

Projet REPORT « Rumore e Porti »

T1.1 Analyse de l'état de l'art de la pollution sonore dans les ports

Activités T1.1.1 "Rapport d'analyse de l'état de la technique"

Introduction

Le bruit des ports et son impact sur les personnes constituent un problème complexe tant du point de vue technique (identification et caractérisation des sources, modélisation de la propagation du son, définition de systèmes de surveillance appropriés, solutions techniques pour les procédures de réhabilitation), que sur celui de la réglementation aux niveaux local, national et européen.

L'activité T1 du projet REPORT, présente l'état général des travaux et recherches sur le plan technique / réglementaire concernant le bruit des ports, sa gestion en Italie et en France afin de soutenir les autres activités envisagées dans le projet.

Les solutions techniques pour la caractérisation et la réduction du bruit développées dans les principaux projets innovants seront présentées ci-dessous, suivies de la réglementation nationale et régionale concernant la gestion de ce type de bruit.

L'analyse qui sera faite dans des sections spécifiques portera notamment sur les aspects suivants :

- Outils de gestion
- Méthodologies, outils, expériences et technologies significatives pour la réduction du bruit, outils de réduction et de surveillance
- Lois et normes (en vigueur aux niveaux local, national et international)

- Expériences et compétences significatives (bonnes pratiques), divisées en :
 - innovation
 - Impact
 - Développement durable
 - Capacité de transfert
 - Reproductibilité dans d'autres villes

I. Instruments de gestion

NoMEPorts - Guide de bonnes pratiques en matière de cartographie et de gestion du bruit dans les zones portuaires.

Développé par les partenaires du projet NoMEPorts (Gestion du bruit dans les ports européens), le Guide de bonnes pratiques en matière de cartographie et de gestion du bruit dans les zones portuaires fournit non seulement des lignes directrices et des exemples de bonnes pratiques en matière de gestion du bruit dans les ports, mais également dans d'autres domaines industriels.

Le guide a été préparé à l'intention des gestionnaires de ports de haut niveau, des responsables de l'environnement des ports, des décideurs, des autorités responsables de la protection de l'environnement, des planificateurs territoriaux et des décideurs stratégiques.

Les six étapes impliquées prennent en compte la situation géographique, les développements futurs, l'inventaire des sources de bruit, la modélisation du bruit, la cartographie du bruit et la planification des actions. Celles-ci mènent au passage final de la gestion du bruit en cours.

L'approche adoptée dans l'élaboration du Guide sur la cartographie et la gestion du bruit des ports est essentiellement pragmatique car, bien que basée sur la recherche scientifique et le développement, elle reflète les réalités pratiques du traitement du bruit des ports.

Guide vert ESPO ; vers l'excellence dans la gestion et la durabilité environnementale du port (EAU, AIR, BRUIT)

Tout en respectant les différences entre les ports, le Guide définit une vision commune du secteur portuaire sur la durabilité environnementale, promeut les efforts des autorités portuaires européennes dans le domaine de la gestion de l'environnement, témoigne des progrès réalisés par le secteur au fil du temps, fournit des orientations aux ports pour établir et développer davantage leurs

programmes de gestion de l'environnement. En outre, il doit mettre en évidence les principaux défis environnementaux auxquels sont confrontés les ports et démontrer les options de réponse, développer une approche commune pour une action responsable, tout en respectant la diversité des ports, leurs compétences et leurs capacités.

Globalement, le Guide vert de l'ESPO encourage une approche ascendante, dans laquelle les autorités portuaires assument de manière proactive leurs responsabilités et répondent aux attentes de la communauté. Encourage les ports à être responsables de leurs propres initiatives, à évaluer leurs performances et à fournir des preuves scientifiques des résultats obtenus.

ESPO - European Sea Port Organisation (Organisation européenne des ports maritime)

En 1974, la Commission européenne a créé un groupe de travail sur les ports, composé des représentants des autorités portuaires des principaux ports européens. Au début de 1993, l'Organisation des ports maritimes européens est née de ce groupe de travail en tant que groupe de pression indépendant défendant les intérêts des ports maritimes. Au cours de ses premières années d'existence, l'organisation s'est établie à Bruxelles, se concentrant sur diverses questions politiques et techniques. La publication du premier code de conduite en matière d'environnement en 1994 et la création d'EcoPorts quelques années plus tard ont été des initiatives importantes.

Le débat sur le paquet portuaire de la Commission européenne, publié en 2001, a marqué une sorte de "majorité" pour l'ESPO. Il a permis aux membres de réfléchir et de prendre davantage conscience de leur rôle en tant qu'autorités portuaires et a renforcé la cohésion interne de l'organisation.

En 2009, l'ESPO a créé un bureau commun avec (EFIP), la fédération européenne des ports de navigation intérieure. La mission de l'ESPO est d'influencer les politiques publiques de l'UE afin de créer un secteur portuaire européen sûr, efficace et durable du point de vue de l'environnement, en tant qu'élément clé d'un secteur des transports où règnent les conditions du marché libre et non déformé.

Les principaux objectifs de l'ESPO sont de veiller à ce que l'importance économique des ports européens soit reconnue dans l'UE et ses États membres et à ce que le secteur soit consulté de manière substantielle sur toute mesure pouvant l'affecter, afin de promouvoir la libre concurrence et équitable dans le secteur portuaire. Ceci afin de garantir que les ports européens jouent pleinement leur rôle pour apporter

une efficacité économique, promouvoir les normes de sécurité les plus élevées dans les ports européens et encourager les ports à se montrer proactifs en matière de protection de l'environnement.

SMAP program - Short and Medium Term Priority Environmental Action Plan

L'Observatoire de l'environnement et du développement de Tripoli (TEDO) a été créé en 2000 par la Fédération des municipalités d'Al-Fayhaa (Tripoli, El-Mina et Beddawi) et a reçu des subventions du programme de plans d'action prioritaires pour l'environnement à court et moyen terme de l'UE (SMAP).

Les objectifs de son laboratoire de pollution atmosphérique sont :

- identifier les polluants atmosphériques,
- préparer l'inventaire des sources de pollution atmosphérique,
- mesurer les émissions,
- sensibiliser le public
- améliorer la qualité de l'air urbain.

Aujourd'hui, bien après la fin du financement initial, l'observatoire a été officiellement intégré à la structure municipale de la Fédération (décision 18 COM du 12/29/2004)¹.

Regional Innovation Pole of Western Greece

Le département de génie civil de l'université de Patras a élaboré un projet de système de gestion de l'environnement dans le port de Patras dans le cadre du projet "Pôle d'innovation régional de la Grèce occidentale (2006-2008)". Financé par le Secrétariat général à la recherche et à la technologie. Les objectifs étaient :

- Identification et quantification des activités portuaires de Patras pouvant affecter la qualité de l'environnement :
 - Passager : mouvement des voitures ;
 - Gestion du chargement ;
 - Fourniture de navires-véhicules ;
 - Émissions atmosphériques des véhicules de navire ;
 - Maintenance de matériel-véhicules
 - Gestion du stockage de produits chimiques
 - Réparation et maintenance du bateau
 - Peinture et peinture
 - Accès public et loisirs.

