à hydrogène** : ils seront confrontés à des contraintes croissantes concernant l'impact environnemental des véhicules qu'ils vendent. Ils peuvent donc être intéressés par une collaboration pour tester de nouveaux véhicules.

L'**acceptabilité sociale** de la conversion à l'hydrogène des véhicules de logistique routière est **élevée** et ne présente pas de problèmes particuliers, notamment parce que la participation du public serait moyenne/faible. Les avantages pour la communauté sont principalement liés à la **réduction de la pollution** de l'eau et de l'air.

Il pourrait y avoir une plus grande implication des **commerçants/PME** utilisant des véhicules logistiques à hydrogène pour leurs livraisons, car ils ont la possibilité de se voir attribuer le certificat "zéro émission" pour les expéditions de produits livrés par des *camions* FCEV.

Enfin, le développement du transport routier lourd à hydrogène revêt une **importance considérable pour le territoire compte tenu de l'inclusion** du port de Livourne dans la sphère des grands **axes de communication logistique européens**. Toutefois, les principaux avantages doivent être considérés dans un cadre territorial plus large, tel que le cadre national et européen.

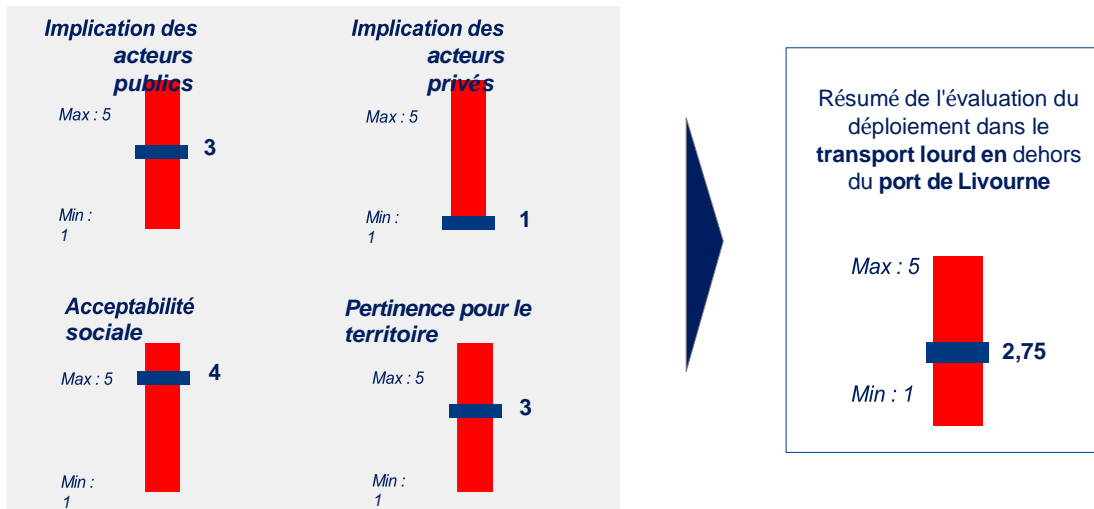


Figure 5 - Résumé de la facilité de mise en œuvre des projets de transport lourd en dehors du port de Livourne. Source : élaboration par la Maison de l'Europe - Ambrosetti, 2021.

FOCUS : L'ADSP COMME FACILITATEUR DU DÉVELOPPEMENT DE L'HYDROGÈNE DANS LES TRANSPORTS LE LONG DE L'AXE NORD-SUD

Projet 3 - Opportunités de modernisation des transports publics locaux (TPL) dans les provinces de Livourne et de Pise

Le poids de l'axe Nord-Sud peut être le promoteur et le facilitateur, en utilisant les leviers suivants :

Pour l'analyse de ce projet, on a pris en considération les villes de Livourne et de Pise, - la production d'hydrogène dans la zone du port de Livourne et la possibilité conséquente d'alimenter des stations d'hydrogène dans les zones environnantes, qui peuvent devenir l'écouir de la route nord-sud reliant l'Italie au reste de l'Europe - distribution dans le port et sur l'Aurelia. En particulier, l'analyse est partie de la - création de conditions critiques pour la concentration de compétences spécifiques résultant des projets de la ville de Livourne (où opère la société CTT Nord), il y a actuellement **223 autobus** en circulation, dont 163 pré-Euro 4 et que dans la ville de Pise (où opère la société CPTL) il y a **290 bus** en circulation, dont 172 pré-Euro 4. Dans les deux villes, il est donc nécessaire de renouveler et de décarboniser une grande partie de la flotte de bus. Par conséquent, il a été calculé que la transition des autobus de ligne de **20 autobus à Livourne** et de **15 autobus à Pise** (dans les deux cas, environ 5% de la flotte) était faisable. D'ici 2030, la conversion à l'hydrogène de **20 bus supplémentaires** à Livourne et de **30 bus supplémentaires** à Pise est prévue.

Afin de répondre à la demande d'hydrogène résultant de ces chiffres, les quantités suivantes d'hydrogène ont été estimées nécessaires :

2025

- 20 000 kg H2 / an à Livourne pour 10 bus ;
- 30 000 kg H2 / an à Pise pour 15 bus.

2030

- 60 000 kg H2 / an à Livourne pour 30 bus ;
- 90 000 kg H2 / an à Pise pour 45 bus.

En cas d'expérimentation positive, l'extension du renouvellement de la flotte à hydrogène aux villes de Grosseto, Piombino et Lucca peut être envisagée à partir de **2030. D'autres "flottes locales"**, telles que celles du service de collecte des déchets urbains, pourraient s'y ajouter.

L'investissement pour l'achat des véhicules, en tenant compte des estimations de prix actuelles pour bus FCEV, est par :

2025 (Livourne et Pise) : 400 000 euros x 25 = 10,0 millions d'euros ;

2030 (Livourne et Pise) : 250 000 euros x 50 = 12,5 millions d'euros.

L'investissement est principalement supporté par les entreprises LPT, avec une subvention de la Région Toscane grâce à l'allocation de **136 millions d'euros** pour 2020-2030 afin de renouveler la flotte d'autobus vers une flotte 100% électrique, hybride et hydrogène.

FOCUS SUR LA DIRECTIVE (UE) 2019/1161

La encore, l'implication et l'**engagement des acteurs publics** sont d'une importance capitale pour les succès de la Directive. En particulier, au moins 45 % des nouveaux bus des flottes publiques utilisent des carburants alternatifs d'ici 2025. Cette proportion passera à 65 % en 2030.

Source : The European House - Elaboration Ambrosetti sur la base de données de la Commission européenne, 2021

– **Ministère des Infrastructures et de la Mobilité durable** : fort intérêt pour le soutien de projets pilotes de décarbonisation du transport lourd, au regard des objectifs du Plan national intégré de l'énergie et du climat et de sa révision à la lumière des nouveaux objectifs européens plus ambitieux.

- **Région Toscane** : un *engagement* élevé en faveur du renouvellement de la flotte de bus est nécessaire, avec des indications claires dans le plan régional pour l'énergie et le climat défini conformément aux directives européennes et avec l'identification de lignes de financement dédiées au renouvellement des bus avec des carburants alternatifs.
- **Municipalité de Livourne et Municipalité de Pise** : un haut niveau d'*engagement* est nécessaire dans la définition des plans de mobilité et dans la gestion des relations avec les sociétés concessionnaires des services de transport public. Extension potentielle à différents types de véhicules de la flotte municipale (collecte et transport des déchets, nettoyage des rues, etc.)
- Société CTT gérant les LPT de la région Toscane, avec une implication particulière de **CTT Nord (Livourne) et CPT (Pise)** : un haut niveau d'*engagement* est nécessaire dans la définition des plans de modernisation de la flotte et dans la gestion des appels d'offres.

l'achat de nouveaux véhicules, avec une attention particulière pour le renouvellement du parc d'autobus de classe pré-EURO 4 et des autobus de plus de 15 ans.

Les principaux acteurs privés impliqués dans l'initiative sont :

- **les entreprises concessionnaires** du service LPT (assimilées à des acteurs publics : voir point dédié) ;
- des entreprises **produisant et commercialisant des** véhicules à hydrogène, qui ont déjà franchi les étapes des essais et de la commercialisation initiale ;
- **les entreprises de la chaîne d'approvisionnement** (maintenance, gestion des bus, etc.), pour lesquelles il faut agir avec des formations dédiées sur le terrain.

L'**acceptabilité sociale** du déploiement est **élevée** compte tenu de l'âge moyen de la flotte. et la consommation élevée de la flotte Pre-Euro4.

Le développement de l'hydrogène dans les LPT de Pise et de Livourne est très **pertinent** tant pour les caractéristiques des véhicules actuellement déployés que pour l'emplacement proche du port de Livourne, générant une bonne synergie en vue de l'*Hydrogen Valley*.

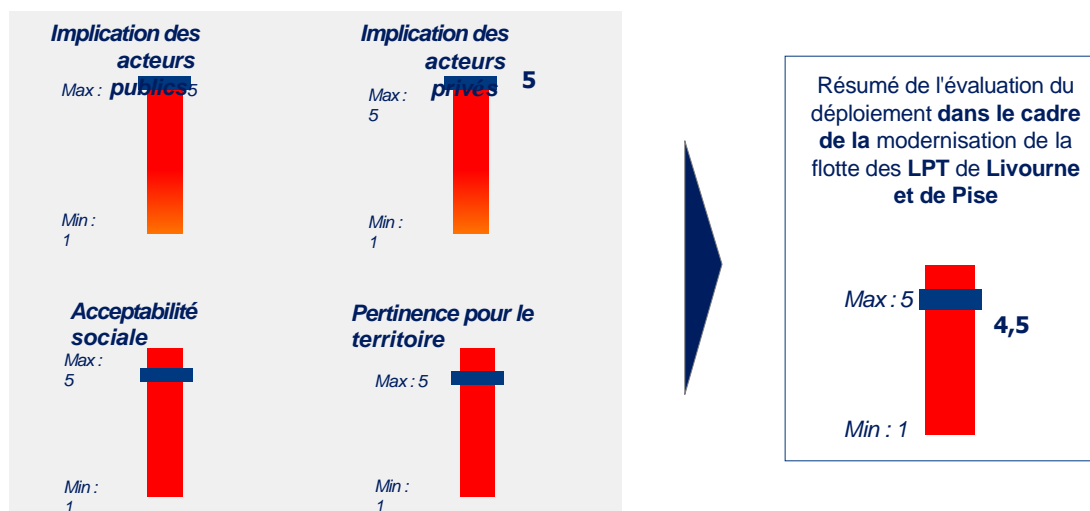


Figure 6 - Résumé de la facilité de mise en œuvre des projets LPT à Livourne et à Pise. Source : La Maison de l'Europe - Ambrosetti, 2021.

