

# TRIPLO

“Transports et connexions innovants et durables entre les ports et les plateformes logistiques”

## Plan Stratégique Conjoint

Edité par LUCENSE –  
Province de Lucca



## **Les éléments suivants ont contribué à l'élaboration du plan stratégique**

### **PROVINCE DE LUCCA:** dott.ssa Monica Lazzaroni

Les analyses acoustiques ont été effectuées par BLUE WAVE (Pise), point Luca Nencini

L'enquête linguistique a été réalisée par SIMURG Ricerche (Livourne), dott. Claudio Salvucci - dott.ssa Ilaria Rapetti

**REGION TOSCANE** - Direction de la Mobilité, des Infrastructures et des Transports publics locaux - Secteur des infrastructures pour la logistique, dott.ssa Anna Valoriani, dott. Alessandro Rosselli

**LUCENSE:** point Stefan Guerra; ing. Stefano Fresia, dott.ssa Giulia Pacini, dott.ssa Katia Gerunda

### **CNR - ILC - Institut de linguistique informatique "Antonio Zampolli":**

Paola Cutugno, Lucia Marconi, Melissa Ferretti, Davide Chiarella

L'étude acoustique a été réalisée par Anna Magrini, de la société Accon, Andrea Cernigli, de l'UNIPV.

Mise en œuvre de la plate-forme de prédiction sonore : Simarlab, Simone Marcutti

**CONFINDUSTRIA CENTRE NORD SARDINIA:** dott. Roberto Chironi

**CHAMBRE DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE DU VAR:** dott. Romain GOUTALIER e dott.ssa Elena TONON

L'enquête linguistique a été réalisée par le CnC Communication de Marseille

**AUTORITÉ PORTUAIRE DU SYSTÈME DES PORTS:** dott. Riccardo Di Meglio; ing. Ivano Toni

# INDEX

## Avant-propos

### A. 1 PARTIE GÉNÉRALE

**A.1 Objectif général : gestion durable du bruit lié au transport entre les ports et les plateformes logistiques**

**A.2 Zones pilotes**

**A.3 Méthodologie et outils**

**A.3.1 Le réseau de surveillance physique : des capteurs à faible coût**

**A.3.2 L'analyse de la perception acoustique avec les outils psychoacoustiques/linguistiques**

**A.4 Solutions pour la lutte contre le bruit**

**A.5 Vers la programmation européenne 2021-2027**

### B. CAS PILOTES

**B.1 Vaste région de la Toscane (Lucca, Pise et Livourne)**

**B1.1 Le nœud logistique complexe de la Haute-Tyrrhénienne**

**B1.2 Cadre régional d'interventions pour le développement de la plate-forme logistique de la Toscane**

**B1.3 Activités de suivi et leurs principaux résultats**

**B1.4 Stratégies d'intervention des projets dans la région Lucques-Pise-Livourne en Toscane**

**B1.5 Types d'interventions pour l'atténuation des impacts sonores**

**B.2 Sardaigne: Porto Torres-Sassari**

**B 2.1 Caractéristiques contextuelles**

**B2.2 Stratégies d'intervention pour l'atténuation des impacts sonores**

**B.3 Département du VAR (Port de Toulon)**

## PREAMBULE

TRIPLo (Transports et connexions innovantes et durables entre les ports et les plateformes logistiques), traite de la question de la nuisance sonore, l'un des problèmes environnementaux les plus importants (et souvent sous-estimés) en Europe, après la pollution atmosphérique; en fait, elle a un impact direct sur la population tant en termes de santé que de qualité de vie: on estime qu'elle affecte la santé de plus de 30 millions d'habitants en Europe.

Le projet prend en considération la nuisance sonore causée par le transport de marchandises du port vers les zones de l'arrière-port et en particulier vers les plateformes logistiques, étant donné que les itinéraires de connexion passent fréquemment par ou à proximité de zones densément peuplées.

Le suivi effectué dans trois zones pilotes différentes, présentant des caractéristiques diversifiées en termes d'étendue géographique, de densité de population, de type de marchandises transportées et donc de véhicules utilisés, ainsi que les analyses de la perception du bruit réalisées sur la population des zones considérées, ont permis de définir un cadre de référence sur la base duquel des solutions diversifiées de réduction de l'impact acoustique ont été identifiées.

Le plan stratégique, qui est le résultat de la coopération entre tous les partenaires du projet, est le fruit d'un travail commun d'organismes différents par nature et compétences exercées. Il est divisé en une partie générale qui décrit les trois domaines pilotes identifiés, la méthodologie et les outils utilisés et qui contient la "boîte à outils" ou les solutions possibles de réduction du bruit identifiées, ainsi qu'une référence aux dispositifs de financement tels qu'ils apparaissent dans la nouvelle période de programmation 2021-2027.

Il y a ensuite une deuxième partie dans laquelle le plan identifie les meilleures stratégies pour l'atténuation des impacts sonores calibrées sur les particularités de chaque zone pilote identifiée.

L'objectif principal du plan est de fournir aux organismes compétents de chaque région, tant dans le secteur de l'environnement que dans celui des transports, des éléments utiles pour les activités de planification et d'orientation: il s'agit donc d'un produit qui a pour principaux destinataires les décideurs politiques et les techniciens travaillant dans l'administration publique, tant dans le secteur des transports que dans celui de l'environnement.

Province de Lucca

Chef de file du projet TRIPLo

## ***A. Partie Générale***

### **A.1 Objectif général : gestion durable du bruit lié au transport entre les ports et les plates-formes logistiques**

Dans le cadre des objectifs du projet, la durabilité des impacts acoustiques sur la population sédentarisée générés par les interrelations de trafics entre les terminaux maritimes et leurs hinterlands, doit être garantie en tenant compte de la diversité des sources sonores présentes dans les zones opérationnelles portuaires, comme sur les liaisons terrestres avec leurs plates-formes logistiques respectives.

Le bruit généré par les activités maritimes au sens strict est déterminé par des sources sonores (navires, engins de travail portuaires, opérations de chargement et d'embarquement, etc...) qui se transforment progressivement tout au long de la chaîne logistique et d'approvisionnement, pour être remplacées par d'autres types de nuisances sonores caractéristiques des systèmes de transports routier et ferroviaire.

La mutation des sources d'émission dans les différents domaines fonctionnels considérés par le projet détermine des articulations corrélées de la fonction perceptive de la population exposée, comme indiqué dans les études et dans les approfondissements menés par l'ILC-CNR.

Les outils créés par TRIPLo, en synergie avec les types d'interventions liées à l'utilisation des systèmes ITS, à la fois traditionnels et innovants, soutiennent la réalisation des différentes caractéristiques d'atténuation des impacts acoustiques des trois domaines de projet. Les données collectées par les réseaux de détection et de surveillance, ainsi que les cartographies acoustiques et les indications sur la « perception du bruit » mises à disposition par les enquêtes menées par l'ILC-CNR auprès des populations exposées, soutiennent la définition de stratégies d'interventions individuelles. Au travers de différents critères de sélection, un ensemble de dispositions jugées optimales peuvent définir un cadre de référence applicable et personnalisable sur chacune des zones pilotes du projet.

## A.2 Les zones pilotes

Les zones pilotes du projet sont représentées par la Vaste Zone de la Toscane (Lucques, Pise et Livourne), par la Sardaigne du Nord (Porto Torres et Sassari) et par le port de Toulon et Seyne sur Mer dans le département du Var. Ces zones constituent, en raison de leurs caractéristiques intrinsèques, une étude de cas très différenciée qui enrichit les résultats du projet en relation avec des hypothèses d'intervention qui sont également particulières et liées aux problèmes spécifiques à affronter dans les différents contextes.

Ces problèmes se distinguent par les différentes configurations des flux de trafic qui relient les terminaux maritimes aux arrière-pays respectifs, par rapport aux zones urbanisées contiguës.

Ces problèmes se distinguent par les différentes configurations des flux de trafic qui relient les terminaux maritimes aux arrière-pays respectifs, par rapport aux zones urbanisées contiguës.

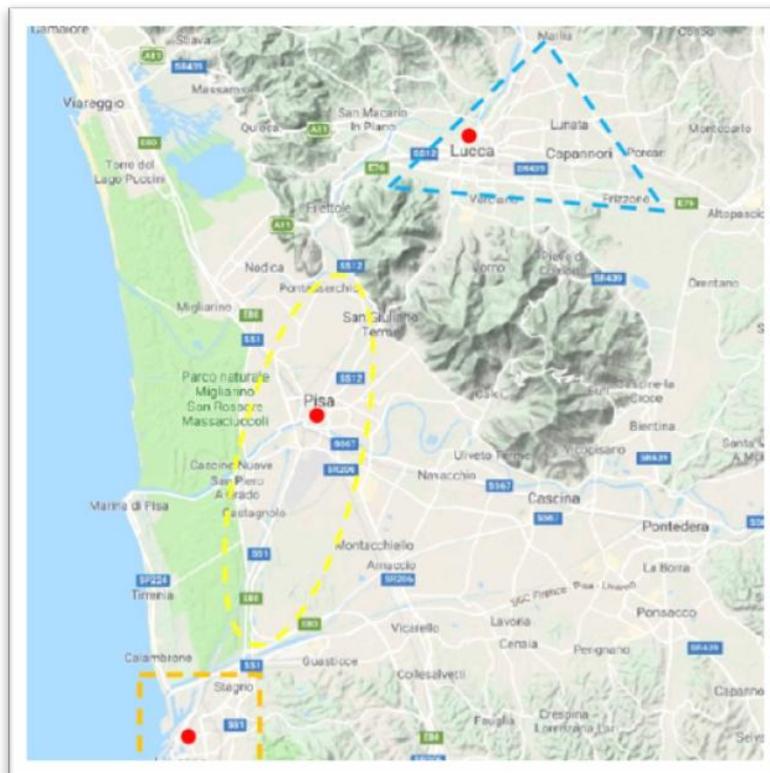


Figure 1 – Vaste zone de la Toscane (Lucca, Pise, Livourne)

A contrario, les terminaux de commerce du Port de Toulon se situent en cœur de ville et génèrent des nuisances sonores par les activités maritimes et les liaisons terrestres vers les zones rétro-portuaires à proximité immédiate de zones densément peuplées.

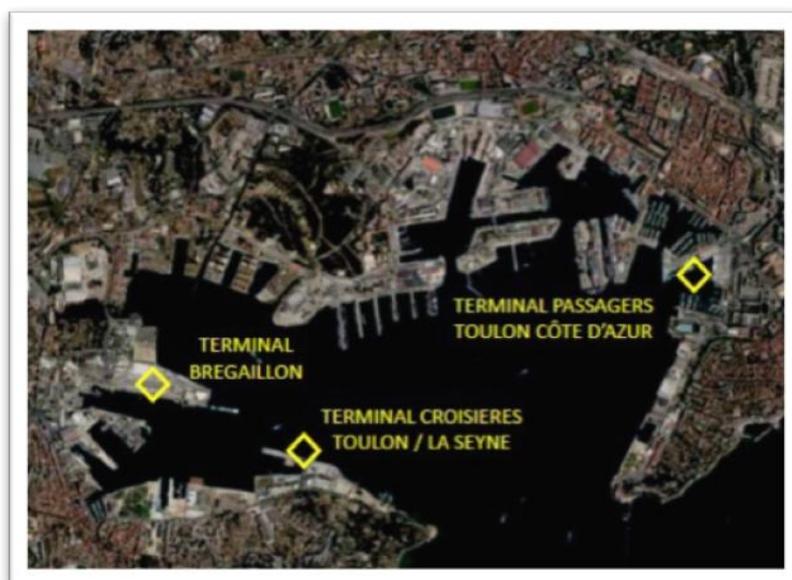


Figure 2- Port de commerce de la ville de Toulon (La Rade de Toulon)

Le contexte sarde relatif au terminal maritime de Porto Torres est encore différent, et se caractérise par des problématiques inhérentes à la relation entre le trafic portuaire avec des perspectives d'expansion fortes et l'arrière-pays territorial le long des grandes axes de circulation.



Figure 3 - Chorographie de Porto Torres

A ces configurations différentes correspondent des impacts qualitatifs et quantitatifs diversifiés sur les populations exposées aux nuisances sonores générées par les trafics terrestres en provenance ou à destination des terminaux portuaires.

## A.3 Méthodologie et outils

TRIPLO a abordé la question de la pollution sonore avec une méthodologie innovante en intégrant la surveillance physique traditionnelle aux analyses psychoacoustiques et linguistiques.

Partant de l'hypothèse que la pollution sonore a une portée environnementale (en conditionnant les écosystèmes), mais également sociale (en conditionnant la qualité de vie des citoyens), le projet développe deux types d'analyse différents : le suivi acoustique avec la modalité standard, c'est-à-dire à travers un réseau de capteurs aux caractéristiques techniques innovantes, et l'analyse linguistique réalisée sur un échantillon de citoyens.