¹ Source : Etat et tendances de l'environnement libanais | 2010, Ecodit

- Présentation des étapes vers un système de gestion de l'environnement (SME) pour minimiser son impact
 - Base de données des activités portuaires ;
 - Amélioration de la manutention des marchandises, des émissions des navires et du rejet des eaux usées
 - Surveillance de la qualité de l'eau de mer et de l'air

II. Méthodologies, outils, expériences et technologies significatifs pour la réduction, la réduction et la surveillance de la pollution

NoMEPorts (Port Area Noise Mapping and Management) - Guide de bonnes pratiques en matière de cartographie et de gestion du bruit dans les zones portuaires. Annexe technique.

L'annexe technique du Guide pratique sur la cartographie et la gestion du bruit dans la zone portuaire fournit aux experts en audit et aux responsables de l'environnement du port un guide pratique pour la création et l'interprétation de cartes acoustiques dans les zones portuaires.

Le "Guide de bonnes pratiques sur la cartographie et la gestion du bruit dans les zones portuaires" a été rédigé à l'intention des gestionnaires de ports (environnement), des décideurs, des autorités responsables de l'environnement, des planificateurs de l'espace et des décideurs stratégiques. En tant que tel, il peut être considéré comme un document générique axé sur des principes généraux. L'annexe technique fournit des détails techniques supplémentaires et se concentre sur l'utilisation de logiciels, la collecte d'informations et l'interprétation des résultats de calcul. Il est complémentaire au Guide de bonnes pratiques, mais il peut également être considéré comme un manuel indépendant.

Les études NoMEPorts ont été réalisées avec le logiciel Predictor (Brüel & Kjær), mais les principes et les méthodologies présentées dans ce rapport peuvent être appliqués via l'utilisation d'autres logiciels de calcul du bruit.

En termes de contenu, l'annexe fournit des conseils techniques concernant notamment la définition des limites (géographiques et acoustiques) des études de bruit dans les zones portuaires, les moyens de valider les données collectées, les modèles de bruit produits et les différentes options pour la présentation et l'interprétation des cartes acoustiques.

ESPO - EcoPorts – Self Diagnosis Method (SDM) (ENVIRONNEMENT) - méthode d'autodiagnostic

La méthode d'autodiagnostic (MDS) est une méthodologie bien établie et largement adoptée, efficace en termes de temps et de coûts, permettant d'identifier le risque environnemental et de définir des priorités d'action et de conformité. Le SDM est une liste de contrôle concise sur laquelle les gestionnaires de port peuvent auto-évaluer le programme de gestion environnementale du port en fonction des performances de l'industrie et des normes internationales. La liste de contrôle SDM concerne les domaines de la politique environnementale (en mettant l'accent sur les activités, les aspects et les objectifs), du personnel d'organisation et de gestion, de la formation en environnement, de la communication, de la gestion opérationnelle, de la planification des mesures d'urgence, de la surveillance, de l'audit et du contrôle. Les réponses des gestionnaires de ports sont mises dans une base de données et contribuent ainsi à la consolidation du référentiel de performance du secteur portuaire.

ESPO – EcoPorts - Port Environmental Review System (PERS)

Au cours des 10 dernières années et grâce au soutien et à la reconnaissance continus d'ESPO, le système d'audit environnemental du port (PERS) a fermement établi sa réputation en tant que norme unique de gestion de l'environnement propre au secteur portuaire. PERS découle du travail effectué par les ports eux-mêmes et est spécialement conçue pour aider les autorités portuaires avec l'organisation fonctionnelle nécessaire pour atteindre les objectifs du développement durable. Il existe de nombreux conseils sur des sujets environnementaux généraux, mais la nature hautement spécialisée des défis environnementaux auxquels sont confrontées les autorités portuaires dans la zone portuaire signifie qu'une approche "sur mesure" est absolument essentielle. Tout en intégrant les principales exigences génériques des normes de gestion environnementale reconnues (ISO 14001, par exemple), PERS convient pour assurer une gestion environnementale efficace du port et sa mise en œuvre peut être certifiée indépendamment du Lloyd's Register. En outre, le système est effectivement basé sur les recommandations de la politique de l'ESPO et offre des objectifs clairs aux ports sur lesquels se concentrer.

Guide vert ESPO ; vers l'excellence dans la gestion et la durabilité environnementale du port - Annexe 1 (EAU, AIR, BRUIT)

Le "Guide vert de l'ESPO, Vers l'excellence dans la gestion et la durabilité environnementale du port" introduit un cadre commun permettant aux autorités portuaires de relever leurs défis environnementaux dans le cadre des 5E (Exemplify, Enable, Encourage, Engage and Enforce) : illustrer, activer, encourager, mobiliser et appliquer. Comme indiqué dans le guide, les autorités portuaires européennes cherchent à améliorer continuellement leurs performances environnementales par le biais d'actions ciblées sur :

- Illustrer : donnez le bon exemple à la communauté portuaire au sens large en faisant preuve d'excellence dans la gestion de la performance environnementale de ses opérations, de son équipement et de ses actifs.
- Activer : Fournir des conditions opérationnelles et infrastructurelles dans la zone portuaire pour faciliter les utilisateurs du port et améliorer les performances environnementales dans la zone portuaire.
- Encourager : fournir des incitations aux utilisateurs du port qui encouragent un changement de comportement et les incitent à améliorer continuellement leurs performances environnementales.
- Impliquer les utilisateurs du port et / ou les autorités compétentes dans le partage des connaissances, des ressources et des compétences dans le cadre de projets communs visant à améliorer l'environnement dans la zone portuaire et la chaîne d'approvisionnement
- Appliquer : utiliser des mécanismes qui renforcent le comportement environnemental des utilisateurs du port et assurer la conformité

Ce cadre est appliqué à cinq problèmes environnementaux sélectionnés qui sont abordés dans le Guide, à savoir la qualité de l'air, la conservation de l'énergie et le changement climatique, la gestion du bruit, la gestion des déchets et la gestion de l'eau. Dans le texte principal du guide, cela est fait de manière générique en mentionnant les options de réponse potentielles sous le 5E. Cette annexe en ligne d'exemples de bonnes pratiques soutient et complète le Guide vert de l'ESPO en fournissant des preuves du bon travail accompli par les autorités portuaires européennes.