Projet 4 - Opportunités de modernisation des transports publics routiers extra-urbains avec un *accent sur* le port de Livourne

Compte tenu de la concentration de la consommation autour de la zone du port de Livourne, il est possible d'envisager **trois lignes de transport public extra-urbain** reliant le port aux principaux aéroports voisins, en plus du port de Piombino :

- **Port de Livourne - Aéroport de Florence - Aéroport de Bologne :**
 - o Total aller-retour 400 km ;
 - o Ravitaillement pour un voyage aller-retour = 25 kg H₂.
- **Port de Livourne - Aéroport de Pise - Forte dei Marmi :**
 - o Total aller-retour 160 km ;

- Ravitaillement pour un voyage aller-retour = 10 kg H₂.

– **Livorno Porto - Piombino Porto/Isola D'Elba :**

- Total aller-retour 240 km ;
- Ravitaillement par trajet a/r = 15 kg H₂.

En supposant la conversion à l'hydrogène de ces trois itinéraires et deux voyages par jour jusqu'en 2025 pour chacun d'eux, on obtient un besoin de 100 kg H₂ / jour ou **35 000 kg H₂ / an**.

L'investissement pour l'achat des véhicules, compte tenu des estimations de prix actuelles pour les bus FCEV longue distance, est estimé à **2,0 millions d'euros en 2025**.

FOCUS PNRR

Les principaux **acteurs publics impliqués dans l'initiative** sont :

Le fonds complémentaire au PNRR répartit **600 millions d'euros** entre les Régions pour l'achat de bus "verts" fonctionnant au méthane, à l'hydrogène ou à l'électricité pour les transports publics suburbains et périurbains. La région Toscane s'est vu attribuer **23 millions d'euros** du SICM à dépenser entre 2022 et 2026 pour l'achat des bus surmontés.

Institutions européennes : Les réglementations applicables aux équipementiers exigent une réduction de 15 % et de 30 % des émissions des nouveaux véhicules vendus d'ici 2025 et 2030 respectivement, et le nouveau paquet "Fit for 55" vise une réduction de 55 % des émissions des camionnettes d'ici 2030.

Source : The European House - Département Ambrósio sur des données du PNRR et de la région Toscane, 2021

- **Ministère de la transition durable :** fort intérêt pour soutenir des projets pilotes de décarbonisation des transports lourds, en référence aux objectifs du Plan national intégré de l'énergie et du climat et à sa révision à la lumière des nouveaux objectifs européens plus ambitieux. La participation est également liée au rôle de "facilitateur" dans la création des "conditions du système" pour encourager la diffusion des véhicules à hydrogène, à commencer par les stations de recharge sur les routes nationales.
- **Région Toscane :** possibilité d'inclure des mesures de décarbonisation du transport lourd dans la planification énergétique et climatique, en application des actions prévues par le plan national intégré pour l'énergie et le climat. Un haut niveau d'*engagement* est nécessaire dans la définition des plans de mobilité et dans la gestion des relations avec les concessionnaires de transports publics. Il est possible de prévoir des lignes de financement appropriées dans la gestion des fonds européens de décarbonisation, à lier aux contrats de service des transports publics, et de prévoir des projets pilotes pour aider les entreprises manufacturières à tester les technologies.
- **Aéroports de Florence, Bologne et Pise :** participation modérée à la planification et à la mise en œuvre de l'initiative, car ils sont les destinations des lignes de bus.
- **AdSP MTS (port de Piombino et Livourne) :** forte implication en tant que destination d'une section de la ligne de bus et fort intérêt à faire partie du projet plus large de la *Hydrogen Valley*. En outre, le rôle de l'Autorité dans le développement de l'hydrogène au sein de la LPT peut être celui d'un promoteur et d'un facilitateur, en exploitant les leviers décrits dans l'*encadré* de la page 17.

- **Ministère de la transition durable** : fort intérêt pour soutenir des projets pilotes de décarbonisation des transports lourds, au regard des objectifs du Plan national intégré de l'énergie et du climat et de sa révision au regard des nouveaux objectifs européens plus ambitieux.
- **Institutions européennes** : le nouveau paquet "Fit for 55" vise une réduction de 55 % des émissions des véhicules utilitaires lourds d'ici à 2030.

Les principaux **acteurs privés** impliqués dans l'initiative sont :

- Les **opérateurs de transport public** : ils peuvent avoir un intérêt modéré à collaborer à cette expérience car ils devront faire face à des impacts importants sur les marges de leur activité. La contribution et le soutien des acteurs publics deviennent très importants.
- Les **équipementiers et les fournisseurs de véhicules à hydrogène** : ils seront confrontés à des contraintes croissantes concernant l'impact environnemental des véhicules qu'ils vendent. Ils peuvent donc être intéressés par une collaboration pour tester de nouveaux véhicules.

L'acceptabilité sociale du déploiement est élevée compte tenu de l'**âge moyen** de la flotte de bus et de la consommation élevée de la flotte Pre-Euro4 et compte tenu des avantages pour la communauté liés à la **réduction de la pollution** de l'eau et de l'air. En outre, la communauté locale pourrait évaluer positivement le **retour de l'image du territoire** lié au projet.

Les obstacles potentiels peuvent être liés à la **perception de la dangerosité** du combustible, l'hydrogène des passagers du bus.

Le projet présente un **intérêt modéré** pour la région : forte implication du projet dans la *Hydrogen Valley*, bien que les itinéraires supposés ne montrent aucun signe d'urgence vers une conversion à l'hydrogène.

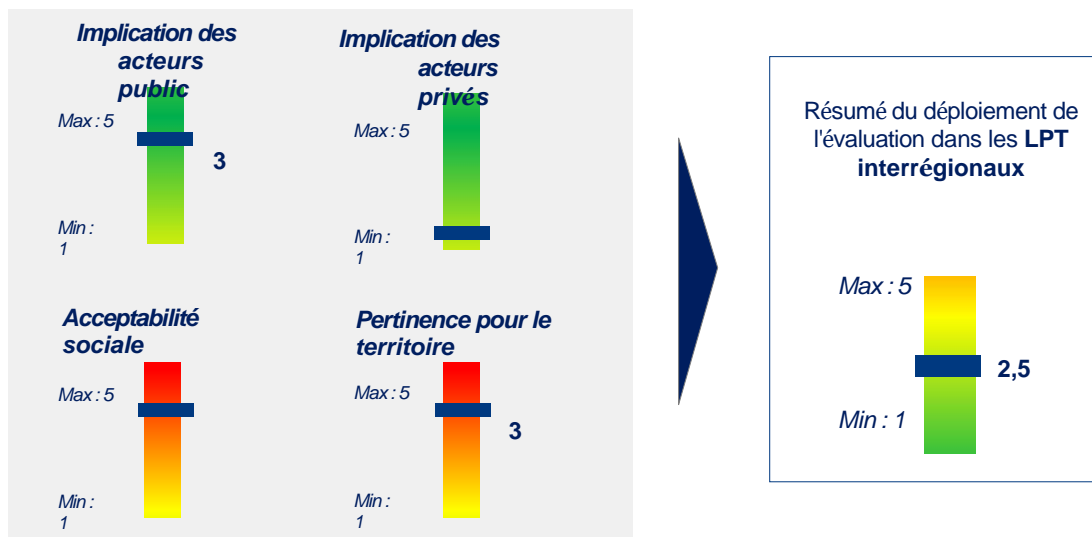


Figure 7 - Résumé de la facilité de mise en œuvre des projets interrégionaux LPT.
 Source : La Maison de l'Europe - Ambrosetti, 2021.

Projet 5 - Opportunités de conversion à l'hydrogène des lignes ferroviaires non électrifiées en province AdSP MTS

Afin d'évaluer l'opportunité de la conversion à l'hydrogène des lignes ferroviaires qui n'ont pas

encore été électrifiées, la démonstration trouvée dans la littérature a été prise en compte selon laquelle, en dessous d'une distance de 80 km, la solution de décarbonisation privilégiée dans le secteur ferroviaire est **l'électrification par batterie**.

Les seules sections *fonctionnant au diesel* sur le territoire considéré sont les suivantes :

- De Cecina à Volterra (LI et PI) - 39 km ;
- De Lucca à Minucciano Pieve (LU) - 80 km ;
- De Montepescali (GR) à Monte Antico (GR) - 40 km.

Comme les distances de ces itinéraires sont toutes inférieures à 80 km, aucune possibilité d'utilisation de l'hydrogène dans le transport ferroviaire dans la zone côtière toscane n'a été évaluée.

Projet 6 - Opportunités de conversion à l'hydrogène des manœuvres ferroviaires dans le port de Livourne

Les manœuvres ferroviaires dans le port de Livourne comprennent actuellement :

- les **manœuvres primaires** des voies de roulement vers les voies de ramassage des usines de Livorno Calambrone et Livorno Darsena et vice versa ;
- les **manœuvres secondaires** et les **terminaisons**, avec ou sans fractionnement, de la voie de prise en charge vers le port et les embranchements privés appartenant au district ferroviaire de Livourne et vice versa ;
- les **opérations annexes** telles que l'attelage et le dételage des locomotives ou la pose et la dépose des signaux.

À ce jour, la demande d'hydrogène pour ces activités est estimée à environ 1 000 kg/H₂ par an, mais elle devrait atteindre **2 000 kg/H₂ par an d'ici 2025 et 3 000 kg/H₂ par an d'ici 2030**. En outre, la conversion des locomotives *diesel* à l'hydrogène dans le port nécessiterait un investissement d'environ **4 millions d'euros par semestre**.