En fait, le "bruit" n'est pas seulement déterminé par l'intensité sonore de la source qui le produit, mais aussi par la façon dont les gens perçoivent le son lui-même : il existe des sources sonores qui, par rapport à leur niveau d'émission, sont négligeables du point de vue de leur contribution au bruit environnemental global, mais qui sont significatives par rapport à l'impact produit sur les citoyens car elles présentent des caractéristiques particulières d'intermittence, de durée, de répétitivité qui augmentent la sensation de gêne (Annoyance).

Les deux paragraphes suivants illustreront donc les deux systèmes d'analyse.

### A.3.1 Le réseau de surveillance physique : des capteurs à faible coût

Le réseau de surveillance physique TRIPLO a été principalement mis en place le long des routes empruntées par les véhicules commerciaux lourds entre les terminaux portuaires et les infrastructures logistiques concernées. Ces itinéraires sont conçus dans leur sens le plus large, comprenant des routes de catégories diversifiées d'un point de vue technique et fonctionnel, du niveau primaire jusqu'au niveau local, qui traversent des contextes suburbains et urbains.

Conformément à la directive européenne 2002/49/CE, les gestionnaires des infrastructures routières sur lesquelles transitent plus de 3 millions de véhicules par an sont tenus de fournir des informations sur la population exposée au bruit au moins tous les 5 ans en créant et en mettant à jour des cartes de bruit.

TRIPLo a étendu la surveillance du bruit aux routes non principales également, pour autant qu'elles soient situées dans les périmètres d'étude.

Le trafic routier induit par les activités logistiques n'a pas une périodicité bien définie puisqu'il est corrélé à la dynamique du marché et de la production.

Il est donc complexe de fournir une estimation de l'exposition de la population au bruit lié à ce type de trafic et d'évaluer son incidence par rapport à la contribution du trafic ordinaire, ainsi que de planifier des interventions de réduction basées sur la régulation du trafic.

Dans le cadre du projet TRIPLo, l'attention s'est portée sur le bruit provenant du trafic généré par la logistique de rétroportuaire, sur ses caractéristiques et sur ses modalités descriptives.

Afin de réaliser une caractérisation acoustique précise du bruit induit par les flux de véhicules et de ses impacts sur la population exposée, des outils standards et innovants ont été utilisés.

Le projet a déployé un réseau de capteurs acoustiques à faible coût pour la mesure des paramètres influents et pour l'évaluation des impacts sur la population exposée.

Les capteurs acoustiques choisis, prototypés dans le cadre du projet LIFE - "Dynamap", consistent en des dispositifs très légers, faciles à installer, robustes et fiables avec de faibles coûts de maintenance.

Ils sont équipés de leur propre batterie d'alimentation rechargée par un petit panneau photovoltaïque.

Une analyse de marché précise réalisée par le projet a démontré la validité de l'instrument également en termes de rapport qualité/prix; raison pour laquelle le choix a été orienté sur l'utilisation de ces capteurs.



*Figure 4 - Capteurs acoustiques low cost*

Dans le contexte toscan, les emplacements des capteurs ont été choisis en tenant compte des principales connexions entre le port de Livourne, l'arrière-pays et les bassins industriels connexes, tant pour ce qui concerne le trafic routier de marchandises qui représente aujourd'hui le mode de transport presque unique dans la région, que pour ce qui concerne les lignes ferroviaires existantes.

Les chiffres suivants illustrent l'emplacement de certaines stations de sondage acoustique dans les différentes zones du partenariat.

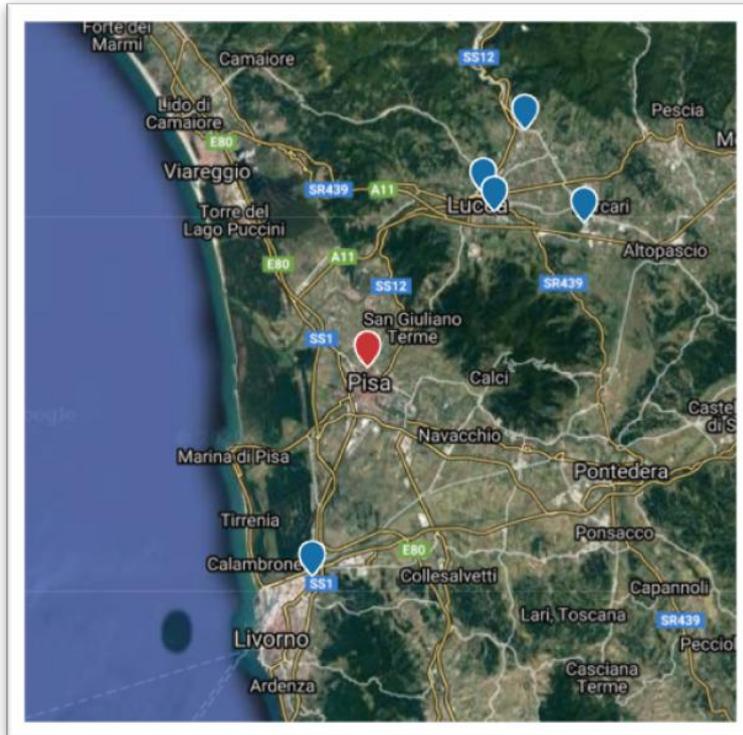


Figure 5 – Localisation des capteurs Zone Vaste Toscane

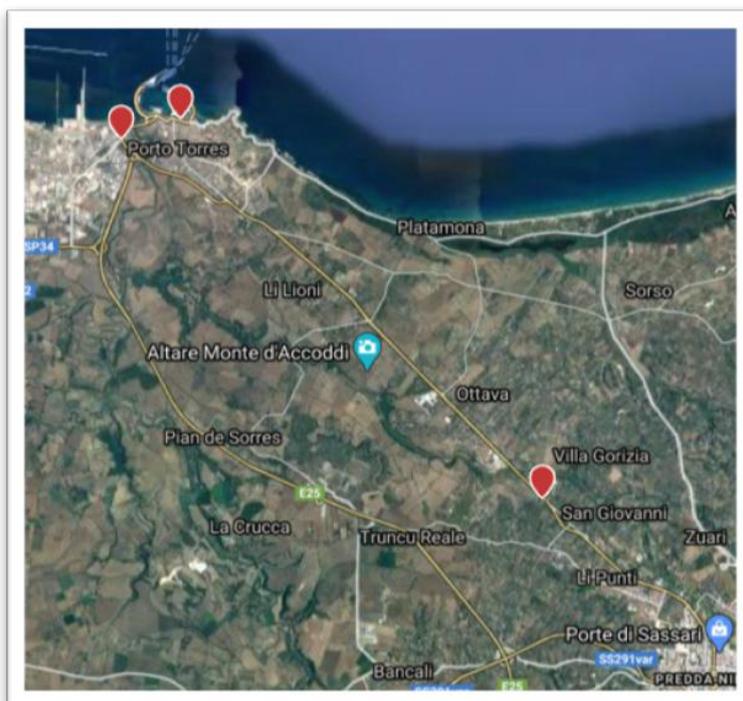


Figure 6 – Localisation des capteurs Porto Torres



*Figura 7- Localizzazione sensori Port Toulon Cote d'Azur*

Afin de partager les données acoustiques enregistrées entre les partenaires, un portail web technique (<https://triplo.noisemote.com/>) a été utilisé pour traiter et présenter les données. Certaines de ces données sont également transmises à un site web spécialement créé pour faciliter la communication (<https://percezione-sonora.it/risultati>), sur lequel les données sont agrégées sous une forme plus facilement compréhensible pour les citoyens individuels (voir la figure 12 ci-dessous Représentation des niveaux de bruit avec l'indice Harmonica).

### ***A.3.2 Analyse de la perception acoustique avec des instruments psychoacoustiques/linguistiques***

Le suivi physique, comme illustré précédemment, a été accompagné d'une analyse de la perception acoustique à l'aide d'outils psycho acoustiques E linguistiques. En particulier, le projet a élaboré une méthodologie dans le but d'évaluer l'impact acoustique sur la population exposée au bruit généré par les activités de l'arrière-port et celles le long des voies de connexion terrestres avec les plateformes logistiques respectives.

La phénoménologie liée à la perception acoustique implique, outre les paramètres de base d'intensité et de fréquence, d'autres caractéristiques telles que la durée, la répétitivité et la variabilité temporelle. Afin de décrire le bruit d'un point de vue perceptif, la psycho acoustique introduit des descripteurs spécifiques tels que loudness (le volume sonore), roughness (la rugosité), sharpness (la netteté) et fluctuation strength (la force de fluctuation).

Comme un même phénomène sonore peut être perçu différemment par un même individu ou par plusieurs individus, en fonction de circonstances contingentes, il s'ensuit qu'un son peut être considéré à la fois comme un phénomène physique, et donc mesurable par des paramètres objectifs, et comme un phénomène lié à sa perception, de nature subjective et résultant de l'état psycho-physico-émotionnel du sujet.

La population constitue une source d'information précieuse pour évaluer la qualité de l'espace dans lequel elle vit ou travaille, en suggérant les relations qui existent entre l'environnement, le confort et la productivité.

Afin d'évaluer la perturbation générée par le type de bruit étudié dans le cadre du projet, il a été décidé d'effectuer une étude subjective pour étayer les mesures acoustiques.

Plus précisément, l'analyse a été effectuée sur les données acoustiques provenant de capteurs sonores (noisemote) installés dans différentes zones du projet et sur les résultats obtenus par la distribution de questionnaires à la population exposée (perception-bruit).

Cette méthodologie a permis de construire des cartes intégrées, obtenues en associant l'écoute d'enregistrements sonores aux mots obtenus par le traitement des questionnaires, et capables de rendre les paramètres descriptifs et caractéristiques du bruit plus compréhensibles pour la population.

Pour la réalisation des cartes intégrées, des enregistrements et des mesures acoustiques ont été effectués dans les zones de Gênes, Lucques, Livourne, Sassari, Porto Torres et Toulon, et ont ensuite été associés aux analyses des questionnaires.

Ces enregistrements ont été réalisés dans des lieux aux caractéristiques sonores différentes où l'évaluation contextuelle des paramètres psycho-acoustiques classiques a été effectuée. Les données acquises ont été traitées à la fois en termes d'extraction d'échantillons significatifs de sons spécifiques et en termes de calcul de spectres et autres descripteurs.

Ces sons ont ensuite été utilisés pour la création du questionnaire linguistique.

La structure du questionnaire peut être divisée en 3 blocs logiques:

- une première partie relative à la perception des sons d'une rue/zone spécifique du territoire, choisie;