Guide vert ESPO ; vers l'excellence dans la gestion et la durabilité environnementale du port - Annexe 2 (EAU, AIR, BRUIT)

L'annexe 2 du "Guide vert de l'ESPO, Vers l'excellence dans la gestion et la durabilité environnementale du port" fournit un résumé de la législation environnementale européenne qui influence la gestion des ports européens.

L'annexe a été élaborée par la Commission portuaire flamande (FPC) en coopération avec le Dutch National Harbour Board (NHB) dans le cadre d'un exercice plus vaste résumant la législation qui concerne les ports en général et pas seulement dans le domaine de l'environnement. La pièce jointe est censée être dynamique et, en tant que telle, faire l'objet d'un examen périodique afin de refléter les modifications apportées au cadre juridique appliqué.

Projet HADA - Outil automatique de diagnostic environnemental

Dans les ports espagnols, le bruit est l'une des priorités environnementales des activités portuaires. Par conséquent, il était nécessaire de travailler au développement et à la mise en œuvre d'outils environnementaux innovants, en collaboration avec les autorités portuaires de différentes communautés, afin de faciliter le contrôle environnemental de leurs activités. C'est avec cet objectif que le projet HADA a été développé de 2002 à 2005 dans le cadre du programme LIFE de la Commission européenne et du système portuaire espagnol.

Le projet HADA est un outil conçu pour mettre en place une méthodologie de contrôle des niveaux de bruit dans les ports maritimes espagnols. Il comprend également la mesure de la qualité de l'air et la conception d'un système d'aide à la décision en matière de pollution atmosphérique.

La gestion du bruit de HADA a impliqué la conception du réseau de surveillance acoustique du port de Bilbao (Pays basque - Espagne) en tant que port d'essai, ainsi que l'analyse de son application à d'autres environnements portuaires. Cela impliquait également la définition d'une méthodologie permettant d'évaluer les niveaux de bruit produits par les activités portuaires, avec l'application relative au port de Bilbao, la cartographie et l'analyse du bruit, ainsi que des recommandations pour l'amélioration.

Short and Medium Term Priority Environmental Action Plan

La pollution sonore est clairement présente non seulement dans la région portuaire, mais dans toute la ville de Tripoli: malgré son grave danger pour la santé humaine

et les écosystèmes, aucune méthodologie ou technologie n'a été mise en place par la municipalité ou par des structures urbaines afin de préserver l'environnement, réduire ou surveiller les nuisances sonores en ville, ce qui est dû en grande partie à une méconnaissance de la gravité de ce type de pollution.

Marjaneh M. Fooladi, de la faculté des sciences infirmières de l'Université américaine de Beyrouth, a réalisé une étude le 11 août 2011 pour évaluer les effets de l'exposition au bruit persistant et involontaire sur la santé et l'audition chez les Libanais adultes à Beyrouth au Liban, où les gens sont exposés au bruit provenant des chantiers de construction, des groupes électrogènes, des klaxons et des motos. Les études se réfèrent aux directives de l'OMS sur le bruit dans la communauté (1999) ainsi qu'aux niveaux environnementaux libanais.

ECOPORT 8 – Environmental Management of Trans-border Corridor Ports (Gestion environnementale des corridors transfrontaliers) - Analyse SWOT

ECOPORT 8 impliquait 7 ports situés dans le corridor transnational 8 (port de Bari-Italie, port de Durres-Albanie, port de Bourgas-Bulgarie) et les ports voisins de la zone EEE (port de Bar-Montenegro, port de Constanta), Roumanie, port d'Igumenitsa et de Patras-Grèce, qui élaborent une politique commune de protection de l'environnement reposant sur des règles et des méthodologies communes.

L'un des principaux objectifs d'ECOPORT 8 consistait à appliquer l'analyse des forces, des faiblesses, des opportunités et des menaces (FFOM-Forces, faiblesses, opportunités et menaces) à l'élaboration d'une stratégie concernant les mesures et pratiques de protection de corridor 8. L'analyse SWOT est utilisée comme un outil de gestion et une bonne base pour la formulation d'un programme d'amélioration stratégique du succès de la performance environnementale dans toutes les zones portuaires, afin de définir des directives permettant une approche environnementale stratégique.

L'analyse SWOT est fondamentale dans la technologie de planification stratégique. Sur cette base, les résultats obtenus à partir de l'analyse des facteurs internes et externes peuvent être hiérarchisés et structurés, ce qui permet de poursuivre l'élaboration d'objectifs stratégiques généraux.

L'analyse SWOT vise à identifier les facteurs, tendances et événements à l'intérieur et à l'extérieur de l'environnement portuaire, qui sont essentiels pour atteindre les objectifs de protection de l'environnement dans leur fonction et leur développement. Cette analyse devrait être effectuée au cours des phases de gestion

opérationnelle et stratégique de la mise en œuvre et du financement d'un système efficace de protection et de gestion de l'environnement dans les ports.

Les points forts et les opportunités reflètent la capacité de chaque port à être rentable et à fournir des services fiables sans polluer des composants particuliers de l'environnement.

Les faiblesses et les menaces réduisent la capacité de mettre en œuvre les mesures prévues pour protéger les composantes environnementales ; influencer l'utilisation des ressources financières disponibles pour mettre en œuvre ces mesures et entraver le développement du tourisme et d'autres secteurs prioritaires de l'économie des pays.

ECOPORT 8 - Gestion environnementale des corridors transfrontaliers - Conduite écologique (eau, air, déchets, dragage, bruit, odeurs, efficacité énergétique, contamination des sols, soutage, manutention, conservation de la biodiversité, eau potable)

ECOPORT 8 ayant pour objectif principal de définir des actions de référence pour prévenir la pollution de l'eau (de la mer), de l'air et des sols et pour préserver toutes les ressources naturelles des zones portuaires et des zones côtières voisines, par le biais d'une coopération étroite des institutions scientifiques et des autorités portuaires locales, cette directive poursuit les objectifs suivants:

- a) Mettre en évidence le cadre législatif permettant aux ports d'Ecoport 8 de promouvoir la gestion de l'environnement en vue de l'adoption des meilleures pratiques disponibles pour résoudre les problèmes environnementaux
- b) Évaluer l'efficacité des plans de surveillance proposés pour l'évaluation de l'impact des activités des ports d'Ecoport sur l'environnement 8.
- c) Définir les principales étapes / actions et les meilleures pratiques disponibles afin de réduire l'impact environnemental et soutenir son amélioration continue de la performance environnementale dans les zones portuaires des partenaires.
- d) Évaluer le cadre de mise en œuvre du système de gestion de l'environnement dans les ports Ecoport 8.

III. Expériences et compétences significatives (bonnes pratiques)

Innovation

HARMONOISE et IMAGINE

La méthodologie de calcul appliquée dans l'étude NomePorts pour la modélisation de diverses sources de bruit a été développée en utilisant la méthodologie HARMONOISE / IMAGINE. Le projet HARMONOISE est axé sur les méthodes de prévision du bruit routier et ferroviaire, alors que le projet IMAGINE étend cette gamme avec aéronefs et sources de bruit industriel.