Les **acteurs publics** impliqués dans ce projet sont :

- **AdSP MTS** : *l'engagement de l'autorité* est élevé car le projet s'inscrit dans une vision plus large de décarbonisation des activités portuaires. L'autorité peut envisager d'inclure dans les contrats de concession des mécanismes de prime à offrir aux concessionnaires pour leurs investissements dans les technologies de l'hydrogène.
- **Région Toscane** : des mesures de décarbonisation dans les ports peuvent être envisagées dans le cadre de la planification énergétique et climatique, en application des actions prévues dans le plan national intégré pour l'énergie et le climat. La Région a la possibilité de prévoir des lignes de financement dans le cadre de la gestion des Fonds européens pour la décarbonisation et de lancer des projets pilotes pour soutenir les entreprises manufacturières pour l'expérimentation des technologies.
- **Concessionnaires de la logistique portuaire (opérateurs de terminaux)** : il n'existe pas de contraintes ou d'incitations dédiées à ce type d'activité. Ils agissent dans le cadre d'un contrat de concession, qui peut contenir des contraintes ou des systèmes de récompense appropriés en raison des investissements de décarbonisation. Les contraintes (et les investissements correspondants) doivent être soigneusement évaluées

afin de protéger la compétitivité du système portuaire par rapport aux autres ports.

- Les **équipementiers et les fournisseurs de véhicules à hydrogène** : ils seront confrontés à des contraintes croissantes concernant l'impact environnemental des véhicules qu'ils vendent. Ils peuvent donc être intéressés par une collaboration pour tester de nouveaux véhicules.

L'**acceptabilité sociale** de la conversion à l'hydrogène des véhicules de logistique portuaire est **élevée** et ne présente pas de criticité particulière. Les avantages pour la communauté sont principalement liés à la **réduction de la pollution de l'eau et de l'air** dans la zone du port de Livourne et **au retour de l'image** du territoire lié à l'adoption de systèmes logistiques innovants et *verts*.

La pertinence du projet pour le projet plus large de l'*Hydrogen Valley* est élevée.

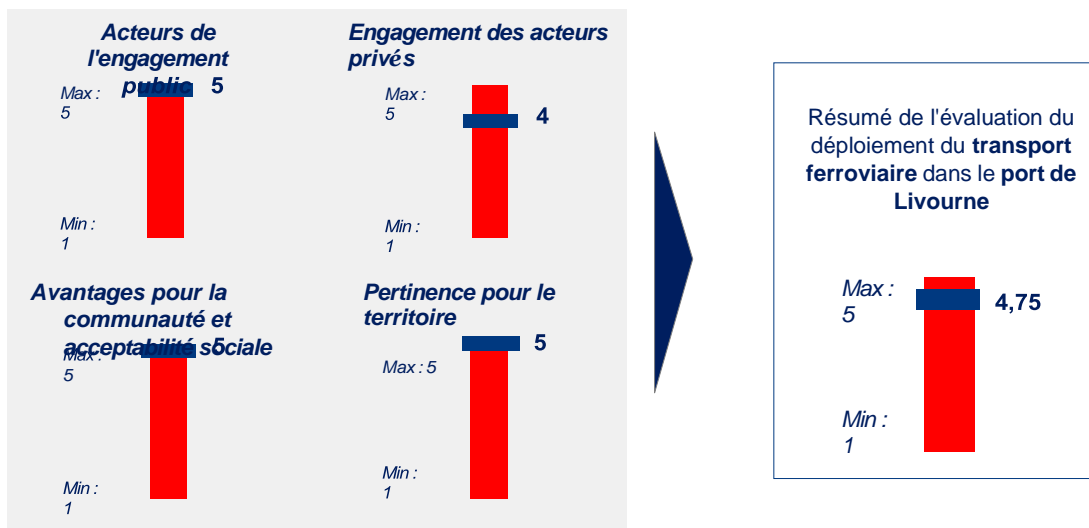


Figure 8 - Résumé de la facilité de mise en œuvre des projets de transport ferroviaire dans le port de Livourne. Source : La Maison de l'Europe - Ambrosetti, 2021.

Projet 7 - Opportunités d'électrification des quais pour la repassage à froid dans le port de Livourne

Le *repassage à froid* est une technologie clé pour réduire les émissions du transport portuaire, dont la plupart sont générées par les navires en stationnement. Dans le port de Livourne, **57%** des émissions générées par les navires sont dues au stationnement². Deux types de navires accostent dans le port de Livourne : les navires de **croisière** (environ 380 par an avec un séjour moyen de 12,5 heures) et les **navires Ro-Ro/Pax3** (environ 3 280 par an avec un séjour moyen de 3,8 heures). En supposant une puissance auxiliaire moyenne de 8,24 MW pour les navires de croisière et de 4,65 MW pour les navires Ro-Ro/Pax, les besoins énergétiques suivants ont été calculés :

- 750.000 kg H₂/an pour 1 poste d'amarrage électrifié à 2025 pour le service du quai 17 ;
- 1.500,00 kg H₂/an pour 2 postes d'amarrage électrifiés pour desservir les quais 18 et 19.

L'investissement est très élevé, et dépend fortement des besoins du quai individuel. Actuellement, **les estimations de coûts se situent en moyenne entre 4 et 14 millions**

d'euros par poste d'amarrage (électrolyseur PEM). En outre, les navires Ro-Ro/Pax et les navires de croisière nécessitent une *mise à niveau*.

² Source : "Green ports : the route to sustainable development" par Enel X et Legambiente, 2021.

³ Les navires Ro-Pax transportent des passagers, des voitures, des camions et des remorques ; les navires Ro-Ro transportent des camions et des remorques.

pour pouvoir accéder au *repassage à froid* depuis les quais, avec des coûts estimés en première approximation à **400 000 € par navire**.

FOCUS PNR

Les principaux acteurs publics impliqués sont :

L'investissement 3.5 du PNRR, axé sur la R&D dans le domaine de l'hydrogène, peut être pertinent dans ce projet en termes de soutien à la mise en œuvre à grande échelle de projets industriels. Le *repassage à froid* dans le port pourrait en faire partie.

En outre, le fonds complémentaire au PNRR alloue **700 millions d'euros** au *repassage à froid*. Le MTS AdSP a déjà été alloué :

- 16 millions d'euros pour la fourniture d'électricité à quai pour les porte-conteneurs de la Darsena Toscana/Darsena Europa dans le port de Livourne ;

- 29,5 millions d'euros pour la fourniture d'électricité à quai pour les porte-conteneurs de la Darsena Toscana/Darsena Europa dans le port de Livourne

- 16 millions d'euros pour l'énergie et le climat. La Région a la possibilité de proposer des lignes de financement dans le cadre de la gestion des Fonds européens pour la zone des passagers du port de Piombino ;

- 16 millions d'euros pour l'électricité à quai pour les navires de croisière et les navires Roro Pax à l'embarcadère à la zone des passagers du port de Livourne.

Concessionnaires de la logistique portuaire (opérateurs de terminaux) : il

n'existe pas de contraintes ou d'incitations dédiées à ce type d'activité. Ils agissent dans le cadre d'un contrat de concession, qui peut contenir des contraintes ou des systèmes de récompense appropriés en raison des investissements de décarbonisation. Les contraintes (et les investissements correspondants) doivent être soigneusement évaluées afin de protéger la compétitivité du système portuaire par rapport aux autres ports.

En ce qui concerne les **acteurs privés** :

- **Concessionnaires de la logistique portuaire :** il n'existe pas de contraintes ou d'incitations dédiées à ce type d'activité. Ils agissent sur la base d'un contrat de concession avec l'autorité portuaire, qui peut contenir des contraintes ou des systèmes de récompense appropriés en raison des investissements de décarbonisation. Il est nécessaire d'évaluer soigneusement les contraintes imposées (et les investissements correspondants) afin de protéger la compétitivité du système portuaire par rapport aux autres ports.

- Fournisseur **technologique** de centrales de *repassage à froid* (candidats possibles : Yara Marine, Nidec ASI) fonctionnant à l'hydrogène.
- Les **propriétaires de navires commerciaux**, pour lesquels une *mise à niveau* adéquate des navires Ro-Ro/Pax et des navires de croisière est nécessaire pour assurer la compatibilité de l'alimentation électrique à partir des quais, avec des coûts d'environ 400 000 € par navire. Un avantage découle du fait que les navires *Ro-Ro/Pax* et de *croisière* qui s'arrêtent dans le port de Livourne reviennent plusieurs fois par an, ce qui rend l'investissement plus économique.
- **Organismes de normalisation** : mise à jour de la norme technique de référence pour la construction de centrales de *repassage à froid* (IEC8005-1 "Design Standard for Shore to Ship Power").

L'**acceptabilité sociale** du *repassage à froid* est élevée et ne présente pas de problèmes particuliers, bien qu'il ne s'agisse pas d'une initiative présentant des avantages directs pour les citoyens. Il y a deux **avantages** principaux **pour la communauté** :

- Réduction des émissions des générateurs diesel classiques : en 10 heures, un bateau de croisière amarré à quai produit autant de dioxyde de carbone CO₂ que 25 voitures de taille moyenne en un an, en libérant d'autres polluants dans l'air (monoxyde d'azote NO_x, oxyde de soufre SO_x, composés organiques volatils, particules atmosphériques, monoxyde de carbone CO).
- Élimination du bruit à basse fréquence produit par les groupes électrogènes des navires qui se propagent sur de longues distances.

Le projet est **important pour le territoire** car il permettrait des bénéfices environnementaux importants ainsi qu'un retour d'image élevé pour le territoire et pour le port de Livourne.