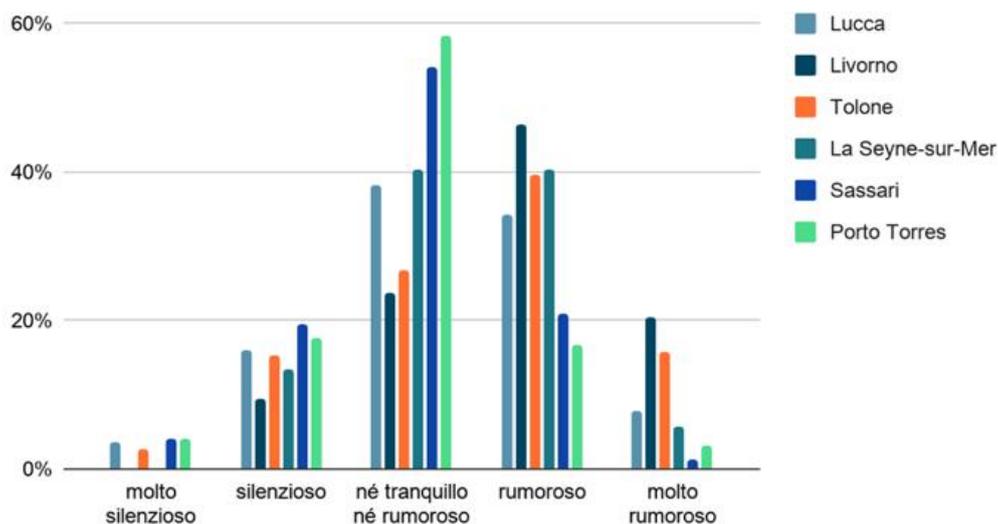


Figure 8 - Perception sonore

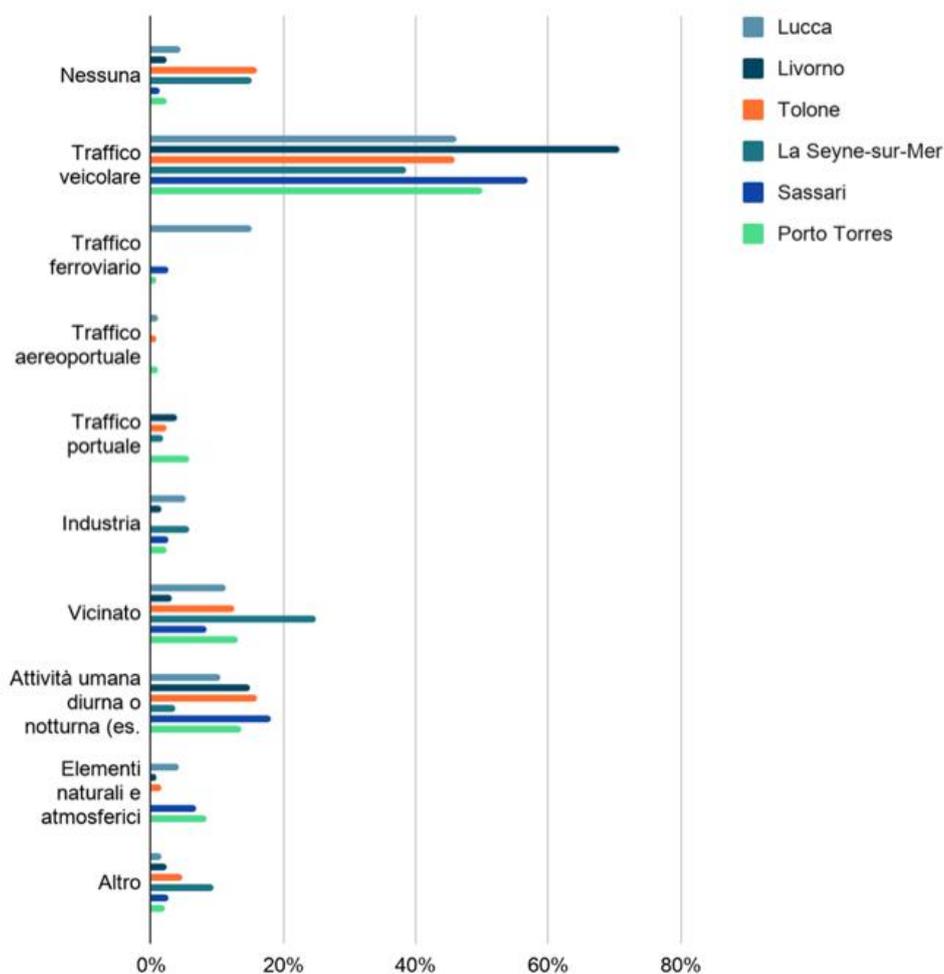


Figure 9 - Sources de bruit perçues

- une deuxième partie liée à la perception de l'audio enregistré, à partir de laquelle nous avons commencé à effectuer les analyses psycho acoustiques et linguistiques visant à identifier les mots descriptifs des sons des territoires;
- une troisième partie relative aux suggestions ou considérations éventuelles sur les mesures les plus appropriées pour réduire le problème de la pollution sonore.

Saresti disposto a partecipare attivamente alla realizzazione di interventi o azioni che riducano il rumore?

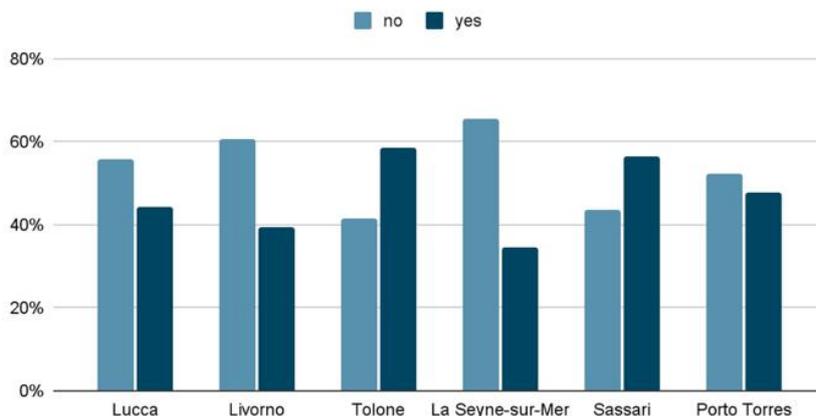


Figure 10 - Exemple de résultats n. 1 questionnaire

Con quali azioni?

- Reclami o segnalazioni alle autorità competenti e istituzioni pubbliche
- Organizzazione di iniziative volte a coinvolgere il maggior numero di cittadini interessati;
- Interventi nei confronti degli organi di stampa; ■ Raccolta fondi per finanziare azioni e opere utili
- Iniziative di volontariato

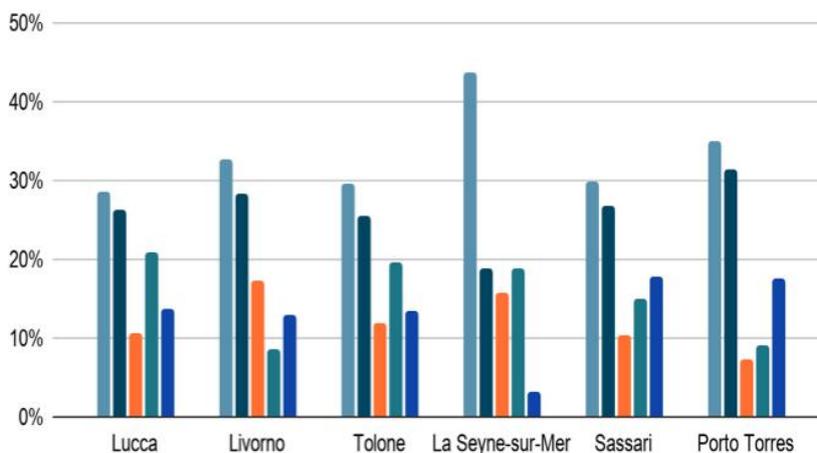


Figure 11 - Exemple de résultats n. 2 questionnaire

Hai pensato a possibili soluzioni che possano attenuare il tuo disagio causato dall'inquinamento acustico nell'area d'interesse?

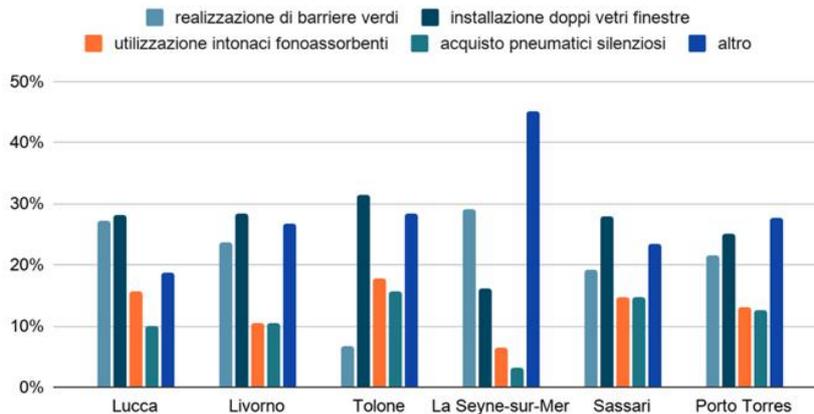


Figure 12 - Exemple de résultats n. 3 questionnaire

Quali misure ritieni potrebbero essere adottate dalle istituzioni pubbliche competenti per ridurre l'inquinamento nell'area di interesse?

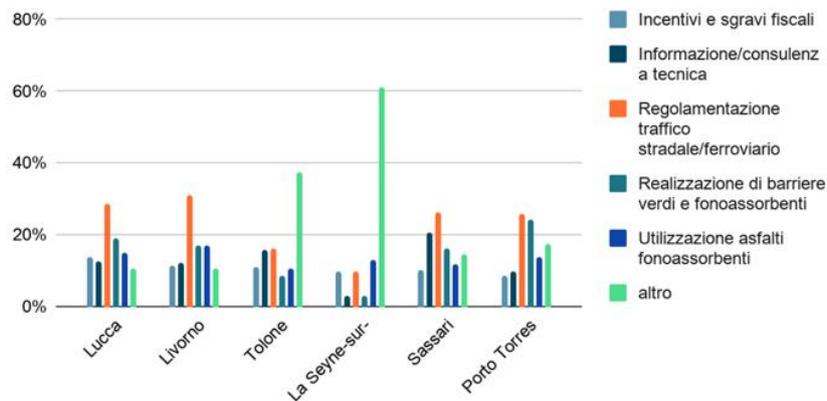


Figure 13 - Exemple de résultats n. 4 questionnaire

Les données recueillies dans les deux premières sections, ainsi que les données recueillies par les capteurs positionnés sur le territoire, ont ensuite permis de constituer les mappes.

Nous avons opté pour des questions à réponses fermées afin de permettre un choix de mots plus diversifié de la part des personnes sondées, et mettre en évidence la richesse du choix des termes associés à la perception.

C'est précisément pour mettre en évidence cette richesse terminologique qu'il a été décidé d'utiliser des nuages de mots. Pour la création des nuages d'adjectifs et de noms, nous avons utilisé de grands corpus web, tokenisés, lemmatisés et annotés.

De ces derniers, des collocations (combinaisons de mots) pour les lemmes "bruit" et "son" ont été extraites. Les collocations d'un mot recherché dans le corpus montrent comment le mot se comporte, dans quels contextes il apparaît habituellement et avec quels autres mots il apparaît plus fréquemment.

Les adjectifs extraits des corpus de référence ont été encore réduits et divisés en quatre ensembles spécifiques regroupés dans les quatre nuages de mots suivants:

- sensation / évaluation: adjectifs se référant à l'évaluation perceptive de la source;
- environnement / espace: adjectifs décrivant des caractéristiques spatiales;
- variabilité du temps: adjectifs décrivant des caractéristiques temporelles;
- intensité / force: adjectifs qui décrivent l'intensité de la source.

Une procédure similaire a été suivie pour l'extraction des noms qui ont été répartis comme suit :

- élément naturel;
- faune;
- instrument de signalisation;
- moyens / instruments de travail;
- moyens de transport.

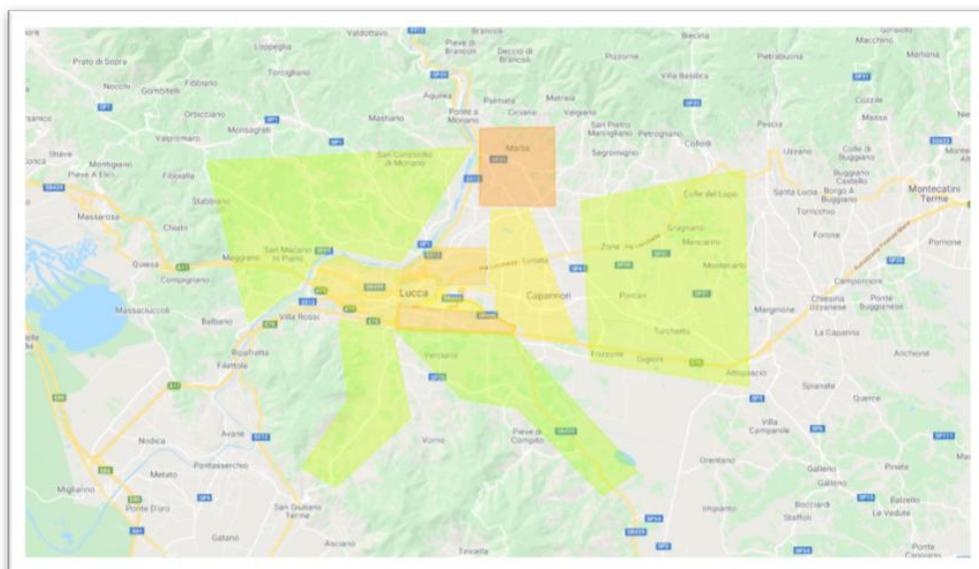
Le questionnaire a ensuite été administré par les partenaires dans les différents territoires concernés.

Les résultats ont été présentés par le biais d'une plateforme web réactive, développée par le projet, qui visualise, grâce à des mappes WebGIS, trois niveaux d'information différents:

- un niveau lié aux lieux d'intérêt au sein des zones pilotes choisies par les sondés (première section du questionnaire);
- un niveau lié aux capteurs positionnés sur le territoire;
- un niveau lié aux enregistrements ponctuels effectués sur le territoire et présentés dans le questionnaire (deuxième partie du questionnaire).

Sur la base des réponses et des rues/zones choisies, le territoire a été divisé en zones avec différentes gradations de couleurs indiquant la perception du bruit par les citoyens (vert, très calme; rouge, très bruyant).

Une représentation de la région de Lucca est donnée à titre d'exemple.



*Figure 14 - Retour de la description linguistique de la perception du bruit par les citoyens*

Pour les zones identifiées dans la mappe, sont disponibles:

- un diagramme circulaire avec les pourcentages relatifs à la perception du bruit (voir fig. 15) ;
- un diagramme circulaire avec les pourcentages relatifs à la la source de bruit identifiée (voir fig. 16);
- un nuage de mots représentatif des adjectifs associés à la zone (voir Fig. 17);



Un deuxième niveau d'information concerne la visualisation des données collectées par les capteurs placés sur le territoire. Les informations suivantes sont disponibles pour chaque capteur :

- localisation (latitude, longitude);
- documentation photographique du capteur;
- les valeurs horaires de l'indice Harmonica (voir fig. 18);
- Leq.