On considère que les sources industrielles, étant donné que le bruit émis par les navires est imputable à cette catégorie de sources. En fait, IMAGINE a normalisé les méthodes HARMONOISE et fourni des directives sur la manière de les utiliser pour la cartographie du bruit et les plans d'action contre le bruit.

Les méthodes sont développées pour prévoir les niveaux de bruit en termes de Lden et Lnight, qui sont des indicateurs de bruit harmonisés conformément à la directive 2002/49 / CE sur le bruit dans l'environnement.

HARMONOISE a proposé de distinguer clairement la production de bruit et la propagation du bruit avec le grand avantage qu'un modèle générique de propagation du bruit peut être utilisé pour toutes les sources.

SILENV - Navires orientés Des solutions innovantes pour réduire le bruit et les vibrations

Les transports sont bien connus pour être les principaux contributeurs à la pollution sonore. L'atténuation du bruit et des vibrations (bruit et vibrations, N & V) apparaît naturellement comme un objectif important de l'écologisation des transports de surface. Le projet SILENV répond à cette exigence du domaine maritime.

Les bruits aériens provenant des navires peuvent également perturber gravement les habitants des zones urbaines proches des ports. Les réglementations nationales fixent parfois des limites d'émissions entre les ports et les zones environnantes, mais ne couvrent pas les émissions et les limites dans la zone portuaire, lesquelles doivent être établies par les autorités locales. Cela semble être le cas dans de nombreux pays européens, caractérisés par un manque flagrant d'homogénéité du point de vue de la réglementation.

Ce projet proposait une approche globale pour étudier la pollution sonore et vibratoire générée par le navire et pour évaluer des solutions permettant de réduire les émissions. Le principal résultat final de SILENV est une proposition de "label acoustique vert" qui comprend les niveaux cibles recommandés pour la N & V et les directives de conception associées.

Il s'agit d'une première étape importante dans le processus de réduction des N & V. Outre le label vert, les résultats intermédiaires obtenus devraient constituer un progrès significatif au-delà de l'état de la technique. Les impacts finaux attendus sont nombreux, tels que l'amélioration de la santé et de la sécurité des travailleurs maritimes, l'amélioration du confort des usagers du transport maritime, la réduction de la pollution sonore des personnes vivant dans les ports, la réduction de la pollution sous-marin acoustique et ses effets sur l'écosystème.

Impact

NoMEPorts project

Ce projet a été financé par le programme LIFE-Environnement de la Commission européenne. Ce programme a pour objectif de contribuer au développement de techniques et de méthodes innovantes et intégrées et au développement de la politique environnementale de la Communauté. L'un des objectifs est de minimiser l'impact environnemental des activités économiques. NoMEPorts répond à l'objectif spécifique 1.1.2 : mise en œuvre d'une gestion intégrée de l'environnement urbain dans les villes, y compris la réduction effective des niveaux de bruit, en particulier des activités de transport et de construction, et la réalisation d'objectifs environnementaux spécifiques.

NoMEPorts (gestion du bruit dans les ports européens) avait pour objectif principal la réduction du bruit, des perturbations liées au bruit et des problèmes de santé des personnes vivant dans les zones industrielles portuaires grâce à la démonstration d'un système de cartographie et de gestion de l'environnement bruit. Le projet reposait sur le concept de partage des connaissances sur le bruit afin de créer des conditions de concurrence équitables entre les ports européens en ce qui concerne la mise en œuvre de la directive sur le bruit dans l'environnement. En effet, ces systèmes utilisent une nouvelle méthode de calcul du bruit de l'UE et une base de données sur le bruit développé dans les projets UE HARMONOISE et IMAGINE. NoMEPorts a démontré l'utilisation de ces systèmes spécifiquement pour les zones industrielles portuaires. La démonstration conduit à la définition du bruit

correspondant dans les zones des ports industriels dans les cartes acoustiques et à la définition de propositions de plans d'action visant à réduire le bruit acoustique. Les expériences du projet ont conduit à l'optimisation du système de gestion du bruit pour une utilisation spécifique dans les zones industrielles (port). La méthode développée sera également examinée pour une utilisation dans les zones industrielles générales et la pollution atmosphérique. Grâce à la diffusion des résultats, l'utilisation des directives uniformes élaborées dans le projet favorise la mise en place de règles uniformes pour la cartographie et la gestion du bruit dans les zones industrielles portuaires.

Développement durable

Durabilité environnementale et effets sur le changement climatique : une enquête sur la réponse et la rapidité des ports (EAU, AIR, BRUIT)

Cette étude, réalisée dans le cadre du programme Erasmus Mundus MSc en ingénierie et gestion côtières et marines (CoMEM), porte sur les changements climatiques extrêmes pouvant affecter le développement, les opérations et les infrastructures des ports. Des recherches ont notamment été menées sur les plans d'atténuation durables mis en œuvre par les autorités portuaires en ce qui concerne les émissions de gaz à effet de serre, la consommation d'énergie, la consommation de carburant, l'élévation du niveau de la mer et la protection contre les agents atmosphériques extrêmes et la couverture de glace. , dans le but d'analyser l'adaptabilité potentielle des activités portuaires aux incidences environnementales du changement climatique.

Cette étude reposait sur une enquête et des études de cas fournissant des données primaires et secondaires pour la mise au point d'une analyse comparative entre 10 ports différents. Les informations recueillies ont permis d'identifier la gamme de mesures et de politiques mises en place par les ports pour faire face aux effets du changement climatique. L'étude utilise également une analyse multicritère pour examiner le degré d'intégration et d'adaptabilité des ports aux défis du changement climatique et les externalités positives que ces adaptations peuvent apporter aux ports.

En général, 40% des ports examinés dans le cadre de ce projet ont non seulement mis en œuvre des plans de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de réduction de la consommation d'énergie et de carburant, mais ont également mené des recherches sur la vulnérabilité du port à l'élévation du niveau de la mer et aux

conditions associées conditions météorologiques extrêmes. Les résultats de l'analyse multicritères (MCA) indiquent qu'il est important que les ports commencent à prendre en compte les impacts du changement climatique et à élaborer des plans d'atténuation et d'adaptation durables pour leurs opérations portuaires afin de générer des avantages pour le port et les zones environnantes.

Projet LIFE "SIMPYC" - Intégration de l'environnement dans les ports et les villes

Le projet représente une contribution significative à l'autorégulation des ports et des villes et à leur amélioration interne. Les objectifs comprenaient la recherche de solutions à certains problèmes découlant des relations port / ville, afin d'établir un modèle plus respectueux de l'environnement et fonctionnel, ainsi que d'améliorer la coordination des activités portuaires et du Conseil.