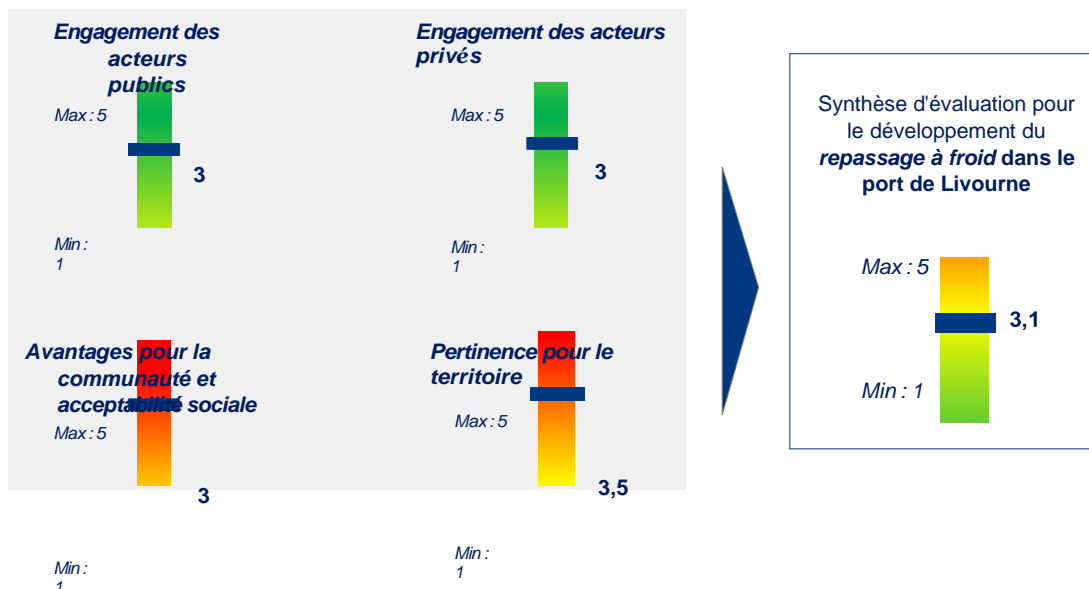


Figure 9 - Résumé de la facilité de mise en œuvre des projets de repassage à froid dans le port de Livourne. Source : La Maison de l'Europe - Ambrosetti, 2021.

Projet 8 - Opportunités pour les hydroptères et les ferries fonctionnant à l'hydrogène Piombino - Porto Ferraio

Outre la décarbonisation du navire stationnaire dans le port, il est également important d'envisager la décarbonisation du navire en mouvement. Ce projet a donc analysé la possibilité de convertir un hydroptère à l'hydrogène (*combustion interne d'hydrogène*).

actuellement alimenté au diesel pour le trajet **Piombino - Porto Ferraio/Isola d'Elba (tot. a/r 26 miles)** d'ici 2025 et d'introduire un nouveau prototype d'hydroptère alimenté à l'hydrogène (*Fuel Cell*) pour le même trajet d'ici 2030. Sur la base de la littérature existante, il est possible d'estimer une consommation de **70-90 kg/H₂ par jour** pour un hydroptère destiné au transport de passagers sur de courtes distances (2025) et pour le prototype d'hydroptère alimenté par une *pile à combustible* (2030). En supposant 100 jours de fonctionnement, les besoins s'élèvent à **14 000-18 000 kg/H₂ par an** pour les deux navires en 2030. Le manque de références dans la littérature rend complexe l'estimation du coût d'un hydroptère ou d'un ferry à hydrogène, bien que l'investissement soit très élevé pour une utilisation sur un trajet court (26 miles nautiques) et très saisonnier, et caractérisé par des prix plafonnés en raison des accords de service public.

Les principaux **acteurs publics** impliqués dans l'initiative sont :

- **AdSP MTS** : l'autorité portuaire est très *engagée dans la* conversion des hydroptères et des ferries à l'hydrogène, pour une réalisation complète du prototype de la *Hydrogen Valley* axé sur les activités portuaires. Afin de faciliter ce développement, il est nécessaire pour l'Autorité d'initier les activités de développement de l'infrastructure nécessaire dans le port pour le ravitaillement et l'exploitation sûre.
- **Région Toscane** : les mesures de décarbonisation dans la zone portuaire peuvent être incluses dans la planification énergétique et climatique en application des actions prévues par le plan national intégré pour l'énergie et le climat. La région a la possibilité de prévoir des lignes de financement appropriées dans le cadre de la gestion des fonds européens pour la décarbonisation et de lancer des projets pilotes pour aider les entreprises manufacturières à expérimenter des technologies. Un haut niveau d'*engagement* est nécessaire dans la définition des plans de mobilité et dans la gestion des relations avec les concessionnaires de transports publics.
- **Ministère des Transports** : Implication liée à la définition des règles de sécurité liées au transport maritime.

La participation du secteur privé est modérée, car le développement de prototypes de navires/ferries/hydrofoils à hydrogène n'est ni technologiquement mature ni économiquement viable à l'heure actuelle.

Le lancement de bateaux à hydrogène, compte tenu de l'investissement élevé nécessaire en R&D, nécessite des **applications à grande échelle** pour susciter l'intérêt du secteur privé. Actuellement, ce niveau de demande n'est pas envisagé à court terme pour les navires à passagers/ferries.

L'acceptabilité sociale est élevée et n'est pas particulièrement critique. Il y a deux avantages principaux pour la communauté :

- Réduire les émissions des hydroptères fonctionnant au diesel et circulant entre les villes de l'UE et de l'Asie.
Piombino et l'île d'Elbe ;
- moins de pollution de l'eau et de l'air dans la zone du port de Piombino et de Porto Ferraio.

La résistance au changement peut provenir des citoyens impliqués dans l'industrie nautique liée aux carburants traditionnels.

La pertinence du projet est élevée en raison des caractéristiques de la zone (proximité des îles) et du développement de la *vallée de l'hydrogène*.

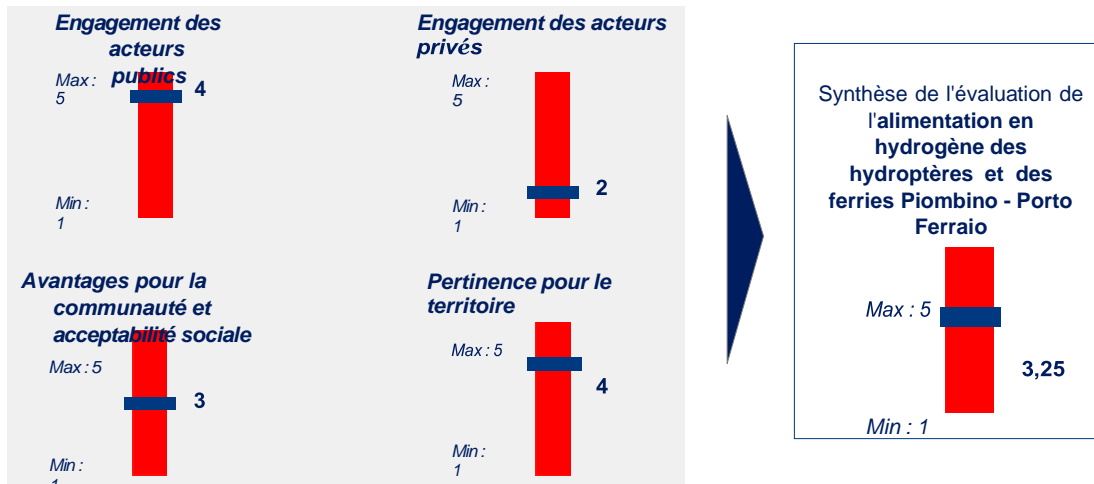


Figure 10 - Résumé de la facilité de mise en œuvre du projet d'hydroptères et de ferries à hydrogène pour la ligne Piombino-Porto Ferraio. Source : La Maison de l'Europe - Ambrosetti, 2021.

Projet 9 - Opportunités d'utilisation de l'hydrogène dans les ports du port de Livourne et du port de Piombino

En ce qui concerne les usages civils, il est envisageable de convertir du gaz à l'hydrogène le chauffage de certains bâtiments de la zone portuaire, notamment les **bureaux des terminaux portuaires et de l'Autorité portuaire**. Ce projet pourra être mis en œuvre en 2025 et, en cas d'expérimentation positive, pourra être étendu à d'autres bureaux et bâtiments portuaires de l'AdSP MTS. Avec cette configuration, la demande à usage résidentiel peut être estimée à **21 500 kg / année H₂**.

L'évaluation économique du projet de conversion à l'hydrogène des systèmes de chauffage et de refroidissement des bâtiments de la zone portuaire doit être réalisée par des considérations techniques appropriées qui n'entrent pas dans le cadre de cette étude.

L'hydrogène peut être utilisé de deux manières :

- **Augmenter la part d'hydrogène injecté ponctuellement** avec le méthane pour alimenter les chaudières existantes dans la zone portuaire. Cela permettrait de réduire l'investissement nécessaire par rapport à l'installation d'une pompe à chaleur fonctionnant à l'hydrogène ;
- **le remplacement complet des systèmes par de nouvelles technologies fonctionnant entièrement à l'hydrogène.**

Dans cette deuxième hypothèse, on peut estimer un investissement total de **1 million d'euros** d'ici 2025.

Envisager la possibilité d'intégrer l'investissement dans un **contrat de fourniture d'énergie** avec des *services publics* intéressés par des essais sur le terrain du chauffage à l'hydrogène.

Les acteurs publics et privés qui peuvent être impliqués dans le projet sont :

- **AdSP MTS** : l'engagement de l'autorité est élevé car le projet s'inscrit dans une vision plus large de décarbonisation des activités portuaires. L'autorité peut évaluer la possibilité de confier le service de fourniture d'énergie à une entreprise qui tiendrait

compte des éléments suivants gestion des installations rattachées aux installations portuaires, en prévoyant l'attribution de projets d'utilisation de l'hydrogène.

- **Entreprise de services énergétiques / service public** : volonté de participer à une initiative expérimentale portant sur la conception, la construction, l'exploitation et la maintenance de nouvelles usines d'hydrogène, dans le cadre de *contrats de services énergétiques*.
- **Région Toscane** : les mesures de décarbonisation du secteur du chauffage civil par l'hydrogène peuvent être incluses dans la planification énergétique et climatique en application des actions prévues par le plan national intégré pour l'énergie et le climat. La Région a la possibilité de prévoir des lignes de financement dans le cadre de la gestion des Fonds européens pour la décarbonisation du secteur civil.

L'acceptabilité sociale des pompes à chaleur fonctionnant à l'hydrogène n'est pas critique en raison de l'emplacement isolé des systèmes. Les avantages pour la communauté sont principalement environnementaux, en raison de la réduction de la consommation de gaz de la chaudière traditionnelle.

La **pertinence** pour la zone semble plutôt faible, car le projet ne concerne que les bâtiments du port.

Dans le contexte de la "*Hydrogen Valley*", il s'agit d'une utilisation pertinente de l'hydrogène, mais pas d'une priorité.