Figure 18 Représentation du niveau de bruit avec l'indice Harmonica

Enfin, un troisième niveau d'information est lié aux enregistrements acoustiques de type ponctuel. Dans ce cas, la carte sur le site web fait état de la situation :

- la possibilité d'écouter l'audio faisant l'objet de l'enquête;
- la visualisation des paramètres psycho acoustiques de l'enregistrement;
- les adjectifs et les noms associés.

## A.4 Solutions de confinement du bruit

En référence à ce qui a déjà été expliqué dans le produit T2.3.1 Rapport pour la conception conjointe de systèmes STI, voici un résumé des types d'intervention visant à contenir les émissions sonores produites par les systèmes de transport terrestre considérés dans le projet, répartis entre traditionnels et innovants.

En ce qui concerne le contexte routier, l'utilisation de systèmes STI permet d'intervenir sur les caractéristiques du flux de véhicules telles que l'entité, la composition du parc et la vitesse, qui affectent principalement les niveaux de bruit générés.

<b>SYSTÈMES TRADITIONNELS</b>		<b>SYSTÈMES INNOVANTS</b> Environnement routier (ITS)	
<b>Interventions sur la source sonore</b>	Environnement routier <ul style="list-style-type: none"> <li>• Silence des véhicules</li> <li>• Pneus à bruit réduit</li> <li>• Revêtement de sol insonorisant/à faible émission</li> </ul>	<b>Régulation des flux de véhicules</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feux de circulation, tarification routière, priorité aux transports publics</li> </ul>
	Espace ferroviaire <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matelas isolant sous les dormeurs</li> <li>• Des rails amortis</li> <li>• Atténuation des roues</li> </ul>	<b>Contrôle d'accès</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ZTL délimité par des barrières pour la reconnaissance des véhicules autorisés</li> <li>• LEZ et Noise LEZ avec accès</li> <li>• Réservé aux véhicules ayant un impact environnemental réduit</li> </ul>
<b>Interventions sur le trajet de propagation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Barrières acoustiques</li> <li>• Éléments insonorisants</li> </ul>	<b>Infomobilité</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôle de la circulation par la communication aux usagers sur les itinéraires routiers recommandés</li> </ul>
<b>Interventions sur le récepteur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configuration des balcons et des façades</li> <li>• Fenêtres ventilées</li> <li>• Fenêtres non ventilées</li> </ul>		

Tableau 1 - Tableau des mesures de réduction du bruit

Les mesures d'atténuation sont activées lorsque les seuils d'émissions sonores établis par la réglementation sont dépassés par rapport aux périodes de référence de jour et de nuit.

Les analyses psychoacoustiques/linguistiques réalisées pour TRIPLLO ont également mis en évidence comment, en référence à des perceptions subjectives, même certains types de bruit, même s'ils sont inférieurs à des niveaux seuils, peuvent être perçus comme gênants par la population exposée; c'est l'une des valeurs ajoutées que ces analyses apportent au projet car elles conduisent à envisager l'activation de mesures d'atténuation pour ces cas également.

En particulier, en ce qui concerne la régulation du trafic routier par des dispositifs STI, l'activation du contrôle dynamique de la vitesse des flux de véhicules pourrait, dans ce sens, être également organisée dans des "conditions de perception critiques" indépendamment du dépassement des niveaux de seuil sonore établis par les règlements.

Compte tenu des incertitudes, avec le cadre réglementaire actuel (CdS), quant à la possibilité d'appliquer des "réglementations prescriptives" sur les limitations de vitesse sur la base de raisons de cette nature, l'hypothèse de la mise en œuvre de "réglementations indicatives" (vitesses recommandées) par l'utilisation des mêmes outils que ceux utilisés pour les "réglementations prescriptives" pourrait être envisagée à titre expérimental: c'est-à-dire la publication sur des PMV au bord de la route ainsi que les communications possibles avec les dispositifs installés à bord des véhicules.

## **A.5 Vers la programmation européenne 2021-2027**

L'Union européenne avec la directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil du 25 juin 2002 a défini pour la première fois les lignes directrices pour la détermination et la gestion du bruit ambiant par les États membres, qui en Italie ont été mises en œuvre avec le décret législatif du 19 août 2005, n. 194.

L'objectif de cette directive est de réduire l'exposition au bruit en harmonisant les méthodes de mesure et d'évaluation entre les pays européens, mais aussi de recueillir des informations sur l'exposition au bruit sous la forme de "cartes de bruit", en mettant ces informations à la disposition du public.

En outre, la directive, qui se fonde sur la cartographie, exige des États membres qu'ils établissent des plans d'action pour traiter les problèmes de la nuisance sonore, en indiquant que les plans et les cartes doivent être mis à jour tous les cinq ans.

L'Union européenne a toujours traité la question de la pollution sonore d'un double point de vue : l'identification des niveaux de bruit qui nécessitent une action à la fois des États membres et de l'UE, mais aussi la définition d'une série d'actes qui réglementent les principales sources sonores (provenant du trafic routier, des chemins de fer, des avions ou de l'utilisation extérieure de certains équipements).

Les règlements spécifiques émis par la Commission européenne ces dernières années prévoient des mesures visant à limiter et à contrôler le niveau de bruit produit par les véhicules, les cyclomoteurs/motos, le trafic aérien et les véhicules ferroviaires.

Le Parlement a joué un rôle décisif dans la lutte contre la pollution atmosphérique et sonore, en prenant une série de mesures visant à réduire drastiquement les niveaux de ces deux types de pollution.

L'Agence européenne pour l'environnement réaffirme, également dans son dernier rapport environnemental "Le bruit ambiant en Europe" publié en 2020, la nécessité de prévoir des mesures importantes pour contenir et contrôler le bruit dans les zones les plus critiques, en utilisant non seulement des mesures individuelles, mais aussi des combinaisons de différentes mesures, notamment : des améliorations technologiques, une meilleure planification urbaine et des infrastructures, et des changements de comportement des personnes.

D'autre part, la forte impulsion donnée par la Commission européenne déjà avec la stratégie 2020 sur la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>, a permis l'introduction de mesures qui déterminent, indirectement, des effets positifs également sur la réduction de la pollution sonore : les incitations à l'utilisation de véhicules électriques, la réduction du transport routier au profit du rail, en sont quelques exemples.

L'attention prioritaire de l'UE sur la question de la pollution atmosphérique a été renforcée avec la nouvelle programmation européenne 2021-2027.

Le "Green Deal" européen, le plan d'action avec lequel la Commission propose de relever les défis lancés par les Nations unies dans leur programme pour le développement durable en 2030, prévoit, en ce qui concerne les transports, l'adoption d'une stratégie pour une mobilité intelligente et durable, en donnant une forte impulsion au transport multimodal. Actuellement, 75 % du transport national de marchandises est assuré par la route : l'une des priorités du plan d'action européen "Green Deal" est de transférer une partie importante de ce transport vers le rail, les voies navigables intérieures et le transport maritime à courte distance. La Commission s'est fixé l'échéance de 2021 pour préparer une proposition visant à identifier les mesures nécessaires pour améliorer la gestion et augmenter la capacité des systèmes ferroviaires et de navigation intérieure. En outre, la dynamique de la transition numérique aura également un impact sur les transports : la Commission vise à promouvoir la mobilité multimodale automatisée ainsi que des systèmes intelligents de gestion du trafic.

La stratégie du "Green Deal" est également appliquée de manière cohérente dans la politique européenne de cohésion, dans le cadre de l'objectif "Une Europe plus connectée", qui réitère la nécessité de continuer à investir, dans la continuité de la programmation précédente, dans les systèmes de mobilité durable.

La directive donnée par la Commission européenne d'évoluer vers des formes d'intermodalité et vers l'adoption de systèmes de transport intelligents (STI) pourrait également avoir des effets positifs sur la gestion de la pollution sonore, entraînant une réduction du bruit produit par la circulation automobile et les véhicules lourds.

Les programmes de mise en œuvre de la politique de cohésion 2021-27 opérant dans la zone de coopération du projet TRIPLO, tant au niveau européen (Interreg) qu'au niveau régional (programme opérationnel du FEDER), identifient dans l'objectif stratégique "Une Europe plus connectée", la possibilité d'investir dans l'innovation du système de transport tant pour les personnes que pour les marchandises.

En ce qui concerne l'Italie, le Plan de Relance, au moment de la rédaction du présent document (qui doit encore être approuvé par le Parlement italien), prévoit, dans le cadre de la mission 3 "Infrastructures pour une mobilité durable", des investissements importants pour la création d'un système d'infrastructures et de ports modernes et écologiquement durables.

En France, le premier acte réglementaire pour la réduction du bruit remonte à 1992, soit dix ans avant la directive européenne n° 49/2002, qui a été mise en œuvre par décret en avril 2006.

Pour faire suite à la directive européenne, la France a identifié des obligations spécifiques pour tous les gestionnaires d'infrastructures de transport terrestre, notamment dans le cadre de nouveaux projets. Ces obligations comprennent une série de dispositions, au niveau national, concernant : le contenu des études d'impact, les objectifs de protection à atteindre, et les moyens de protection à utiliser pour les atteindre.

Dans la proposition de plan opérationnel 2021-2027 du FEDER, objectif stratégique 2, objectif spécifique 1 - efficacité énergétique, il est souligné la nécessité, conformément à ce qui est énoncé dans l'accord de partenariat et dans les lignes directrices nationales sur la politique de cohésion, d'investir dans les systèmes de transport électrique pour promouvoir non seulement une réduction de la consommation d'énergie, mais aussi une amélioration de la qualité de l'air. L'utilisation de systèmes de transport électrique (donc peu bruyants), d'une part, et le recours à l'intermodalité, d'autre part, notamment le transfert des marchandises de la route vers le réseau ferroviaire ou fluvial, sont les principales mesures vers lesquelles s'oriente la nouvelle programmation française, qui permettront, indirectement, de produire des effets positifs sur la pollution sonore.

## B. Cas Pilotes

### B.1 Région Vaste de la Toscane (Lucca, Pise et Livourne)

#### B1.1 Le nœud logistique complexe de la mer Tyrrhénienne supérieure

Le Plan de Développement Régional de la Région Toscane assume, parmi ses objectifs, la relance de la plateforme logistique toscane à travers la structuration et le renforcement des infrastructures ainsi que la mise en œuvre d'actions visant à favoriser des formes de synergie et d'intégration du système des ports nationaux (Livourne, Piombino et Carrare) au profit du trafic de marchandises dans une perspective de planification intégrée des activités, des services et de leur développement.

Plus précisément, dans le secteur des transports, le plan de mobilité intégré des infrastructures régionales (PRIIM), inscrit au budget de réalisation de l'année 2019, dresse un tableau de l'état d'avancement des processus de planification qui, en ce qui concerne le nœud logistique complexe de la mer Tyrrhénienne supérieure, met en évidence les réalisations infrastructurelles et logistiques ainsi que les investissements prévus.

De ce point de vue, la planification territoriale moderne tend à être de plus en plus orientée vers des objectifs d'intégration et de durabilité, en réorganisant les activités de production et de logistique selon une vision stratégique globale qui dépasse la dimension locale.