Les avantages environnementaux découlant du projet doivent être obtenus en résolvant les trois principaux problèmes environnementaux rencontrés dans les relations entre ville et port : pollution sonore, pollution atmosphérique et impact sur l'environnement. Une bonne relation ville-ville présente des avantages à la fois pour les habitants d'une ville et pour le reste des parties concernées (hommes d'affaires appartenant aux secteurs associés, hommes d'affaires des autres secteurs, travailleurs des ports, etc.) images positives du port et de la ville elle-même.

Pour effectuer un processus de surveillance approprié, il était nécessaire de contrôler la contamination atmosphérique et acoustique. Le projet vise également à apporter des solutions au faible degré de gestion environnementale existant dans les petits ports de commerce, de pêche et / ou de loisirs situés dans de petites municipalités. La plupart de ces petits ports manquent de systèmes de gestion de l'environnement. Dans les cas où de tels systèmes existent, ils sont généralement indépendants de la gestion environnementale effectuée dans le reste de la municipalité. En ce sens, le projet vise à établir une norme pour l'installation de systèmes de gestion de l'environnement pour ces types d'installations portuaires à petite échelle.

Capacité de transfert

EcoPorts

EcoPorts est la principale initiative environnementale du secteur portuaire européen. Il a été lancé par une série de ports proactifs en 1997 et est pleinement intégré à l'Organisation européenne des ports (ESPO) depuis 2011. Le principe général d'EcoPorts est de sensibiliser à la protection de l'environnement par le biais de la coopération et du partage des connaissances entre ports et améliorer la gestion de l'environnement. L'environnement a toujours été une priorité importante pour ESPO. Il existe un lien solide entre une gestion environnementale efficace et une gestion portuaire efficace. Si les ports veulent sécuriser leur licence d'exploitation et viser le développement futur de nouveaux ports et de nouveaux investissements, cela doit être fait avec la protection de l'environnement au premier plan. ESPO occupe une position unique pour encourager les meilleures pratiques parmi ses ports membres et pour se fixer des objectifs ambitieux. L'intégration d'EcoPorts dans la structure de l'ESPO et le lancement de ce site Web font partie de ce processus.

Le secteur portuaire européen a réalisé des progrès significatifs dans le domaine de la gestion de l'environnement au cours des 15 dernières années, en grande partie grâce à la coopération étroite et de longue date entre ESPO et EcoPorts. Des progrès sont attendus à mesure qu'ESPO élargira le principe directeur des "ports pour aider les ports" et son engagement en faveur d'une amélioration continue par le biais d'une autorégulation volontaire de tous ses membres.

Depuis 1994, EcoPorts s'est donné pour objectif de créer des conditions de jeu équitables en matière de gestion environnementale des ports en Europe en partageant les connaissances et l'expérience des professionnels des ports. Au service du principe des "ports-help-ports", EcoPorts a réuni un réseau de professionnels des ports de différents ports européens qui ont échangé leurs points de vue et leurs pratiques et se sont mobilisés pour améliorer les performances environnementales du secteur, conformément aux principes de l'autorégulation volontaire. Par le biais d'initiatives de recherche et de développement cofinancées par la CE, EcoPorts s'est développé et regroupé sous ses universités faitières, instituts de recherche et autres organismes professionnels offrant une expérience de la gestion environnementale du port.

Les initiatives de recherche et développement d'EcoPorts se sont concentrées sur les résultats de recherche ayant une valeur pratique appliquée, en particulier sur le

développement d'outils et de méthodologies qui aideraient les gestionnaires de l'environnement du port dans leur travail quotidien.

Tripoli Environment and Development Observatory “TEDO” (innovation, impact, durabilité)

L'Observatoire de l'environnement et du développement de Tripoli (TEDO) a été créé en 2000 par la Fédération des municipalités d'Al-Fayhaa (Tripoli, El-Mina et Beddawi) et a reçu des subventions du programme de plans d'action prioritaires pour l'environnement à court et moyen terme de l'UE (SMAP).

Les objectifs de son laboratoire de pollution atmosphérique sont :

- Identifier les polluants atmosphériques
- Préparer un inventaire des sources de pollution atmosphérique
- Mesurer les émissions
- Élever l'opinion publique
- Améliorer la qualité de l'air urbain (source: état et tendances de l'environnement au Liban | 2010, Ecodit).

L'innovation du TEDO réside dans le fait qu'il offre aux décideurs un instrument qui donne une meilleure vision des tendances environnementales et de développement de la communauté urbaine d'AL FAYHAA, aidant ainsi l'UCF et ses membres communs à gérer les problèmes environnementaux tout en maintenant un développement durable.

Ses objectifs sont:

- Collecte et analyse des données disponibles
- Améliorer la planification et la prise de décision
- Améliorer les relations avec l'administration centrale
- Diffuser, partager et rendre accessible les informations collectées

TEDO remplit sa mission en suivant les progrès d'Env & Dev en observant l'évolution des indicateurs prédéfinis en fonction des causes et des effets.

L'impact de TEDO se concrétise par le fait que les décisions reposent désormais sur les causes réelles. Le conseil municipal élu peut adopter une politique environnementale locale durable en utilisant des informations facilement accessibles.

La pérennité de la TEDO était assurée par le fait que l'observatoire avait été officiellement intégré longtemps après la fin du financement initial à la structure municipale de la Fédération (décision 18 COM du 29/12/2004).

ECOPORT 8 - Gestion environnementale des ports de corridors transfrontaliers - (programme Europe du Sud-Est) - Responsable environnement du port - 140 heures de formation.

L'activité consistait en une formation de 140 heures, intitulée "Gestionnaire de l'environnement portuaire", destinée avant tout à créer 18 RESPONSABLES PORTABLES compétents au sein des ports et des co-structures de l'Universus, en tant que responsable de la tâche relative de l'activité susmentionnée, il a géré toutes les activités de planification, de révision et d'organisation liées au cours de formation. Afin de mettre en place des corridors environnementaux maritimes avec des ports comme points d'application des meilleures pratiques, de réduire l'impact sur l'environnement et de garantir le respect de la réglementation en vigueur, les zones portuaires exigent que les gestionnaires de l'environnement compétents du port soient responsables de: l'application des meilleures pratiques, par la conception, la mise en œuvre et l'amélioration d'un système de gestion de l'environnement adéquat.

Le cours visait en fait à capitaliser sur les résultats des recherches en cours (prévues dans les activités techniques du projet) pour former des professionnels possédant une connaissance pratique des normes requises par la certification environnementale dans chacun des ports concernés, suffisamment flexible pour être déployée dans un seul et même environnement, large éventail d'environnements, y compris les ports, mais aussi les entrepôts de fret et de stockage, les terminaux logistiques, etc. La figure professionnelle résultante était flexible, non seulement dans la gestion générale des portes, mais aussi dans la planification et l'identification de solutions en fonction des besoins, la mise en œuvre d'améliorations continues et l'adaptation au développement des problèmes du trafic maritime.