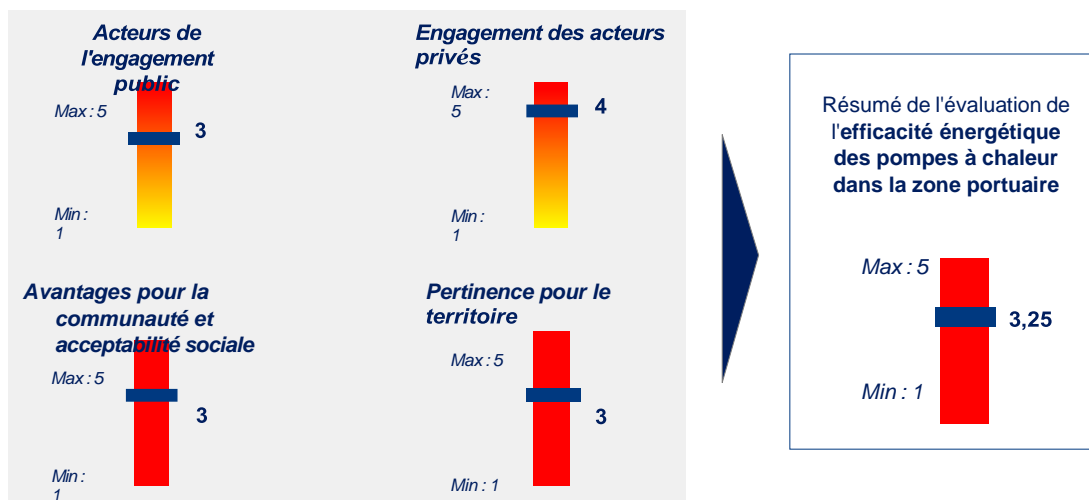


Figure 11 - Résumé de la facilité de mise en œuvre du projet relatif à l'efficacité énergétique des pompes à chaleur dans la zone portuaire.

Source : La Maison de l'Europe - Ambrosetti, 2021.

Projet 10 - Possibilités d'utilisation de l'hydrogène dans le secteur résidentiel civil

D'ici **2030**, il est envisageable de convertir à **Livourne** les pompes à chaleur des bâtiments civils (tels que les écoles, les hôpitaux, les RSA, etc.) qui nécessitent une **puissance de > 50 MW**.

Actuellement, malgré la grande faisabilité technique du déploiement, il semble difficile à mettre en œuvre en raison de la **faible acceptabilité sociale de l'hydrogène** à l'intérieur des

bâtiments civils et de la **forte implication des installations**. En effet, il existe encore une perception de danger du vecteur hydrogène, surtout lorsqu'il est installé dans des bâtiments abritant des services essentiels tels que des écoles et des hôpitaux. Par conséquent, il est également complexe et imprécis d'estimer le besoin potentiel d'hydrogène dans le secteur civil.

L'**investissement nécessaire est actuellement élevé** pour les hôpitaux, les écoles et les RSA, et la solution impliquerait des contrats d'exploitation et de maintenance complexes avec les fournisseurs d'équipements.

Les principaux **acteurs publics** impliqués dans l'initiative sont :

- **Municipalité de Livourne** : forte implication dans le financement, les appels d'offres et la rénovation des installations dans les bâtiments publics.
- **Les équipements publics** : hôpitaux, écoles et RSA.

En ce qui concerne les acteurs privés, ce projet se réfère exclusivement aux **entreprises de services énergétiques/Utilities**. Leur *engagement* dépendra de leur volonté de s'impliquer dans une initiative expérimentale qui prévoit la conception, la construction, la gestion et la maintenance des nouvelles usines d'hydrogène, dans le cadre d'accords dans une logique de *contrat de service énergétique*.

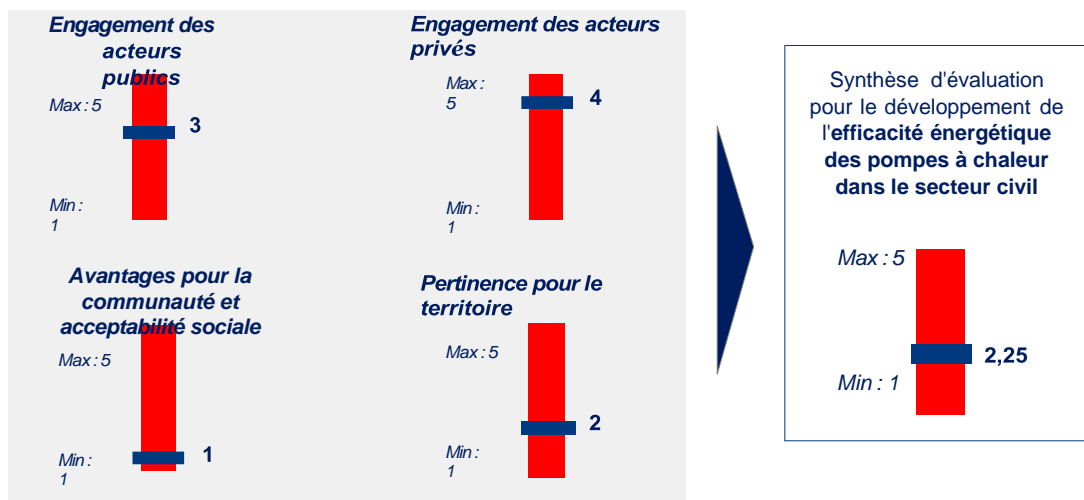


Figure 12 - Résumé de la facilité de mise en œuvre du projet relatif à l'efficacité énergétique des pompes à chaleur dans le secteur civil.

Source : La Maison de l'Europe - Ambrosetti, 2021.

Projet 11 - Opportunités de décarbonisation de l'industrie locale grâce à l'hydrogène

L'hydrogène propre, tel que décrit ci-dessus, a le potentiel de décarboniser les secteurs industriels "*difficiles à réduire*", tels que les industries à haute température (métallurgie, chimie, raffineries, ciment, verre, papier, céramique).

En particulier, il existe sur le territoire de **Lucques** un **pôle industriel lié à la production de papier et d'emballages**, qui couvre environ **80 % de la production nationale de papier tissu** et **40 % de la production nationale de carton ondulé**. Le district compte plus de **300 entreprises** qui génèrent une *exportation* annuelle totale d'environ 700 millions d'euros et emploient plus de 10 000 travailleurs tout au long de la chaîne.

La création d'une *Hydrogen Valley* sur le territoire pourrait également impliquer le district papetier de Lucca, en le positionnant comme un pionnier de la décarbonisation par l'hydrogène. Le port de Livourne et, par conséquent, l'Autorité, pourraient représenter des points de référence pour l'approvisionnement en hydrogène du district.

Projet 12 - Opportunités de production et de consommation en économie circulaire dans les îles

En pensant à l'établissement d'une *Hydrogen Valley* sur la côte toscane, il est possible d'imaginer la création de synergies pour la décarbonisation, en termes d'économie circulaire, du système insulaire et en particulier de l'île d'Elbe. Ce dernier est relié au continent par une liaison de **132 kV** Piombino - S. Giuseppe qui sera bientôt doublée par une liaison Piombino - Porto Ferrario construite par Terna.

L'île n'est pas méthanisée et est fortement dépendante de Piombino pour l'approvisionnement en combustibles fossiles, la production énergétique de l'île couvrant <5% de la consommation énergétique. L'analyse effectuée sur l'île d'Elbe a montré l'absence des conditions nécessaires à la production d'hydrogène vert en mode "traditionnel" par le biais d'électrolyseurs.

Cependant, au vu des caractéristiques du territoire, il est possible d'émettre l'hypothèse **du démarrage d'expériences d'économie circulaire** utilisant des **déchets et des algues** pour la production d'hydrogène sur l'île. Étant donné que ces méthodes de production sont encore dans une phase embryonnaire, l'analyse menée conduit à une **vision de l'île d'Elbe comme un laboratoire** où l'expérimentation de modèles d'économie circulaire basés sur l'hydrogène peut être réalisée, avec le soutien d'universités et de centres de recherche spécialisés afin de mener des recherches et de trouver des applications viables tant en termes de TRL/MRL que d'investissements nécessaires.

En particulier, le laboratoire de l'île d'Elbe pourra s'appuyer sur la **recherche précompétitive** sur l'énergie durable, stimulant les avantages structurels :

- Développement d'une **recherche "parapluie"** pour un *groupe* homogène d'activités industrielles (production d'hydrogène).
- Accélérer la **mise sur le marché** de l'innovation (et réduire les coûts).
- Cohérence et synergies avec le système de formation et de recherche de **la région** ("**tricotage de réseau**") et avec la vision de la *Hydrogen Valley*.
- Mise en place et attraction de **professionnels de haut niveau**.
- **Attraction d'entreprises et d'investissements.**

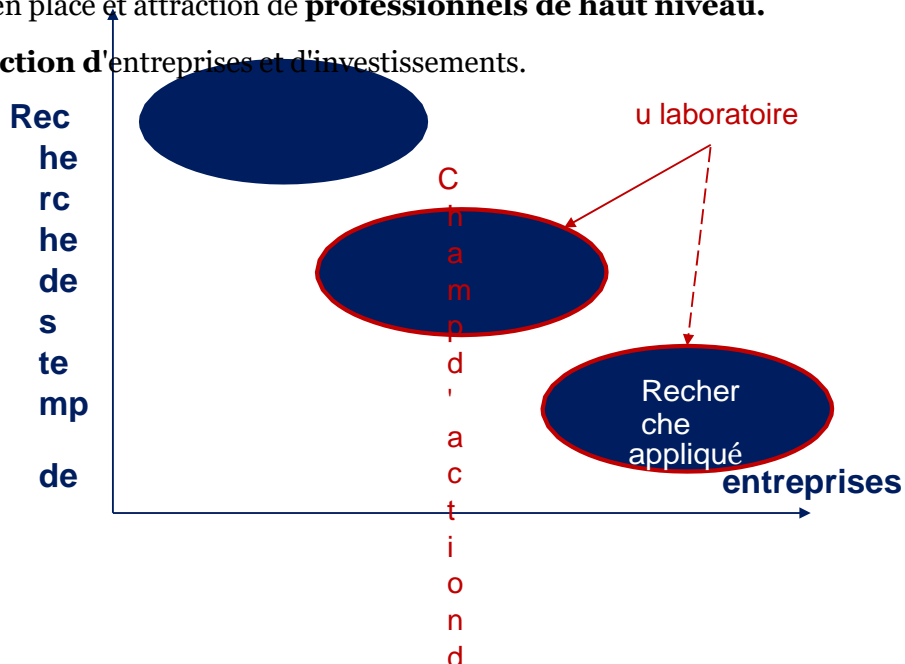


Figure 13 - Types de recherches effectuées par le laboratoire de l'île d'Elbe.
 Source : La Maison de l'Europe - Ambrosetti, 2021

En croisant les résultats de la faisabilité technique des secteurs d'utilisation de l'hydrogène et de la facilité de mise en œuvre des projets identifiés, il est possible d'identifier ceux qui ont une **priorité plus élevée**, indiqués en vert dans la figure 14, à savoir : (1) Port Heavy Transport, (3) LPT, (6) Manœuvre ferroviaire portuaire, (7) *Repassage à froid*, (9) Chauffage des bâtiments portuaires. En ce qui concerne les projets (2), (4) et (8), il est possible de prévoir un *leadership* dans une activité de système par AdSP MTS pour impliquer tous les acteurs publics et privés nécessaires à la mise en œuvre. Les projets (11), dans lesquels l'opportunité la faisabilité d'impliquer le district industriel de Lucca, (5) et (10) doivent être évalués de manière plus approfondie, sont moins immédiatement mis en œuvre.