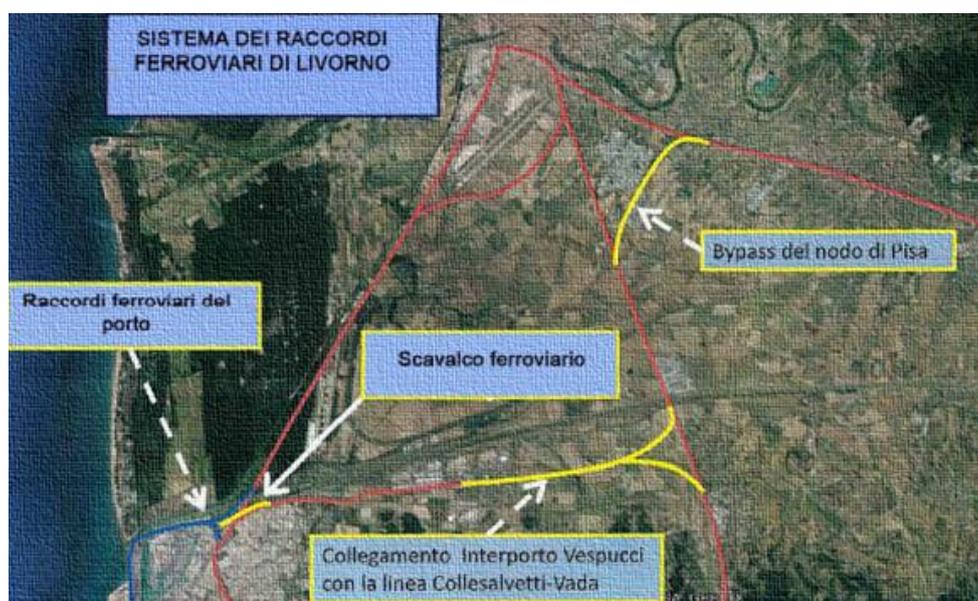


Figure 19 Plate-forme logistique de la Toscane : nœud Pise-Livourne

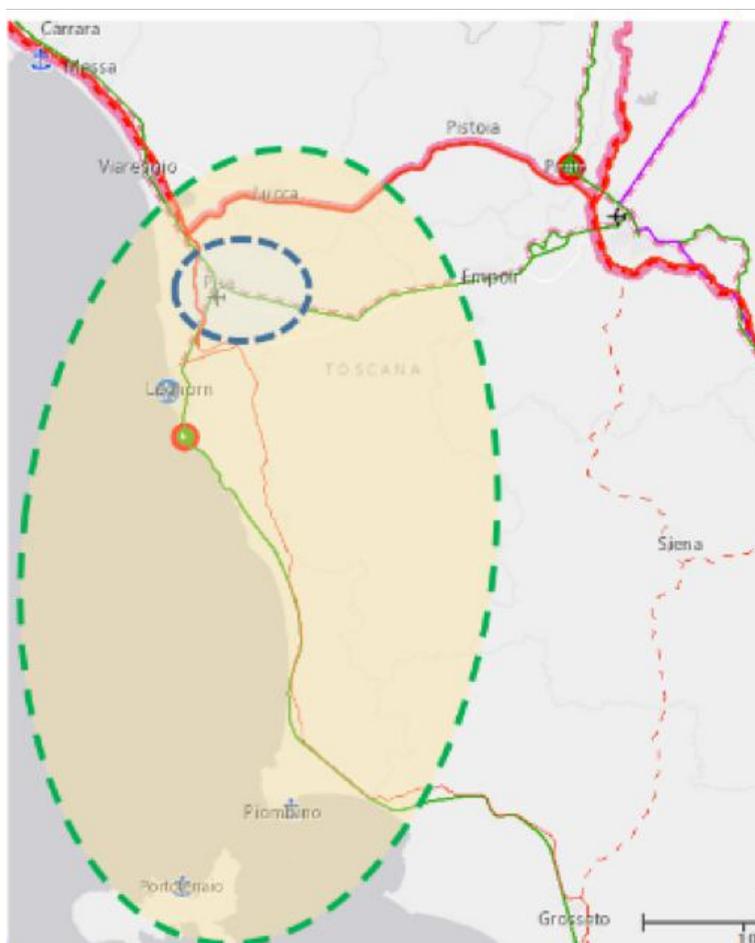
En ce qui concerne les connexions ferroviaires du port de Livourne avec l'arrière-pays considérées par le projet TRIPLO, et dans le cadre plus général de l'interconnexion avec les réseaux transeuropéens (RTE-T), il convient de mentionner des projets cofinancés par des ressources régionales extraordinaires pour un budget d'environ 800 millions d'euros, tels que le doublement de la ligne ferroviaire Pistoia-Lucca, les connexions ferroviaires de Livourne, le viaduc Port-Interport, la Darsena Europa, les Axes de Lucca.

Le territoire de la Grande Zone Côtière de Lucques, Pise et Livourne, présente une interconnexion de pôles productifs, touristiques et de nœuds d'infrastructures complexes qui nécessitent une planification systémique leur permettant de développer pleinement leur potentiel de croissance.

Il est donc nécessaire d'envisager un véritable réseau qui relie de manière fonctionnelle les points focaux de l'économie maritime et manufacturière, avec leurs voies de développement et de programmation respectives.

La vision stratégique à promouvoir inclut les infrastructures logistiques, les réalités de production et de distribution de la Haute Mer Tyrrhénienne dans le cadre d'une direction partagée telle qu'elle résulte du nouveau Plan National des Ports et de la Logistique, ainsi que des règlements européens relatifs aux Réseaux Transeuropéens de Transport.

Cette approche nécessite la structuration du nœud logistique complexe de la mer Tyrrhénienne supérieure, articulé autour de plusieurs infrastructures qui permettent l'interconnexion des modes de transports terrestres (route et rail), maritimes et disposant d'un potentiel de développement de la navigation fluviale. Comme le confirme également le récent plan opérationnel triennal de l'autorité du système portuaire de la mer Tyrrhénienne du Nord, pour la période 2021-2023, la stratégie de développement des interconnexions et des services logistiques dans la zone côtière va au-delà de la logique du nœud unique et intègre les diverses infrastructures de transport avec les zones de l'arrière-pays, à travers les corridors centraux du réseau transeuropéen de transport déjà mentionnés. À cet égard, il convient de rappeler la création, en 2017, de l'institution du système portuaire du nord de la mer Tyrrhénienne, qui organise et consolide la planification du développement portuaire global de la zone côtière toscane, avec l'intégration des ports de Livourne, Piombino, et des ports insulaires de Portoferraio, Cavo, Rio Marina et Capraia.



*Figure 20 - Nœud logistique du complexe de la Haute Tyrrhénienne*

La reprise des trafics portuaires, succédant à la chute abrupte due à la crise épidémique de COVID-19, passe évidemment par le renforcement des connexions multimodales au service des districts productifs et exportateurs de la Toscane et plus généralement de l'arrière-pays du système portuaire.

Le plan opérationnel triennal de l'Autorité du système portuaire a identifié depuis la première programmation 2018-2020 la production manufacturière de papier de Lucques comme un élément clé de la compétitivité du port de Labronica dans les trafics de cellulose du port, afin de se positionner comme le premier port d'Italie en la matière, et la nécessité de minimiser les coûts de transport et de logistique à travers des services de navette multimodale.

Le développement et la compétitivité du trafic ne se résument pas exclusivement au développement des infrastructures, aussi fondamentales et essentielles soient-elles, telles que celles mises en évidence ci-dessus.

En effet, un rôle de plus en plus important réside dans la possibilité de gérer de manière optimale les flux et les informations liés aux services logistiques de transport, rendant les opérations portuaires plus efficaces et durables en se reposant sur la numérisation des processus logistiques.

En cela, les systèmes ITS mis en évidence ci-dessus font partie d'un plan plus global visant à mettre en œuvre la transition énergétique et numérique des ports en optimisant la gestion des processus et en réduisant l'utilisation des ressources, avec pour résultat final la réduction des nuisances générées par ces activités. Il n'est donc pas envisageable de se passer de l'utilisation des STI dans la définition d'une stratégie globale de décarbonisation des systèmes de transport.

Ces objectifs environnementaux seront atteints par la stratégie numérique du système portuaire qui prévoit des investissements au cours de la période 2021-2026 pour soutenir les nouvelles technologies de gestion des processus logistiques, et les actions de décarbonisation du système de transport, et conduisant les ports à jouer un rôle fondamental dans l'approvisionnement en sources d'énergie durables et propres.

Le projet TRIPLO a donc contribué à un processus plus large, dans lequel la planification des transports croise les stratégies de durabilité et de numérisation au profit du développement global du territoire, et l'optimisation des flux génère une réduction des coûts et des impacts environnementaux, tant acoustique qu'atmosphérique, ainsi qu'une gestion plus efficace de la chaîne logistique.

En particulier, en ce qui concerne la Toscane, la zone d'intervention du projet est la province de Lucques, avec une attention particulière à la zone dite de la "Piana di Lucca" et aux parties nord des provinces de Pise et de Livourne, c'est-à-dire la zone comprise entre la gare de marchandises de Capannori-Porcari (Frizzone) et le port de Livourne.

## **B.1.2 Cadre régional des interventions pour le développement de la plate-forme logistique toscane**

La stratégie de développement de la plate-forme logistique côtière se concrétise par une série d'interventions infrastructurelles du système ferroviaire interne et externe du port de Livourne, ainsi que par le financement de mesures normatives visant à encourager l'intermodalité du transport de marchandises.

Le plan d'intervention est défini de la sorte.

### **A) CONTOURNEMENT FERROVIAIRE TYRRHENIEN**

Le projet consiste en la réalisation d'une liaison ferroviaire directe entre le port de Livourne et l'Interporto Toscano Amerigo Vespucci (ITAV), pour laquelle il est nécessaire de surmonter la barrière physique que constitue l'axe fondamental Gênes-Rome.

Suite à l'accord signé le 24 mai 2019 entre la Région Toscane, RFI SpA, AdSP MTS, ITAV et MIT pour la construction du viaduc ferroviaire, RFI a assumé le rôle de partie exécutante de l'intervention.

RFI est en train de réaliser les procédures d'attribution des travaux sous forme de contrat intégré, avec l'évaluation des offres technico-économiques. L'achèvement des travaux et la mise en service de la liaison ferroviaire est prévue pour le mois d'Août 2023.

Avec l'accord du 24/05/2019, la répartition des ressources suivante a été définie et approuvée:

- 4,3 M€ d'investissement de RFI SpA grâce aux ressources du contrat-programme en cours;
- 2,5 millions d'euros du MIT par l'intermédiaire de l'autorité du système portuaire de la mer Tyrrhénienne du Nord;
- une contribution extraordinaire de 20,2 M€ de la Région de Toscane en faveur de RFI.

## **B) CONNEXION AVEC LA LIGNE COLLESALVETTI-VADA ET DÉRIVATION DE LA ZONE DE CONNEXION DE PISE**

Suite à la signature de l'Accord du 24 mai 2019 pour le développement des connexions ferroviaires du port de Livourne avec le corridor scandinave-méditerranéen Ten-T, il est devenu nécessaire de passer un autre Accord spécifique entre la Région Toscane, RFI SpA, ITAV et AdSP MTS, visant à la construction d'une connexion ferroviaire entre la ligne port-hinterport et la ligne Collesalvetti-Vada comprenant le contournement du nœud de Pise, pour l'acheminement direct des marchandises vers le corridor Scan-Med.

RFI est en train de terminer la conception du PFTE et a conclu des accords avec toutes les parties et gestionnaires de réseaux concernés par les travaux (ENI pour un gazoduc, ASA pour un réseau d'eau, plus, un accord entre ITAV, TERNA et la municipalité de Collesalvetti pour une sous-station électrique et un élargissement de la route).

RFI achève actuellement la phase préparatoire à l'appel d'offres pour le contrat intégré, y compris l'approbation ministérielle du projet, la conclusion de la procédure nationale d'EIE et prévoit la validation de la phase de conception d'ici janvier 2024.

Le début du chantier est actuellement prévu par RFI pour juin 2025 et l'achèvement des travaux, des essais et la mise en service de la ligne, pour juillet 2028.

Avec l'accord susmentionné signé le 16/12/2019 pour la construction de la liaison ferroviaire entre l'Interporto A. Vespucci, la ligne Collesalvetti-Vada et la ligne Pise-Florence via le contournement de Pise, la répartition des coûts de la phase de conception finale et des enquêtes sur place correspondantes a été définie de la façon suivante:

- RFI S.p.A. contribue à la conception finale de l'ouvrage grâce à des ressources d'un montant de 3,4 millions d'euros dans le cadre du projet "Amélioration des connexions entre le port de Livorne, le réseau ferroviaire et l'interport de Guasticce", inclus dans la mise à jour 2018-2019 du Contratto di Programma 2017-2021 MIT-RFI , section Investissement;
- La Région Toscane contribue au financement de la conception finale par une contribution extraordinaire d'un montant maximum de 2,5 M€ à partir de 2020.

Le coût de réalisation de l'intervention est estimé par RFI dans le PFTE à un total de 310M€.

Les phases ultérieures à mettre en œuvre pour les contrats intégrés ne sont pas financées pour le moment.

## **C) JONCTION FERROVIAIRE DES PRODUITS FORESTIERS**

En avril 2019, une nouvelle voie d'évitement ferroviaire dédiée en particulier au transport de produits cellulósiques a été activée dans la zone portuaire de Livourne, située devant le terminal Marchi appartenant à la société MarTerNeri, et connectée aux voies préexistantes qui passent devant l'ancienne zone Scotto.

La réalisation de l'ouvrage a été possible grâce aux interventions effectuées dans la zone de Porto Vecchio par l'Autorité du Système Portuaire du Nord de la Mer Tyrrhénienne.

La participation, réalisée dans une zone du port destinée à la manutention des produits forestiers, est finalisée pour augmenter l'intermodalité des flux de marchandises et améliorer l'opérativité du port d'escale toscan dans l'un de ses plus importants segments de trafic.

Le renforcement de la connexion permet d'augmenter le nombre de convois hebdomadaires au départ du port de Livourne, consolidés jusqu'en décembre 2019 à raison de trois/quatre trains par semaine.

En 2019, le port de Livourne a manipulé 1 645 564 tonnes de pâte à papier, de fluff, de papier kraft et de bois d'œuvre, un chiffre sensiblement égal à celui de l'année précédente, cependant, seuls 10 % sont envoyés sur les marchés de destination par voie ferroviaire.