Le bon équilibre entre les leçons et les heures de travail sur site a fourni une gamme complète d'informations et d'outils aux employés dans le domaine de la gestion de l'environnement, afin de créer des professionnels capables de concevoir, gérer et améliorer la mise en œuvre efficace du SME dans chacun des ports participant au projet EcoPort 8.

Le cours de gestion de l'environnement du port consistait en 140 ore de formation ainsi distribué :

- 60 heures de formation en classe ont eu lieu à Bari à la Faculté de gestion et d'ingénierie de l'Université du 12/09/2011 au 21/09/2011.

- 80 heures de travaux réalisés dans les 7 autorités portuaires impliquées dans le projet; Les travaux du projet ont été réalisés par 6 groupes, un pour chaque autorité portuaire (2 ports pour la Grèce), appuyés par 6 tuteurs scientifiques et 6 mentors provenant des autorités portuaires.
- Un support E-learning (via une plateforme spécifique appelée "Docebo"), afin de garantir l'homogénéité des outils et résultats des différents pays impliqués, au bénéfice de 18 étudiants et 26 personnes faisant partie du personnel global du projet. Pendant les activités, la plateforme a également été ouverte au partenaire de projet pour partager des documents et des résultats.

PROGETTO MESP - Managing the Environmental Sustainability of Ports for a durable development (Gestion de la durabilité environnementale des ports pour le développement durable)

Le projet MESP visait à réduire le risque de pollution de l'environnement et à améliorer la durabilité des activités portuaires.

Le MESP visait également à identifier les meilleures pratiques et procédures pouvant aider les autorités et les utilisateurs des ports et des infrastructures à atteindre un niveau de durabilité supérieur et à réduire le niveau de pollution de l'air, du bruit et de la pollution dans l'eau.

L'intensification du trafic maritime, tant en termes de marchandises que de passagers, doit s'accompagner d'une gestion portuaire respectueuse de l'environnement.

Le MESP a abordé la réduction de la pollution de l'eau, atmosphérique et acoustique à partir d'une série d'activités, grâce à la mise en œuvre d'une approche multidisciplinaire intégrant des solutions technologiques, réglementaires et administratives. Le projet MESP a permis de renforcer la coopération entre les autorités portuaires, les organisations scientifiques et les administrations publiques.

Les objectifs spécifiques étaient :

- Réduire la pollution dans les zones urbaines touchées
- Renforcer les capacités des décideurs publics et des administrateurs locaux
- Développer des outils de certification pour évaluer le niveau de durabilité environnementale des zones portuaires

Résultats attendus :

- Identification de technologies permettant de réduire et de surveiller la pollution de l'air, de l'eau et du bruit
- Définition d'un modèle standard de gestion portuaire durable et application dans 4 zones pilotes
- Réduction de la pollution de l'eau, atmosphérique et acoustique dans certains ports
- Amélioration de la vie des utilisateurs du port et des populations locales
- Harmonisation des procédures, méthodologies et approches dans le bassin méditerranéen

Le projet MESP a permis :

- Fournir des systèmes et des procédures réglementaires pour les processus de gouvernance environnementale des ports locaux
- Proposer des approches simples et des pratiques optimales pour la gestion durable des ports, en particulier dans les domaines de l'air, du bruit et de l'eau.
- Offrir des méthodologies et des technologies efficaces pour la réduction de la pollution de l'environnement ;
- Identifier les critères et indicateurs appropriés pour la durabilité environnementale des ports de la Méditerranée.

Lors de l'élaboration du document "Feuille de route sur les critères de durabilité : principes directeurs pour la gestion environnementale du port", des critères transversaux spécifiques ont été choisis pour traiter de l'amélioration et de la gestion environnementale et durable de tous les ports.

En fait, mis à part les particularités des différents champs polluants, certains concepts essentiels sont à la base des procédures communes à tous. En fait, ces critères renvoient à l'approche générale de la question de la pollution et peuvent être appliqués a priori à tout contexte portuaire.

Les critères sélectionnés sont listés comme suit :

1. Attitude simple. En tant que première approche du problème environnemental, en particulier dans un environnement complexe comme une zone portuaire, la vision pour traiter le problème doit être particulièrement simple et claire.
2. Méthodologies simples. De plus, les méthodologies devraient être simples, suite à l'utilisation d'un système de gestion de l'environnement simplifié,

- limitant la participation du personnel, la consommation de temps et les ressources budgétaires. Les activités techniques approfondies peuvent être utiles dans une phase avancée de l'analyse, ou si les scénarios de pollution ne peuvent pas être résolus autrement ou si les problèmes environnementaux ont leur origine dans des contextes particuliers.
3. Indicateurs simples. Les indicateurs, qui permettent d'évaluer la pollution de l'environnement et de la pollution, peuvent être estimés dès les premières étapes du contexte portuaire.
 4. Des exemples efficaces. Méthodologies, technologies et pratiques liées à la pollution, à la réduction et à la gestion de l'environnement portuaire.
 5. Interférences dans la zone portuaire. Les mesures ou interventions visant à réduire la pollution de l'environnement ne doivent pas perturber et / ou entraver le fonctionnement normal des activités portuaires.
 6. Identification des problèmes environnementaux dominants. Il est nécessaire d'identifier l'environnement et la zone portuaire. Le processus d'évaluation devrait être effectué à la fois globalement et sur la base d'une identification environnementale (par exemple, l'air, le bruit et l'eau). Une analyse environnementale plus précise peut-être utile pour obtenir des informations supplémentaires pour l'évaluation de l'impact sur l'environnement (urbain, périurbain, suburbain, etc.) et la fréquence et / ou la fréquence de certaines activités spécifiques comme le tourisme et les embarcations du port qui sont fortement dépendent de la saison.

Méthodes, compétences et procédures

En ce qui concerne les critères décrits précédemment, certains des éléments suivants ont été identifiés pour les trois sujets et ont été analysés comme suit :

- Gestion des ports, inspection sur place du port d'opérations, responsables des opérations portuaires, inspection sur place de la zone portuaire, entretiens avec les institutions locales concernées (autorité portuaire, municipalité, gouvernement, etc.), les parties prenantes et les capitaines de navire.
- Collecte d'informations utiles telles que la carte SIG de la région, les limites géographiques du projet, la proximité des zones résidentielles et industrielles avec les sources de pollution du port, les données météorologiques historiques, les plaintes de la population et des travailleurs du port, la documentation médicale problèmes de santé, maladies, etc.),

entreprises et autres sources de bruit telles que transports, navires amarrés, structures, etc.