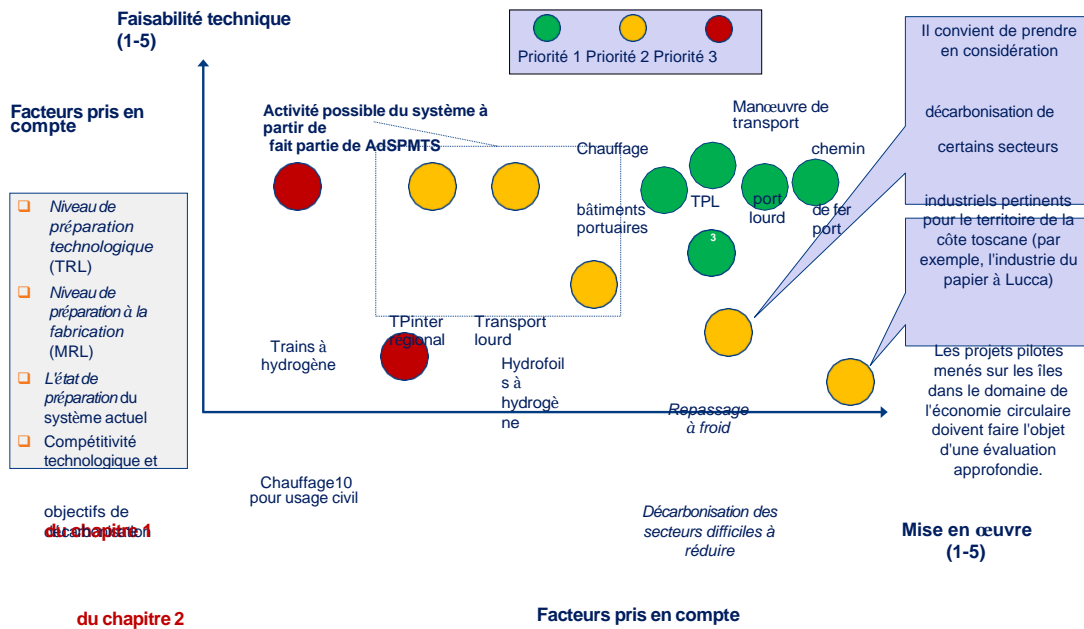


Figure 14 - Résumé de l'évaluation globale des 11 premiers déploiements identifiés.

Source : La Maison de l'Europe - Ambrosetti, 2021.

Une fois que tous les projets possibles ont été analysés, l'analyse s'est concentrée sur les projets de **distribution** destinés à être utilisés dans les transports, le résidentiel et l'industrie. En particulier, pour faire face à la consommation hypothétique d'hydrogène, il est nécessaire de prévoir un réseau de distribution étendu pour permettre l'approvisionnement correct des véhicules. Par conséquent, **3 stations de ravitaillement** sont prévues **d'ici 2025** pour permettre l'utilisation de l'hydrogène à l'intérieur et à l'extérieur des zones portuaires, à savoir :

- 1 station à l'intérieur du port de Livourne qui peut être utilisée pour la logistique portuaire et les véhicules LPT de la ville de Livourne ;
- 2 stations le long de la route SS1 Aurelia pour le transport lourd et les transports publics extra-urbains.

L'investissement estimé pour l'installation des 3 stations de ravitaillement est de **4 millions d'euros**. En outre, en cas d'expérimentation positive, extension aux villes de Grosseto et Lucca à partir du **203ème**.

En ce qui concerne les modes d'approvisionnement, les modes d'approvisionnement supposés sont les suivants (**à partir de 2025**) :

- **autoproduction dans les stations-service - Estimation de l'investissement 500 000 €4**

Dans les stations de ravitaillement identifiées, il est possible d'installer des systèmes SER pour l'autoproduction d'hydrogène vert par le biais d'un électrolyseur de 500 kW relié à un système photovoltaïque voisin.

- **Installation d'électrolyse - investissement estimé à 10 millions d'euros**

Pour répondre à la demande d'hydrogène, largement concentrée dans le port de Livourne, il est possible d'envisager la candidature des zones de la côte toscane, compte tenu également de la présence de zones industrielles désaffectées, pour accueillir un des projets d'installation d'électrolyseurs d'une puissance allant jusqu'à 10 MW, comme le prévoit l'investissement 3.1 du PNRR.

Focus PNRR

À long terme, également en raison de la pénétration croissante du vecteur hydrogène dans les divers secteurs, la candidature du port de Livourne pour accueillir un tel projet est renforcée par la présence de zones industrielles désaffectées dans les environs, dont la reconversion est actuellement à l'étude. En particulier, il est possible de prévoir l'opportunité de développer un *terminal pour l'importation* d'hydrogène qui demanderait un *hub de référence pour la mer Tyrrhénienne* pour l'approvisionnement en hydrogène.

Le projet "Porto Verde" de MITE comprend deux interventions : la première (70 millions d'euros) concerne des installations de production d'énergie à partir de sources renouvelables, y compris différentes technologies de production d'hydrogène, et la seconde (23 millions d'euros) concerne des réservoirs de stockage, des électrolyseurs pour la production d'hydrogène et des installations similaires. En ce sens, l'expérience du port de Rotterdam, qui vise à devenir le *terminal* européen d'importation d'hydrogène vert en provenance de pays tels que l'Australie, le Maroc, le Chili, etc. pourrait servir d'exemple. De même, le projet entre Sapio, le consortium Hydrogen Park et le Northern Adriatic AdSP visant à faire de Porto Marghera un centre national et européen de l'hydrogène vert pourrait être pris comme exemple, afin de construire la route italienne de l'hydrogène vert sur l'axe Livorno-Marghera.

4. OPPORTUNITÉS INDUSTRIELLES DÉCOULANT DE LA LA VALLÉE DE L'HYDROGÈNE

DE LA CÔTE TOSCANE

L'objectif de cette phase d'analyse est d'identifier les **zones de développement industriel** liées à l'hydrogène qui présentent le plus grand potentiel pour l'économie locale et les secteurs manufacturiers connexes. Pour ce faire, une cartographie des technologies liées à la chaîne d'approvisionnement en hydrogène a été réalisée dans un premier temps et la maturité technologique relative a été évaluée.

En particulier, l'analyse est partie de l'identification des **technologies** qui permettent le développement de la chaîne d'approvisionnement en hydrogène, par rapport auxquelles le positionnement du territoire dans le secteur manufacturier peut être évalué. L'analyse s'est basée sur le principe d'adjacence

⁴ Coût basé sur l'hypothèse de l'AIE d'un Capex de 1 000 €/kW.

en identifiant les productions qui ne sont pas actuellement destinées à l'hydrogène, mais qui ils pourront constater une évolution dans ce sens.

La cartographie des technologies potentiellement utilisables dans la chaîne d'approvisionnement en hydrogène, de la production à l'utilisation finale, est basée sur l'identification dans la **base de données "ProdCom"**.

Ces technologies sont divisées en deux catégories :

- les **technologies "de base"**, dont la fonction est exclusivement liée aux applications connexes l'hydrogène.
- **technologies auxiliaires**, regroupées en cinq *grappes* (voir figure 15), dont les L'applicabilité s'étend à l'utilisation de l'hydrogène ainsi qu'à d'autres secteurs industriels.

À cet égard, il convient de souligner que le développement industriel de l'hydrogène peut se faire selon deux axes principaux :

- le **développement vertical**, en se concentrant sur le développement de technologies individuelles.
- le **développement horizontal**, axé sur la capacité d'utiliser les technologies de l'hydrogène dans des systèmes complexes dans différents domaines (par exemple, la construction de moyens de transport, la production de technologies de chauffage, les technologies de fabrication, etc.) En ce sens, le concept d'*intégration des systèmes* revêt une importance considérable, car il permet de convertir à l'hydrogène des produits alimentés par des combustibles traditionnels grâce à l'intégration de nouvelles technologies.

Ces deux axes de développement doivent être soigneusement évalués afin de mettre en œuvre une stratégie de positionnement industriel dans le domaine de l'hydrogène.

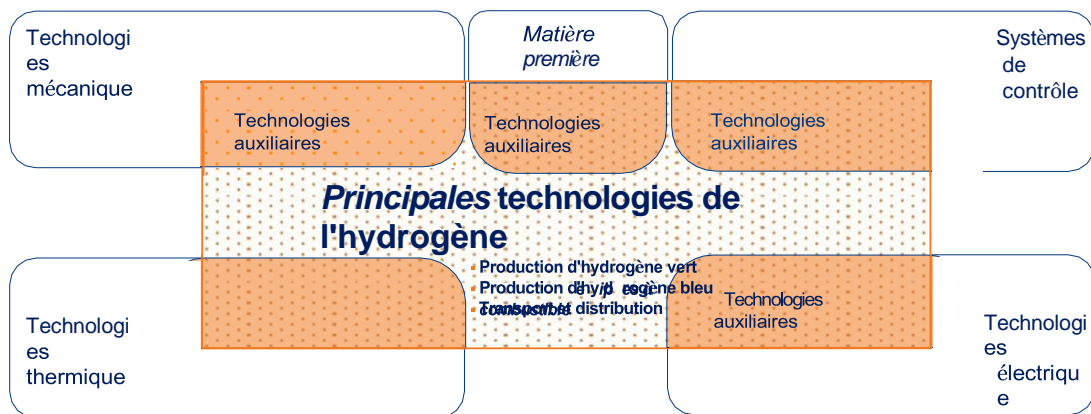


Figure 15 - Identification des technologies "principales" et "auxiliaires". Source : La Maison de l'Europe - Ambrosetti, 2021.