## **D) INCENTIFICATION DU TRANSPORT INTERMODAL**

Suite aux demandes formulées par de nombreux intervenants, aussi bien des opérateurs du secteur logistique que des institutions, dont notamment la Région Toscane avec une note au MIT prot. AOOGR/PT 0361279 du 30/09/2019, sur l'opportunité de refinancement de la mesure nationale, le Gouvernement a prévu dans la loi budgétaire 2020 (loi 160 du 27 décembre 2019) à l'art. 1 alinéa 111 l'attribution de ressources égales à 14M€ pour l'année 2020 et 25M€ pour l'année 2021, (encore augmentées de 20M€ à la suite du décret-loi n° 34 du 16/05/2020) visant à étendre la mesure nationale d'encouragement au transport intermodal et de transbordement visée à l'art. 1 alinéa 648 de la loi n° 208 du 28 décembre 2015, mentionnée ci-dessus.

Suite à cette mesure s'en est suivie la publication d'un nouveau décret directorial MIT n° 59 du 26/03/2020, par lequel l'incitation à soutenir le transport combiné et de transbordement par voie ferroviaire a été prolongée pour les années 2020 et 2021.

L'extension de la mesure nationale a donc été autorisée par la CE avec la décision C(2020) 2528 final du 24 avril 2020.

Avec l'accord opérationnel qui a été signé entre la RT et la MIT le 26 mai 2020, les procédures de gestion et de versement des aides aux entreprises de la logistique admises à la déclaration ont été réglementées, dans le respect des rôles assumés par les deux signataires.

Ainsi, l'attribution par la Région Toscane des ressources visées à l'article 16 de la LR 19 du 16.04.2019, d'un montant de 420 000€ pour l'année 2020, 420 000€ pour l'année 2021, a été rendue effective.

Enfin, avec la loi 30/12/2020 n°178 (loi budgétaire 2021) art. 1 co. 673 l'État, aux mêmes fins d'encourager le transport ferroviaire intermodal et de transbordement, a prévu l'attribution de 25 millions d'euros supplémentaires pour l'année 2021, 19 millions d'euros pour l'année 2022 et 22 millions d'euros pour chacune des années de 2023 à 2026.

La Région Toscane a également vérifié l'existence, dans le secteur du transport de marchandises, d'un intérêt concret pour le transfert au rail d'une partie du transport actuellement effectué par la route, ce qui permettrait d'obtenir des réductions significatives du transit des véhicules lourds sur le réseau routier toscan.

Ces transferts potentiels de quotas de transport sont essentiellement liés à deux types de projets :

- Type 1. Projets concernant les transports intermodaux longue distance ( $\geq 250/300$  km) avec O/D dans le port de Livourne et impliquant l'Autoroute de la Mer ainsi que l'Interport de Guasticce pour la formation de trains;
- Type 2. Projets concernant les transports intermodaux courte distance (avec des distances intrarégionales sensiblement inférieures à 250/300 km) avec O/D dans le port de Livourne et qui impliquent les villages de fret de Guasticce et Prato, le nœud de Lucca et le terminal de fret de Capannori-Porcari.

### **Deux projets en particulier relèvent actuellement du type 2 :**

- le projet de transport d'eau minérale provenant de l'usine San Pellegrino SpA de Scarperia et San Piero a Sieve (Acqua Panna), dans des conteneurs et des caisses mobiles, entre le port de Livourne et l'Interport Toscana Centrale (Prato), initialement proposé par l'Interport Toscana Centrale sur la base du protocole d'accord signé le 22/03/2019 par la région de Toscane, la municipalité de Scarperia et San Pellegrino SPA.
- le projet de transport de produits de pâte à papier et de papier provenant du district papetier de Lucques, dans des conteneurs et des caisses mobiles, entre le port de Livourne, l'Interporto A.Vespucci et le parc à marchandises de Capannori-Porcari, proposé par les entreprises du district avec le soutien de la société LUCENSE SCarl, qui concerne environ 1 million de tonnes/an de marchandises actuellement transportées par des camions articulés utilisant le FI-PI-LI, l'autoroute A12 et le système routier local (environ 50 000 TIR/an).

Ces projets concernent des segments du transport intermodal particulièrement complexes à mettre en œuvre en raison de l'écart important des coûts de transport avec le mode " tout routier " dû à la spécificité des unités de chargement (semi-remorques) ou à la brièveté des parcours. Mais si les coûts externes (pollution atmosphérique, sécurité routière, bruit) sont pris en compte et évalués avec soin, l'écart se réduit et des mesures incitatives spécifiques peuvent être utiles, au moins dans la phase de démarrage des trois premières années.

En effet, il ne fait aucun doute qu'il est d'intérêt public de transférer ces transports vers le rail, si possible par l'introduction d'unités de chargement normalisées (conteneurs et caisses mobiles), en raison des effets positifs sur la sécurité du trafic routier et la santé publique des territoires traversés.

Les bureaux du Secteur Infrastructures pour la Logistique de la Région Toscane ont donc initialisé une analyse de terrain qui vise à identifier la meilleure stratégie d'incitation en termes d'efficacité fonctionnelle et d'efficience dans l'utilisation des ressources financières, destinée à soutenir le trafic intermodal ayant O/D dans les nœuds de la plate-forme logistique toscane, qui s'inscrit parfaitement dans une logique d'accompagnement du développement du fret ferroviaire à moyen et long terme, c'est-à-dire jusqu'à ce que soient réalisés les travaux maritimes et terrestres qui permettront de surmonter la déficience structurelle actuelle du port et le goulot d'étranglement de l'infrastructure ferroviaire, actuellement en cours de conception.

L'opportunité qui en découle est celle de mettre en place un système de mesures incitatives aux niveaux étatiques et régionaux pour les projets de transport intermodal de marchandises en provenance du terminal portuaire, en évitant autant que possible les mesures "d'aubaine" qui pourraient ne pas permettre une utilisation efficace des ressources mises à disposition.

### **B1.3 Les stratégies d'intervention du projet dans la région vaste de la Toscane (Lucca-Pise-Livourne)**

Une logistique plus durable pour la région qui peut également compter le rail parmi ses options. TRIPLo aborde la question de la pollution sonore dans la zone comprise entre le port de Livourne et les bassins industriels qui lui sont liés, comme un thème qui s'inscrit dans une problématique plus large du suivi des impacts environnementaux qui, dans cette zone, constituent un facteur pertinent pour les décisions stratégiques.

L'approche innovante consistant à combiner l'analyse acoustique réalisée à faible coût avec l'analyse linguistique, fournit des indications utiles pour évaluer les possibilités et les avantages d'une logistique plus durable pour la région, qui peut également compter le mode ferroviaire parmi ses options.

Les emplacements des capteurs ont été sélectionnés en tenant compte des principales connexions entre le port et l'arrière-pays, tant en ce qui concerne le trafic routier de marchandises, qui représente aujourd'hui le mode de transport presque unique dans la région, qu'en ce qui concerne les lignes ferroviaires existantes, car, pour des raisons d'urgence climatique, une croissance à moyen terme du mode ferroviaire est hautement probable, au moins pour les relations (origine/destination) sur lesquelles transitent chaque année des millions de tonnes de marchandises.

## B1.4 Activités de suivi et ses principaux résultats

En ce qui concerne l'acoustique, l'activité de surveillance a été réalisée grâce à l'utilisation de capteurs acoustiques très légers équipés de leur propre batterie d'alimentation rechargée par un petit panneau photovoltaïque ; le réseau de surveillance dans cette zone de démonstration du projet est constitué de 6 capteurs, positionnés comme indiqué dans la figure 2 (cf page 8)

En ce qui concerne la composante psychoacoustique/linguistique, le suivi s'est basé sur la distribution de questionnaires dans les régions de Lucques (environ 750) et de Livourne (environ 300).

Dans la plaine de Lucques, la carte montre une coloration plus intense dans le district de Marlia (Capannori) et dans le district de S. Concordio de la capitale provinciale, en particulier dans le secteur compris entre la ligne ferroviaire en direction de Florence et l'autoroute A11.

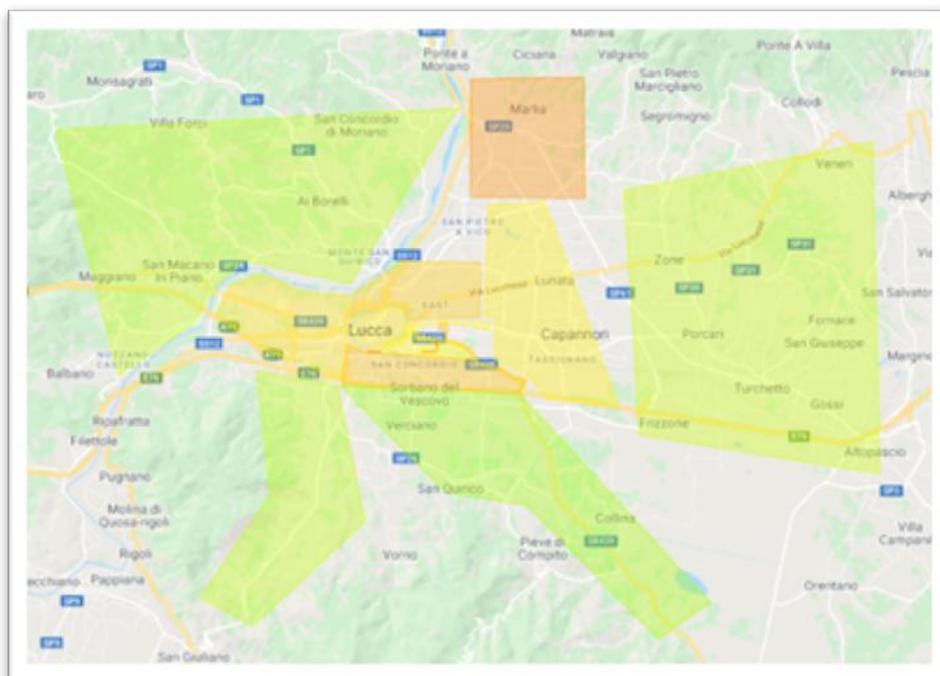


Figure 21 - Carte acoustique-linguistique de la région de Lucca



Figure 22 - Carte acoustique-linguistique du quartier de San Concordio

Dans cette dernière zone urbaine de San Concordio, le niveau de bruit a été caractérisé de "bruyant" à "très bruyant" dans plus de la moitié des cas:

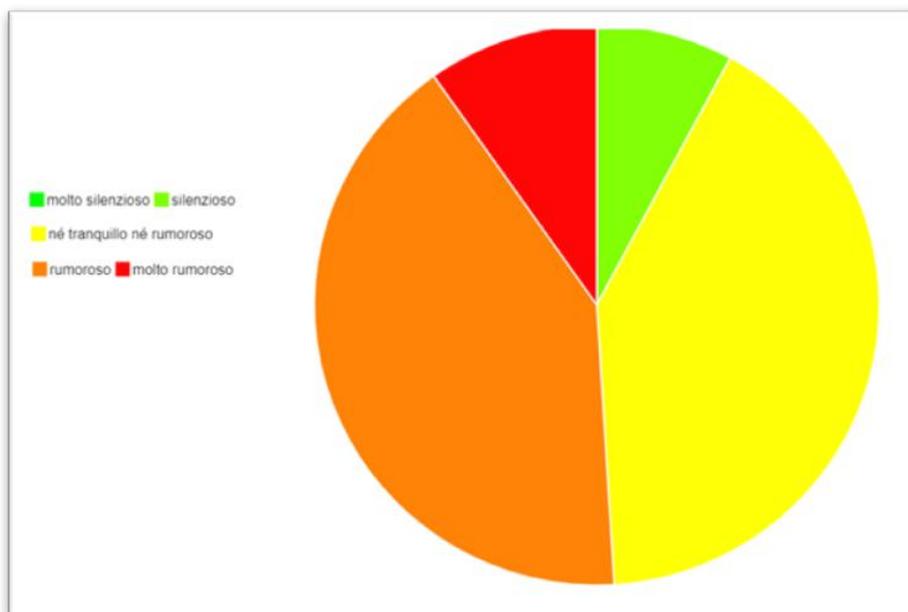


Figure 23 - Niveau de bruit dans la zone de San Concordio

avec une nette prédominance des sources de bruit provenant des trafics routiers et ferroviaires

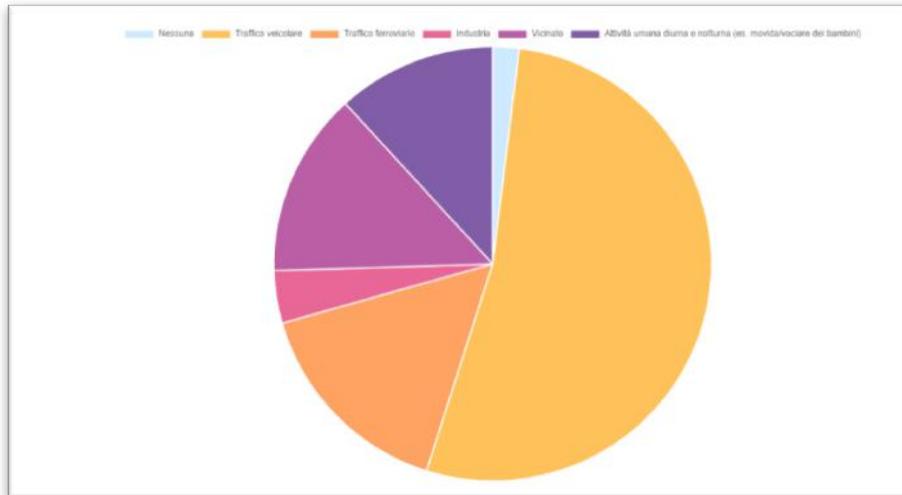


Figure 24 Sources de bruit dans la zone de San Concordio

confirmé également au niveau terminologique pour l'aspect perceptif:



Figure 25 - Mots dans la zone de San Concordio

Les différentes zones ont été définies à partir des choix des personnes sondées ayant indiqué leur secteur d'intérêt. C'est pourquoi certaines rues ont été mises en évidence comme présentant un intérêt particulier pour la population. Par exemple, de nombreuses personnes interrogées ont fait référence à la rue le Cavour, qui a été jugée bruyante et très bruyante pour 55% des personnes interrogées, avec une prédominance du trafic ferroviaire (82,5%).