- Identification des différentes sources de pollution et de leur mécanisme de génération, afin de mieux cibler l'action.
- Actions de surveillance de l'environnement qui constituent un outil essentiel pour le développement durable des ports et autres zones de production. En outre, ils pourraient fournir des informations constantes et à jour sur les niveaux de pollution de tous les autres composants (air, bruit, eau, etc.). Les activités de surveillance jouent un rôle crucial dans le succès d'une action ou d'un processus, en particulier à long terme, en tant que point clé du développement durable.

Approche des problèmes de pollution

De même, une approche commune des problèmes de pollution peut être suivie dans les différents secteurs. En fait, la méthodologie de ligne pour l'air, le bruit ou l'eau comprend généralement les étapes suivantes :

- Portée : Évaluation des objectifs et du but.
- Méthodologie : Planification et développement de l'approche de réduction de la pollution.
- Action : mise en œuvre des activités.
- Vérification : Vérification des résultats de l'objectif et / ou correction si nécessaire.

En particulier, les procédures de réduction de la pollution :

- Identification des problèmes de pollution dans le pays et détermination des normes nationales et internationales.
- Evaluation de la pollution à travers des campagnes de surveillance, afin d'identifier les sources de pollution.
- Evaluation des objets sensibles (hôpital, école, etc.) et du nombre de personnes exposées.
- Établissement prioritaire, classification de la pollution, des sources de risque et des risques pour la santé humaine, intérêt public et importance du port.
- Plans d'action pour la réduction de la pollution, qui doit être élaborés à partir des résultats des enquêtes de surveillance, contenant des objectifs de réduction de la pollution. D'autres actions peuvent être, par exemple, une formation sur la sensibilisation des travailleurs à la pollution, l'amélioration

de l'infrastructure et des dispositifs de protection pour les employés, le cas échéant.

- Suivi de l'évaluation afin d'évaluer l'efficacité des mesures du plan d'action et la détermination de la pollution.

Pour chaque domaine de pollution, les aspects suivants sont spécifiés :

- Définition des indicateurs les plus importants à prendre en compte et à évaluer
- Équipement de mesure de base
- Normes techniques et procédures de mesure à suivre
- Méthodes de mesure à adopter pour l'identification des sources de pollution
- Identification des sources les plus critiques
- Rapports contenant des informations sur les données collectées.

La mesure est une phase très importante pour connaître le bruit émis par un navire, en fonction de ses conditions de fonctionnement.

Pour aborder la question de l'information, les stratégies de mesure doivent être articulées comme suit :

- Beaucoup de temps (toute la journée / soirée / nuit, de préférence sur plusieurs jours), dans un site important pour la saisie du bruit du port, afin de disposer d'une vue d'ensemble et d'une mise en évidence possible de la discontinuité et de la répétitivité ou fréquence du bruit sur le long terme.
- Mesures en peu de temps (par exemple 30-45 min) en différents jours et créneaux horaires, jour et nuit, à la fois sur le même site et sur d'autres sites de l'étude, Bruit insuffisant à différents moments et scénarios porte. Le nombre de mesures dépend des variations : si, après avoir mesuré 3 ou 4 fois en un point du réseau, les niveaux de bruit moyens ne modifient pas la valeur, le nombre de mesures est suffisant. Si le niveau de bruit moyen est supérieur à 1 dB, des mesures supplémentaires sont recommandées.
- Les sources de bruit les plus importantes peuvent être identifiées à travers :
 - Niveaux de pression sonore de la source
 - Spectre d'émission sonore (si disponible)
 - Période d'émission sonore

Le niveau de pression acoustique, basé sur la puissance du son source et le spectre de la source sonore. Le plus élevé est le niveau le plus important à considérer. Le

jour d'émission du son est important car le bruit produit par une activité donnée peut être couvert par le bruit provenant d'autres activités dans les zones environnantes.

- Les résultats de mesure ont été enregistrés dans un rapport contenant :
- Date, lieu, heure de détection et description des conditions météorologiques, de la vitesse et de la direction du vent ;
- Temps de référence, observation et mesure ;
- Terminer le cycle de mesure, en se concentrant notamment sur l'équipement, sa précision et le certificat d'étalonnage ;
- Niveaux de bruit détectés ;
- Résultats et conclusions ;
- Liste des noms des observateurs / échantillonneurs ayant participé à la mesure ;
- Identification et signature du technicien acoustique qui a effectué les mesures.

IV. Règlements et principales normes techniques

Législation européenne

La directive 49/2002 / CE du Parlement européen et du 25 juin 2002 concernant la détermination et la gestion du bruit dans l'environnement (END) est la principale source de la législation européenne en matière de bruit dans l'environnement. Bien qu'il ne prévoit pas de limites de bruit, il oblige les États membres à établir des cartes de bruit et des plans d'action ultérieurs, le cas échéant, en vue de la réduction progressive de l'exposition au bruit.

L'Annexe IV précise que les cartes de bruit stratégiques pour les agglomérations doivent également concerner le bruit émis par les sites d'activité industrielle, y compris les ports, en les assimilant à des sources fixes industrielles, en soulignant leur nature commerciale et non infrastructurelle des transports.

La directive souligne la nécessité de traiter le problème du bruit des ports non pas à la suite d'émissions localisées spécifiques à un site, mais en tant que zone unique comprenant de nombreux nœuds logistiques plus ou moins interdépendants.

La directive n'oblige pas les autorités portuaires à réaliser des cartographies de bruit stratégiques, mais les agglomérations notifiées à la Commission européenne sont tenues de produire et de mettre à jour la cartographie acoustique en tenant également compte des ports eux-mêmes.

Autres références réglementaires :

- Directive 2003/10 / CE du Parlement européen et du Conseil du 6 février 2003 "concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (bruit)"
- Directive 2000/14 / CE du Parlement européen et du Conseil du 8 mai 2000 relative au rapprochement des législations des États membres concernant les émissions sonores dans l'environnement avec des équipements destinés à être utilisés à l'extérieur.

La législation italienne

En Italie, la directive 49/2002 / CE a été mise en œuvre avec le décret législatif 194/2005.

La référence normative nationale en matière de bruit est la loi-cadre 447/1995, qui définit la structure d'un appareil législatif cohérent, attribuant à des décrets d'application individuels la normalisation des spécifications de mesure du bruit et des différentes limites en fonction des sources.

Les niveaux et limites de bruit (à l'exception du bruit des aéroports) sont définis en termes de LAeq pour les périodes de référence diurnes (06-22) et la nuit (22-06). La législation prévoit également l'utilisation de pénalités au niveau mesuré pour tenir compte de situations particulières (composantes tonales, impulsives, répétitivité, etc.) qui peuvent exacerber les inconvénients causés.

La législation nationale est complétée par des règles et règlements régionaux au niveau municipal.