L'analyse du positionnement concurrentiel de la Toscane par rapport aux technologies de la chaîne d'approvisionnement en hydrogène et par rapport aux autres régions italiennes montre que la région se situe au **5e rang** en Italie pour la valeur ajoutée générée le long de la chaîne d'approvisionnement, soit **7 %** du total national. En outre, certaines compétences spécifiques de la Toscane ressortent de l'analyse :

- **Quatrième place** parmi les régions italiennes pour les technologies des **matières**

premières (13 % de la valeur ajoutée nationale).

- **Cinquième place** parmi les régions italiennes pour les technologies liées à la **production d'hydrogène (8 % de la valeur ajoutée nationale).**
- **Cinquième place** parmi les régions italiennes pour les technologies liées au **transport et à la distribution de l'hydrogène (9 % de la valeur ajoutée nationale).**

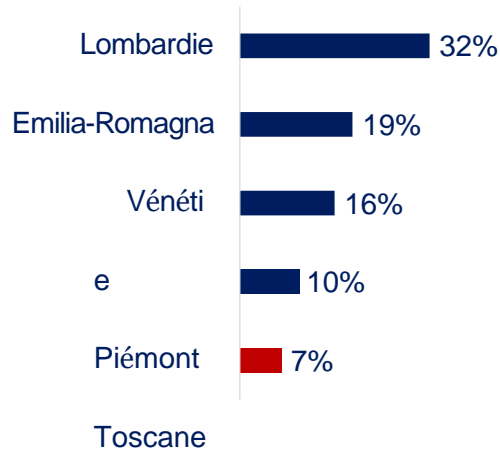


Figure 16 - Les 5 premières régions par la valeur ajoutée générée dans l'ensemble de la chaînetecnologique de l'hydrogène (% de la valeur ajoutée nationale totale générée), 2019.

Source : La Maison de l'Europe - Ambrosetti, 2021.

Outre les technologies étroitement liées aux étapes de la chaîne de l'hydrogène, il est important d'assurer l'**intégration des systèmes** entre tous les secteurs concernés. Une analyse des compétences du territoire dans les secteurs suivants a donc été réalisée :

- L'industrie du papier et ses machines :
 - o la région Toscane crée **46% de** la V.A. totale générée par la fabrication de machines pour l'industrie du papier et du carton, ce qui la place au **premier rang** ; sur cette valeur, les provinces de l'AdSP créent **91,8%** de la V.A. régionale ;
 - o La région Toscane crée **25,7%** de la V.A. nationale générée par la production de papier et de carton, ce qui la place au **deuxième rang** des régions italiennes ; sur cette valeur, les provinces de l'AdSP créent **81% de** la V.A. régionale ;
- La navigation de plaisance (et le yachting) :
 - o La Région Toscane crée **11,7%** du total de l'A.V. généré par la construction, la réparation et l'entretien des navires et des bateaux, ce qui la place en **troisième position** ; de cette valeur, les provinces de l'AdSP créent **83,8% de** l'A.V. régionale ;
 - o Dans le secteur nautique, la province de **Lucques** occupe le **5e rang** en Italie en termes de **chiffre d'affaires**, le **2e rang** en Italie en termes de **nombre d'entreprises**, le **5e rang** en Italie en termes de **nombre d'employés** ; toute la zone de la *vallée de l'hydrogène* (Livourne, Lucques, Grosseto et Pise) accueille **11 %** des entreprises nationales du secteur ;
 - o Dans le secteur de la navigation de plaisance, la province de **Lucques** occupe le **premier rang** en Italie pour le **chiffre d'affaires**, le **troisième rang** en Italie pour le **nombre d'entreprises**, le **premier rang en** Italie pour le **nombre d'employés** ; toute la zone de la *vallée de l'hydrogène* (Livourne, Lucques, Grosseto et Pise) accueille **11 % des** entreprises nationales du secteur, représentant **32 %** du chiffre d'affaires et **26 % de** l'emploi national.

- Véhicules pour la logistique : la Région Toscane crée **11,2%** de la V.A. totale générée par le secteur de la fabrication de véhicules et de carrosseries pour la logistique, ce qui la place au **quatrième rang**.

La région de Toscane et en particulier les provinces impliquées dans le projet AdSP MTS ont donc une **importante opportunité de développement économique et industriel** découlant du développement d'une *vallée de l'hydrogène* sur la côte toscane.

5. LE PLAN D'AMÉNAGEMENT DE LA VALLÉE DE L'HYDROGÈNE DE LA CÔTE TOSCANNE

Après avoir identifié les projets présentant le plus grand potentiel et analysé les coûts et les avantages de l'initiative, le *plan directeur* vise à définir la vision, les objectifs et les lignes directrices opérationnelles pour la réalisation de la "*Hydrogen Valley*" de la côte toscane.

En particulier, la vision du *Plan d'action* peut être identifiée comme suit :

*Faire du territoire de la côte toscane **LE laboratoire de référence** en Italie pour l'expérimentation et la mise en œuvre de projets de production, de transport et d'utilisation de l'hydrogène dans le secteur portuaire et logistique qui jettent les bases du développement d'une économie locale complètement décarbonée.*

Dans ce contexte, les **lignes d'action** pour l'Autorité portuaire sont les suivantes :

- **Décarbonisation portuaire** : mettre en place un laboratoire d'expérimentation et d'application des technologies de l'hydrogène pour la décarbonisation des activités logistiques portuaires en favorisant l'émergence d'initiatives tout au long de la chaîne logistique (production, transport, stockage et consommation).
- **Activités du système pour la décarbonisation du territoire de la côte toscane** :
 - **Villes** : fourniture d'infrastructures d'approvisionnement et de ravitaillement pour la décarbonisation à l'hydrogène des utilisateurs au sein de la ville (parexemple, LPT).
 - **Système insulaire** : promotion et coordination de projets de recherche précompétitive et appliquée pour tester des modèles d'économie circulaire basés sur l'hydrogène.
 - **Axes de communication et transport lourd** : soutien à la construction de stations de ravitaillement sur l'Aurelia et synergies pour les phases ultérieures d'approvisionnement en hydrogène.
- **Soutien à la fabrication** : promotion d'activités d'étude et de recherche pour soutenir le développement de réglementations techniques dans le domaine de l'hydrogène pour les entreprises intéressées par l'utilisation de l'hydrogène dans leurs procédés ou intéressées par la production de technologies de l'hydrogène.

La vision du projet mentionnée ci-dessus sous-tend **cinq objectifs stratégiques du système** pour le territoire de la côte toscane, qui représentent autant de lignes d'action à poursuivre selon une perspective de collaboration *multipartite* :

1. **définir le plan de développement stratégique et opérationnel de la *Hydrogen Valley*** afin d'initier, de gérer et de suivre les projets identifiés, en commençant par ceux qui sont les plus prioritaires, et de promouvoir le développement industriel du territoire en tirant parti de ses caractéristiques distinctives ; en outre, il est important que ce plan intègre également les objectifs du plan de décarbonisation du port de Livourne, afin de créer les synergies appropriées pour le développement des projets ;
2. créer un **consensus** entre les parties prenantes publiques et privées pour le développement de la "*Hydrogen Valley*" et susciter un **engagement politique**, en construisant un *sentiment communautaire* capable de rassembler toutes les *parties prenantes* impliquées vers un objectif commun ;
3. **examiner en permanence**, également par l'intermédiaire d'un groupe de travail spécialisé, les possibilités de développement de projets découlant de la disponibilité de **fonds européens et nationaux**, qui sont les outils de base pour la réalisation de projets de l'*Hydrogen Valley* ;
4. prévoir des **mécanismes de récompense dans les systèmes d'attribution des concessions** qui favorisent les solutions liées à l'hydrogène (par exemple dans la logistique portuaire) par les acteurs privés, afin d'accélérer la mise en œuvre des projets liés à l'initiative ;
5. renforcer le **dialogue avec le système de recherche local et national** afin d'accréditer et d'alimenter en permanence le centre d'excellence pour l'**étude de la normalisation de l'hydrogène**, une question qui présente encore des lacunes et sur laquelle les acteurs publics et privés doivent s'appuyer pour réaliser des investissements.

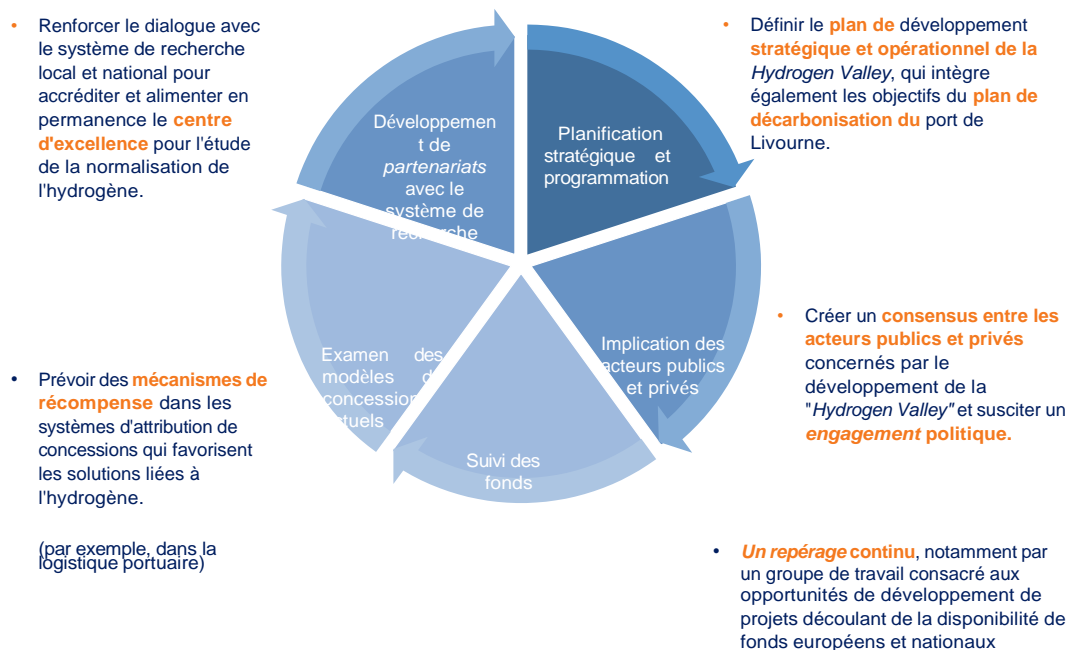


Figure 17 - Objectifs et orientations stratégiques de développement du plan stratégique de la Hydrogen Valley de la côte toscane. Source : La Maison de l'Europe - Ambrosetti, 2021.