Une autre zone d'intérêt pour le projet est Marlia, perçue comme bruyante par environ 57% des personnes interrogées qui l'ont choisie, avec une prédominance du bruit dû au trafic routier (environ 72%).

En ce qui concerne la zone de Livourne, la cartographie acoustique met en évidence des couleurs plus intenses dans la partie nord de la ville, à partir de la ligne mer-montagne qui va du Port Mediceo à la gare centrale.



Figure 26 - Carte acoustico-linguistique de Livourne

Pour exemple, la Via Grande, indiquée par de nombreuses personnes sondées comme une rue d'intérêt, est perçue comme bruyante à très bruyante par environ 86% des sondés qui l'ont choisie, avec une nette prépondérance pour le bruit lié à la circulation des véhicules (environ 90%).

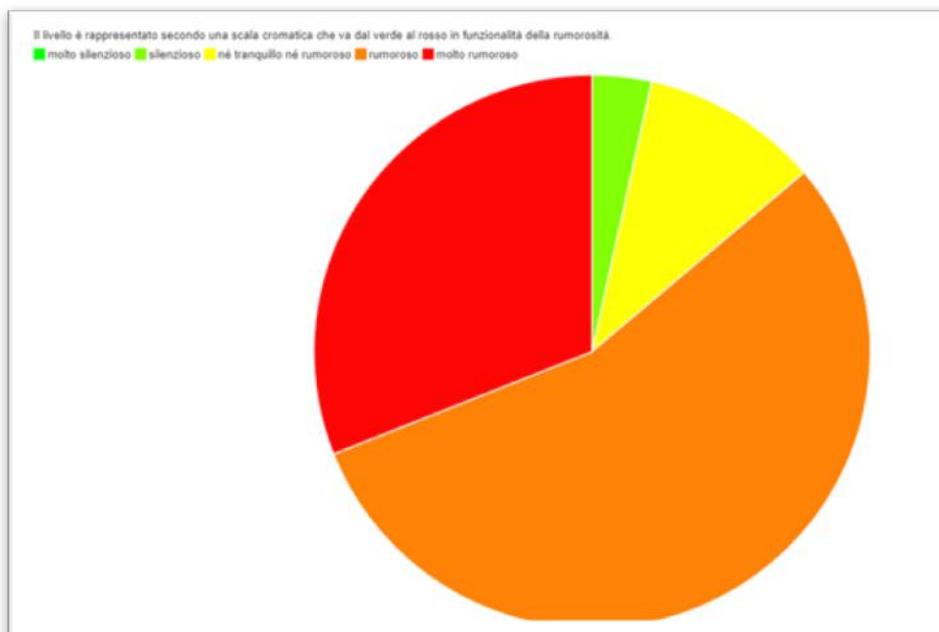


Figure 27 - Niveau de bruit de la Via Grande



Figure 28- Mots associés à Via Grande

Dans la partie nord de la ville, le niveau de bruit est élevé (entre "bruyant" et "très bruyant") dans 73% des cas, avec une nette prédominance des sources de bruit dues au trafic routier (environ 64%) et au trafic portuaire (environ 8%), qui dans le contexte urbain de Livourne remplace le trafic ferroviaire.

## B1.5 Types d'interventions d'atténuation du bruit

Sur la base de ce qui est ressorti des activités de surveillance (voir B1.2.3), on considère que la stratégie d'intervention pour l'atténuation du bruit dans la région vaste Toscane peut être constituée de composantes liées respectivement aux contextes routiers et ferroviaires générateurs de nuisances sonores.

### Contextes routiers

En ce qui concerne les contextes routiers, les typologies d'interventions pour l'atténuation de l'impact acoustique nous pouvons prévoir :

a) la pose d'enrobés phoniques et à faibles émissions à proximité de récepteurs sensibles (par exemple, écoles, établissements de santé, etc.). Avec certains types de pavés poro-élastiques (PERS), il est possible de réduire le bruit jusqu'à 10 dB(A), du moins en théorie. En revanche, avec les revêtements de sol acoustiques traditionnels, on obtient au mieux un résultat de l'ordre de 4-5 dB(A).

b) Utilisation de dispositifs ITS (par exemple Panneaux à Messages Variables) pour activer des réductions progressives des limites de vitesse autorisées pour les véhicules en transit en fonction des niveaux de bruit détectés par les capteurs acoustiques.

c) Interventions combinées des solutions a) et b).

## Contextes ferroviaires

Dans ce cas également, la stratégie d'intervention pour l'atténuation des impacts acoustiques agit sur la source sonore représentée par l'infrastructure et en particulier par la voie ferrée ; le choix tient compte de la nécessité de réduire, aux points critiques du réseau, les impacts de l'ensemble du trafic ferroviaire existant et pas seulement de celui déterminé par les augmentations résultant du transfert du trafic routier entre le port de Livourne et la plateforme logistique de la région vaste Toscane.

Les solutions hypothétiques, dans ce cas, concernent:

- a) Pose de tapis isolants sous les traverses des rails; le matériau résilient (rail encastré) dans lequel le rail est immergé réduit le bruit de roulement de 1 à 3 dB(A);
- b) Adoption d'amortisseurs de rails ; appliqués en combinaison avec des roues silencieuses, ils peuvent atteindre des niveaux de réduction du bruit de roulement de 5 à 7 dB(A);
- c) Interventions combinées des solutions c) et d);

Les emplacements susceptibles d'être choisis à Lucca et à Pise pourraient être les zones situées autour des points où les mesures acoustiques ont été effectuées près de la ligne ferroviaire.

## B.2 Sardaigne: Porto Torres-Sassari

### B 2.1 Caractéristiques du contexte

Comme déjà présenté dans la Partie Générale de ce Plan Stratégique (voir chap. A2), pour ce cas pilote, les problématiques ciblées par le projet TRIPLO se sont intéressées aux nuisances acoustiques générées par le trafic routier sur les axes de communication structurants reliant les terminaux maritimes de la Sardaigne Centre Nord (Porto Torres, Olbia/Golfo Aranci) et l'hinterland insulaire.

Sur ces axes structurants, des études acoustiques basées sur l'utilisation de capteurs smart ITS pour mesurer les niveaux de bruit (voir Fig. 4) associés à l'administration de questionnaires psychoacoustiques / linguistiques à la population exposée ont été réalisées.

En particulier, les résultats des questionnaires mettent en évidence une situation généralement non critique en ce qui concerne les aspects perceptifs, en adéquation avec les faibles niveaux d'émissions sonores enregistrés par les capteurs, comme le montrent les figures suivantes.



Figura 29 - Carte acoustico-linguistique de la zone pilote de la Sardaigne

Ici aussi, cependant, certaines rues présentent un véritable intérêt pour les citoyens, comme par exemple, Via Sassari (~54% bruyant et très bruyant), Viale delle Vigne (~60% bruyant et très bruyant) et Corso Vittorio Emanuele II (~44% bruyant) à Porto Torres et Via Roma (~83% bruyant) et Corso Giovanni Pascoli (~100% bruyant) à Sassari.

Dans toutes ces rues la source de bruit identifiée comme majoritaire est le trafic routier.

Tout cela est également mis en évidence par les mots choisis, comme on peut le voir dans l'exemple ci-dessous de Viale delle Vigne.



*Figura 30 - Mots associés à Viale delle Vigne*

## **B2.2 Stratégies d'intervention pour l'atténuation de l'impact du bruit**

Les caractéristiques du contexte local et les résultats des études présentées au paragraphe précédent B2.1, tendent dans ce cas-pilote à orienter les stratégies d'intervention de réduction des nuisances sonores vers le contrôle des conditions d'écoulement des flux de véhicules sur les axes de liaison des systèmes port-hinterland.

Le choix résulte de la prise en compte de la configuration des réseaux routiers existants qui, dans l'ensemble, ne permet pas la définition d'itinéraires alternatifs de délestage des axes principaux lorsque ceux-ci sont affectés par des niveaux d'émissions sonores supérieurs aux seuils.

Dans ce sens, il convient de noter que, même si les résultats des analyses linguistiques/acoustiques susmentionnées ne mettent pas en évidence des situations critiques dans les circonstances actuelles, cette image pourrait changer à l'avenir en fonction des développements territoriaux, et engendrer ainsi une sensibilité subjective différente de la part de la population exposée.

Dans le P.O.T. - Plan Opérationnel Triennal 2021-2023, récemment approuvé par l'Autorité de Système Portuaire de la Mer de Sardaigne (organisme de compétence primaire, auquel il est confié, aux sens de D. Lgs. 169/2016, un rôle stratégique de planification, de programmation et de coordination des ports de compétence) est réaffirmée la polyvalence stratégique du port de Porto de Torres, pour l'histoire, la position géographique, les infrastructures et les volumes de transport de passagers et de marchandises, qui ne cessent de croître.

Toutefois, il apparaît que l'absence d'un nouveau Plan d'aménagement ne permet pas, pour le moment, de programmer de nouveaux grands travaux. En tout cas, dans l'attente de la définition des plans d'aménagement et de leur approbation, conformément aux objectifs du Plan National Stratégique de l'Aménagement Portuaire et de la Logistique et sur la base des perspectives de développement, une série d'actions est en cours pour répondre aux principaux besoins en matière d'infrastructures et de services.

Dans ce document il est spécifié que "ces participations concernent, en premier lieu, les grands travaux d'entretien, de réhabilitation, de modernisation et de mise en sécurité des infrastructures existantes, mais aussi les investissements destinés au développement et à l'évolution de ces ports avec des participations d'excavation, de réalisation de nouveaux travaux et d'entretiens extraordinaires sur les infrastructures existantes, de façon à pouvoir offrir des infrastructures plus fonctionnelles et sûres au-delà d'une plus grande qualité des services et à être compétitifs dans le panorama portuaire au niveau national et international".

Dans ce sens, nous croyons que, grâce aux enquêtes effectuées et aux résultats obtenus avec les projets européens, parmi lesquels TRIPLo, puissent être fournis aux Administrations et Autorités compétentes des éléments utiles d'impulsion et d'orientation pour répondre aux nouvelles exigences et besoins de la population, dans l'optique d'une plus grande durabilité environnementale.

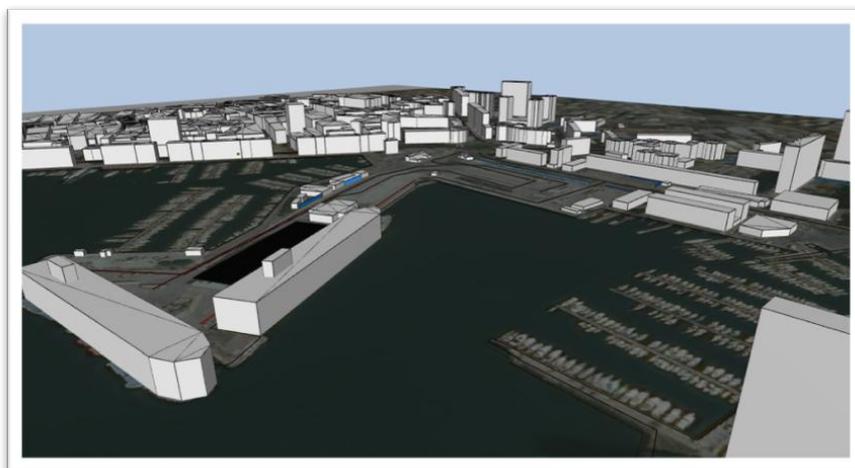
En particulier, compte tenu du rôle joué par le partenaire Confindustria Centro-Nord Sardaigne, on estime que les indications contenues dans le présent Plan Stratégique Conjoint peuvent être utilisées davantage pour partager avec les autorités régionales et locales compétentes les résultats de l'expérimentation en vue de contribuer à la mise à jour périodique des outils de planification stratégique (directive 49/2002 CE) que dans le cadre d'activités de programmation et d'orientation, pour lesquelles le partenaire n'a pas de compétence directe.