Figure 17 - Objectifs et orientations stratégiques de développement du plan stratégique de l'Hydrogen Valley de la côte toscane. Source : La Maison de l'Europe - Ambrosetti, 2021.

Ces lignes d'action représentent des "**chantiers permanents**" constituant le "*Plan stratégique de la vallée de l'hydrogène de la côte toscane*", qui s'insèrent transversalement dans les projets identifiés dans l'analyse technique.

Leur mise en œuvre opérationnelle doit prendre la forme d'**actions** spécifiques, **programmées dans le temps, avec une responsabilité claire et partagée** conformément au modèle de *gouvernance* duprojet et avec un modèle de travail additif en fonction de l'évolution du territoire et des résultats progressivement consolidés. Il est donc prioritaire d'identifier et de planifier des calendriers indicatifs pour la mise en œuvre et le démarrage des activités.

6. MODÈLE DE GOUVERNANCE DU PLAN STRATÉGIQUE DE LA HYDROGEN VALLEY ON THE TUSCAN COAST

Le "*Schéma stratégique de la vallée de l'hydrogène de la côte toscane*", dans son essence de programme pluriannuel d'accompagnement du développement territorial, doit être marqué par une *gouvernance* qui garantit :

- représentation des acteurs institutionnels et représentatifs du territoire ;
- l'engagement et la contribution des acteurs impliqués sur un programme de travail partagé ;
- la continuité de l'action à moyen et long terme selon la vision stratégique définie duprojet.

Ces éléments sont essentiels à la réussite du projet.

Il est tout aussi important de pouvoir garantir un **modèle de participation territoriale en réseau** qui se tourne également vers des institutions et des organisations externes, en activant fonctionnellement les échanges pour accroître le *savoir-faire* et diversifier la richesse des compétences et des services.

Dans le détail, un modèle de **gouvernance à orientation stratégique** est envisagé sous la forme de **Comité directeur** fonctionnel a :

- réguler les relations entre les différents acteurs concernés ;
- résumer les intérêts spécifiques ("clearing house") ;
- définir les initiatives du projet et leurs priorités respectives ;
- suivre et être responsable de l'avancement des activités conformément aux objectifs définis.

Ce niveau de *gouvernance* voit comme des acteurs **permanents** :

- **Autorité du système portuaire de la mer Tyrrhénienne du Nord ;**
- **Départements compétents de la région de Toscane ;**
- **Confindustria Toscana.**

En ce qui concerne la composition des organes permanents, il est envisagé d'inclure **de 1 à 2 représentants maximum chacun** (pour les associations professionnelles 1 représentant de la structure et 1 représentant des entreprises).

Les activités du comité directeur, qui sera assisté et soutenu par un **secrétariat opérationnel**, comprennent, sans s'y limiter, les éléments suivants

- la définition de protocoles d'accord/conventions avec des parties prenantes spécifiques ;
- la définition détaillée des projets prioritaires liés au "*Schéma* stratégique de la *vallée de l'hydrogène* de la côte toscane" (avec les infrastructures et le personnel correspondants) à proposer aux entreprises locales et les modalités d'accès à ces projets ;
- l'identification des sources de financement des activités ;
- la conception d'outils/systèmes d'incitation liés aux projets ;
- la planification coordonnée d'événements et de moments promotionnels.

Le secrétariat d'organisation utilisera les ressources (personnel, structures, etc.) des acteurs participant au comité directeur, en identifiant les plus appropriées en fonction des *tâches* spécifiques. Cela permettra d'éviter la duplication des structures existantes et de maximiser l'efficacité opérationnelle.

Pour soutenir le comité de pilotage, un **comité technique sera mis en place** pour chaque projet identifié par le comité de pilotage :

- Des entreprises avec lesquelles développer les projets identifiés par le comité de pilotage ;
- Représentants des opérateurs de terminaux et des armateurs ;
- Représentants de l'écosystème de l'île d'Elbe ;
- *Partenaires* technologiques externes ;
- Experts techniques ;
- Représentants des universités et des centres de recherche.

Sur la base des orientations et des décisions du Comité directeur, en collaboration avec les Comités techniques, des **Groupes de travail** (qui peuvent comprendre les mêmes personnes que les Comités ou des personnes supplémentaires) seront constitués, qui auront pour tâche de développer les projets assignés et prévus dans le *Plan* stratégique. Chaque Groupe de travail aura un **Chef d'équipe, identifié parmi les sujets permanents**, également conjointement, responsable de la coordination opérationnelle des initiatives individuelles et des projets à mettre en œuvre. Les groupes de travail, par l'intermédiaire des *chefs d'équipe*, rendent directement compte aux représentants du comité directeur.

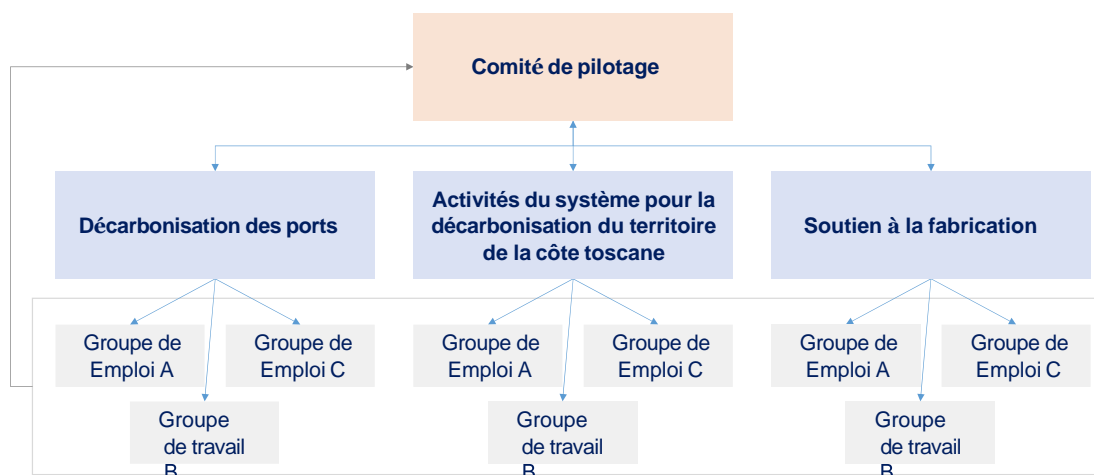


Figure 18 - Modèle de gouvernance du plan stratégique de l'Hydrogen Valley de la côte toscane. Source : élaboration par la Maison de l'Europe - Ambrosetti, 2021.

En ce qui concerne le calendrier des activités et la mise en œuvre des projets, il est suggéré de

- Mettre en place le comité directeur (définition des membres, mécanisme de fonctionnement, etc.) d'ici **février 2022** ;
- Mettre en place les comités techniques (définition des membres, relation avec le comité directeur, etc.) d'ici **mars 2022** ;
- Définir les groupes de travail actifs du projet et les rôles des membres du groupe en **Avril 2022** ;
- Rédiger la version finale du *plan directeur de l'Hydrogen Valley* (objectifs, étapes, projets, aspects techniques, etc.) d'ici **octobre 2022** ;
- Lancer des projets pilotes d'ici **décembre 2022**.

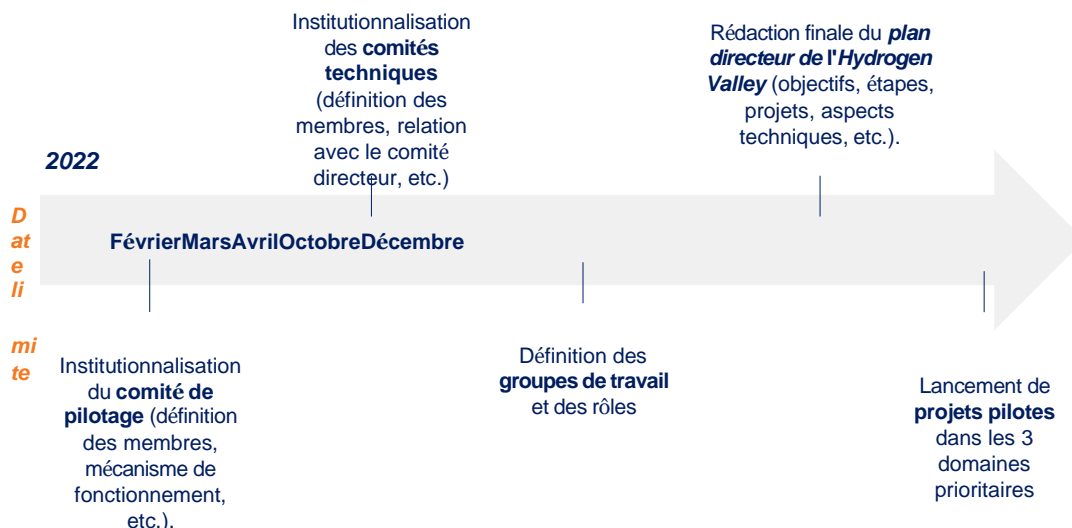


Figure 18 - Calendrier de réalisation de l'Hydrogen Valley sur la côte toscane. Source : La Maison de l'Europe - Ambrosetti, 2021.