A titre d'exemple et de proposition, sur les axes routiers structurants, l'adaptation des limitations de vitesse en fonction des niveaux de bruit relevés peut être réalisée en associant au système des capteurs low-cost mis en place par le projet, des dispositifs ITS d'info-mobilité indiquant aux usagers des limitations de vitesse (autorisées ou recommandées) permettant de respecter les seuils d'émissions sonores réglementaires.

### **B.3 Département du VAR (Port de Toulon)**

Dans le cadre des objectifs généraux de TRIPLo, les stratégies d'intervention définies pour le cas pilote du Port de Toulon s'inscrivent dans un contexte plus large visant une réduction significative de la pollution sonore dans le terminal passagers de Toulon Côte d'Azur (TCA), situé au cœur de la ville et à proximité immédiate de zones densément peuplées.

Actuellement, trois quais du port de TCA sont utilisés quotidiennement de manière continue: Quai De la Corse, Quai Minerve, Quai Fournel.



*Figure 31- Modèle tridimensionnel du port de Toulon*

Chaque quai peut accueillir un grand ferry, d'une longueur maximale de 200 m environ. En été, ils sont stationnés pour de courtes périodes. Généralement, l'arrivée des navires, le débarquement des véhicules, le nouvel embarquement des véhicules et leur départ, se déroulent dans un délai d'environ 2 heures. En pleine saison estivale, ce fonctionnement se répète deux à trois par jour sur chaque quai.

Au contraire, durant pendant la période hivernale, les navires arrivent le matin et repartent le soir après avoir stationné à quai environ 14 heures.

Lorsque les navires restent à quai pour une période inférieure à 2 heures, ils gardent leurs moteurs de propulsion actifs, car ces moteurs. Lorsqu'un séjour prolongé est prévu, après environ 45 minutes, les moteurs sont arrêtés et les générateurs électriques alimentés au diesel sont mis en marche afin de produire l'électricité nécessaire au fonctionnement du navire pendant son escale. Les moteurs sont remis en marche une heure avant le départ. Le bruit des générateurs électriques, plus ou moins similaire à celui des moteurs, génère un impact acoustique considérable sur la population vivant à proximité du port. Ce bruit a de fortes composantes spectrales à basse fréquence et aussi des composantes infrasonores qui peuvent se propager sur de longues distances, produisant une sensation de vibration dans les appartements les plus proches.

Compte tenu de ces problèmes, l'arrêt des groupes électrogènes auxiliaires des navires pendant la durée des escales permettrait de réduire efficacement les émissions de polluants atmosphériques et acoustiques, avec de grands avantages notamment pour la ville, dont le tissu urbain est proche du port.

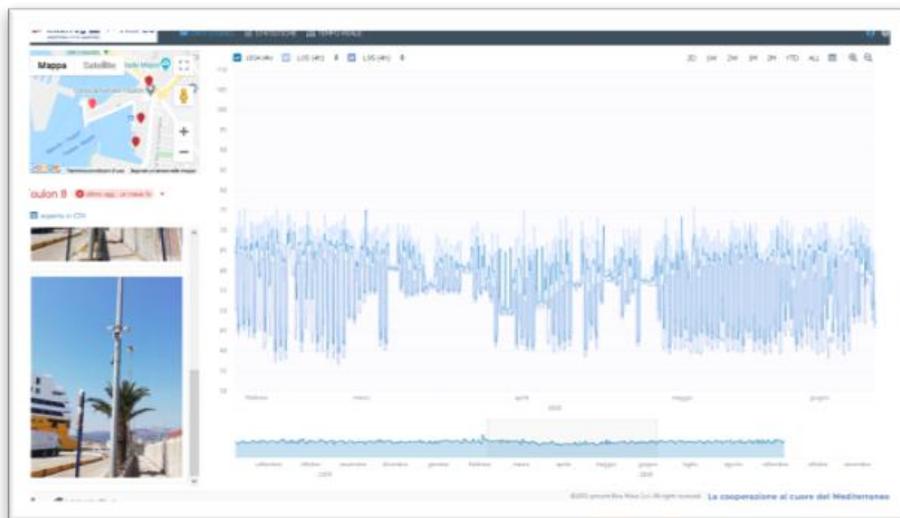
Dans cette optique, sur la base de la directive européenne "relative à la mise en œuvre d'infrastructures de carburants alternatifs" - DAFI 2014/94/UE - qui prévoit l'installation, d'ici 2025, d'une alimentation électrique le long des côtes des États membres "en priorité dans les ports du réseau central du RTE-T", le port de Toulon prévoit d'équiper ses quais d'un système de connexion électrique des navires à quai (CENAQ) capable d'alimenter les ferries lors de leurs escales dans les ports d'une durée de plus de 2heures et demi.

Ce système de raccordement électrique au quai pourrait, dans le même objectif, être étendu à certains navires de croisière faisant escale au terminal TCA dans la mesure où leurs besoins électriques sont inférieurs à 10MW.

Une synthèse de la stratégie globale d'intervention sur le port de TCA peut être représentée à travers les étapes suivantes du processus:

- A)** Modélisation tridimensionnelle de l'infrastructure portuaire;
- B)** Modélisation des émissions sonores du périmètre portuaire (navires, véhicules en embarquement / débarquement, opérations logistiques);
- C)** Calibrage des modèles au moyen de mesures acoustiques sur place et de l'utilisation des réseaux de surveillance intelligents installés dans le périmètre du port;
- D)** Définition des interventions d'atténuation des émissions sonores localisée;
- E)** Restitution des modélisations cartographiques de la pollution sonore générée par les activités portuaires dans différents états (actuel et projet).

Dans le cadre d'une programmation d'investissements, les actions proposées par TRIPLO jouent un rôle complémentaire, utile pour améliorer l'efficacité des phases du processus, en particulier pour le calibrage des modèles d'émissions sonores de l'étape C, ainsi que pour soutenir les mesures d'interventions ultérieures visant à réduire les émissions sonores.



*Figure 32 - Spectrogramme du capteur à faible coût - Port Toulon*

En ce qui concerne les enquêtes psychoacoustiques, les études approfondies de TRIPLO se sont basées sur le traitement des réponses obtenues aux 300 questionnaires distribués dans les zones portuaires et rétro-portuaires. Les cartes acoustiques élaborées montrent une coloration plus intense dans les zones portuaires au sens strict, avec une atténuation dans les zones arrière-portuaires, plus marquée dans le cas de La Seyne-Sur-Mer.

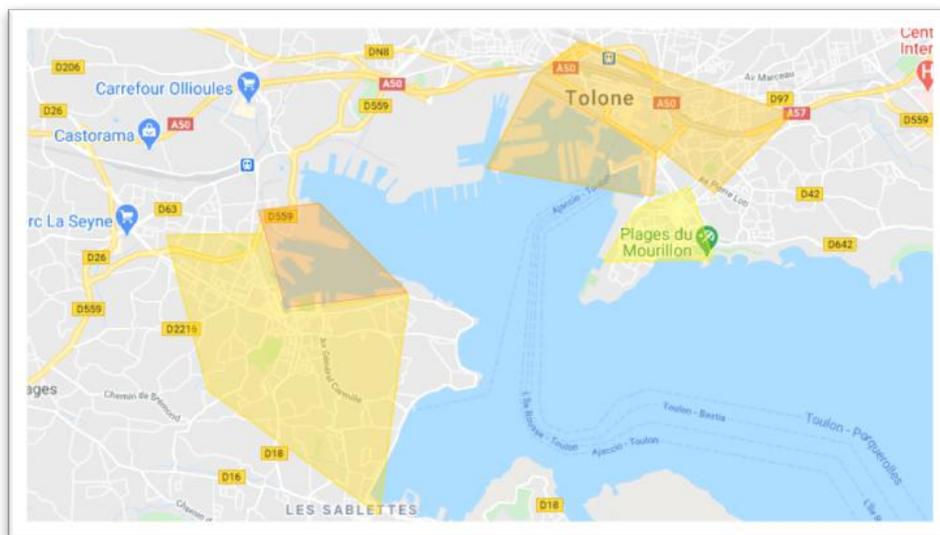


Figure 33 - Carte acoustique/linguistique de la rade de Toulon

Pour l'aire de Toulon, le niveau de bruit a été classé entre "bruyant" et "très bruyant" dans plus de la moitié des cas:

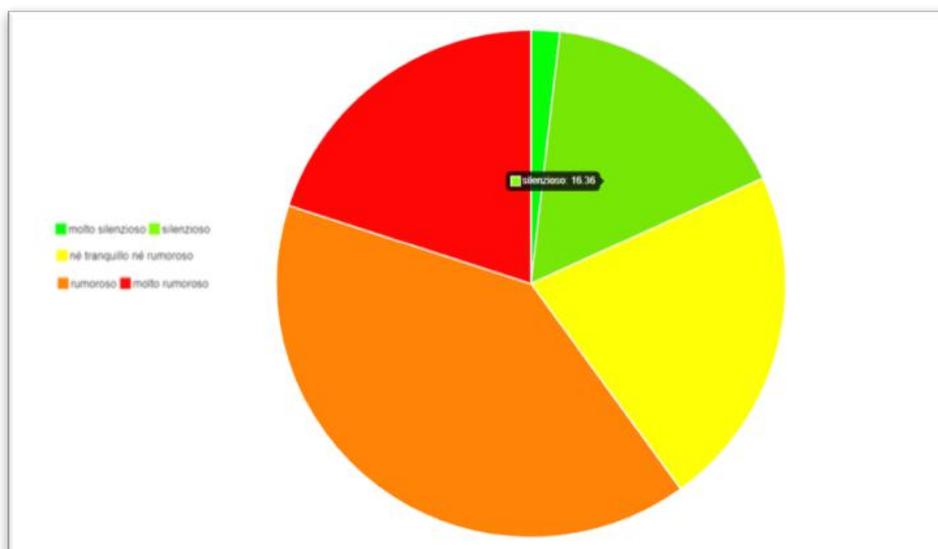
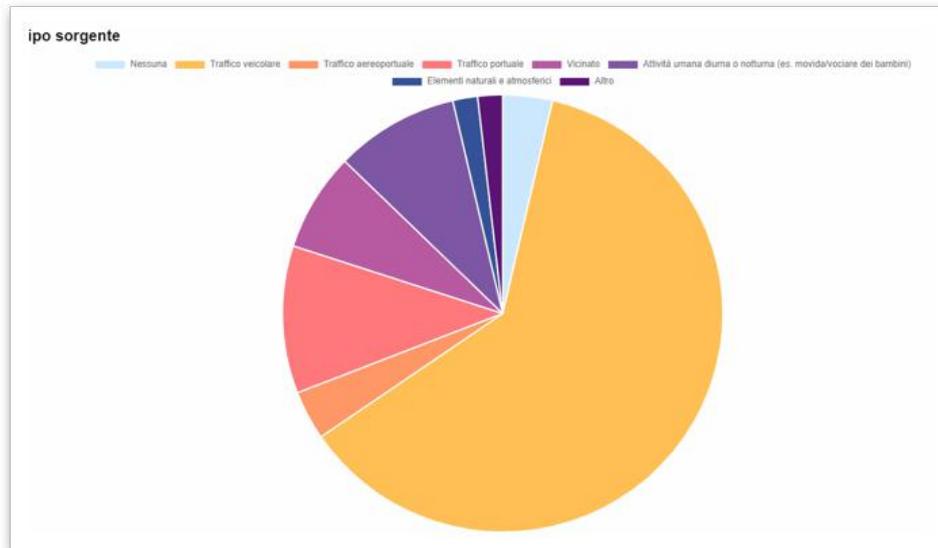


Figure 34 - Niveau de bruit (Port de Toulon)

avec une nette prédominance des sources de bruit attribuables au trafic portuaire et routier, ce dernier étant accentué par la présence d'importants corridors de transport urbain à proximité du front de mer.



*Figure 35 - Types de sources de bruit*

Contrairement aux sites d'expérimentation toscans et sardes, où le thème était le contrôle des flux de véhicules, dans le périmètre du terminal de TCA les caractéristiques de l'environnement du site et les résultats des études psychoacoustiques/linguistiques tendent à compléter les stratégies d'intervention précédentes par des dispositions de contrôle des conditions de stationnement des véhicules en attente d'embarquement dans le port. Ce système de contrôle peut évoluer à l'avenir vers des systèmes STI articulés visant à promouvoir, sous une forme prescriptive ou seulement indicative, des comportements plus corrects vers lesquels les utilisateurs des zones portuaires (passagers, armateurs, transporteurs, manutentionnaires, etc.