Lois et décrets nationaux

LEGGE 26 OTTOBRE 1995 N. 447 Legge quadro sull'inquinamento acustico. (Gazzetta Ufficiale 30 ottobre 1995, n. 254, S.O.)

LOI DU 26 OCTOBRE 1995 N. 447 Loi-cadre sur la pollution par le bruit. (Journal officiel du 30 octobre 1995, n ° 254, S.O.)

La loi-cadre, en plus d'établir les principes généraux, les sanctions et les compétences pour la protection de la population contre les nuisances sonores, demande à des décrets d'application spécifiques la définition des techniques de mesure et des limites réglementaires à appliquer aux différents types de sources. À ce jour, les principaux décrets d'application pris en application de la loi-cadre sont les suivants.

- D. M. Environnement 11 décembre 1996 "Application du critère différentiel aux installations à cycle de production continu".
- D. M. Environnement 31 octobre 1997 "Méthode de mesure du bruit des aéroports".
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Détermination des valeurs limites des sources sonores".
- D.P.C.M. 5 décembre 1997 "Détermination des exigences acoustiques passives des bâtiments.
- décret présidentiel 11 décembre 1997, n. 496 "Règlement contenant des règles pour la réduction des nuisances sonores produites par les aéronefs civils".
- D. M. Environnement 16 mars 1998 "Techniques de détection et de mesure de la pollution acoustique".
- décret présidentiel 18 novembre 1998, n. 459 "Règlements contenant les règles d'application de l'art. 11 de la loi du 26 octobre 1995, n. 447, sur les nuisances sonores provenant du trafic ferroviaire".
- D.P.C.M. 16 avril 1999, n.215 "Règlement contenant des règles pour la détermination des exigences acoustiques des sources sonores dans les lieux de danse et de divertissement et dans les lieux publics".
- D. M. Environnement 20 mai 1999 "Critères pour la conception de systèmes de surveillance permettant de contrôler les niveaux de pollution sonore à proximité des aéroports ainsi que des critères pour la classification des aéroports en fonction du niveau de pollution sonore".
- D. M. Environnement 3 décembre 1999 "Procédures anti-bruit et zones tampons dans les aéroports".
- DÉCRET 29 novembre 2000 "Critères permettant aux entreprises et organismes gérant des services de transport public ou des infrastructures associées d'élaborer des plans de limitation et de réduction du bruit".
- décret présidentiel 3 avril 2001, n. 304 "Réglementation régissant les émissions sonores produites lors de l'exercice d'activités motrices, conformément à l'article 11 de la loi n ° 447 du 26 novembre 1995".

- décret présidentiel 30 mars 2004, n. 142 "Dispositions relatives à la maîtrise et à la prévention des nuisances sonores résultant du trafic routier, conformément à l'article 11 de la loi n ° 447 du 26 octobre 1995".
- DÉCRET LÉGISLATIF 17 janvier 2005, n. 13 "Mise en œuvre de la directive 2002/30 / CE concernant l'introduction de restrictions d'exploitation pour la réduction du bruit dans les aéroports de la Communauté"
- DÉCRET-LOI du 19 août 2005, n.194 "Mise en œuvre de la directive 2002/49 / CE concernant la détermination et la gestion du bruit de l'environnement".

Article. L'article 11 de la loi-cadre prévoit que des règles spécifiques pour la réglementation de la pollution sonore correspondante sont émises pour les infrastructures de transport, y compris les infrastructures maritimes, et d'autres sources de bruit spéciales (parcs éoliens, héliports, téléphériques, etc.). .

Pour les "infrastructures maritimes", deux décrets n'avaient pas encore été publiés :

1. le premier (article 3, paragraphe 1, lettre l) visant à définir des critères de mesure du bruit émis par les bateaux ;
2. le deuxième (article 11, paragraphe 1) concernant la réglementation en matière de maîtrise des nuisances sonores provenant du trafic maritime (définition des limites légales et des méthodes de réorganisation).

La législation en vigueur, en l'absence de règlement d'exécution des ports, ne permet pas d'évaluer de manière claire et sans ambiguïté l'impact sur l'environnement des sources sonores présentes dans les sédiments des infrastructures portuaires, ni de mettre en place des mesures efficaces de réduction du bruit. de ceux-ci aux récepteurs qui se trouvent dans les zones faisant face à l'infrastructure elle-même.

L'absence d'une définition plus précise et exhaustive de "l'infrastructure maritime", introduite par l'art. 2, paragraphe 1, lett. C, de la loi-cadre, crée une ambiguïté dans la mesure et l'évaluation du bruit induit par ces infrastructures.

Lois régionales

Sardaigne

RÉSOLUTION N. 62/9 DEL14.11.2008 Objet : "Directives régionales sur la pollution par l'environnement" et dispositions concernant l'acoustique de l'environnement. Dans le cas de la région Sardaigne, les zones portuaires se distinguent en zones touristique et commerciale-industrielle, en insérant la première dans la classe III et la seconde dans la classe IV, avec la possibilité d'augmenter la classe en fonction du type d'activité (décret du conseil régional (DGR) n ° 30 du 9 juillet 2005).

Ligurie

1. L.R. n.31 du 4/7/1994 - "Adresses pour la maîtrise et la réduction des nuisances sonores".
2. L.R. n.12 du 20 mars 1998 - Dispositions en matière de pollution acoustique.
3. D.G.R. 1754/98 - Procédure à suivre pour présenter une demande d'exécution d'activités en tant que technicien compétent en acoustique environnementale et critères d'examen.
4. Extrait de la résolution n ° 2510 du 18/12/1998 - "Définition des lignes directrices pour la préparation de la réglementation municipale sur les activités de plein air et les activités temporaires conformément à l'article 2, paragraphe 2, lettre I), Lrn12 1998 - Dispositions sur la pollution sonore. "
5. Résolution n ° 534 du 28/5/1999 - "Critères pour la rédaction de la documentation relative à l'impact acoustique conformément à l'art.2 c.2 de la loi 20.3.1998 n.12".
6. Décret de gestion no. 2874 du 14/12/1999 - "Définition du format d'enregistrement pour la transmission de données acoustiques au système d'information régional".
7. Délibération n.1585 du 23/12/1999 - "Définition des critères pour la classification acoustique et pour la préparation et l'adoption des plans de restauration du bruit municipaux - Suppression des articles 17 et 18 des dispositions approuvées par le DGR 1977 du 16.6.1995 ».
8. Décret n ° 18 du 13/1/2000.

La région de la Ligurie distingue les zones à activités industrielles (construction et maintenance de navires, chargement et déchargement de marchandises, etc.) de celles à activités de chargement et de déchargement de passagers, respectivement

les premières de classe VI et les secondes de classe IV (DGR n. 1585, 23 décembre 1999).

Toscane

1. Loi régionale du 1^{er} décembre 1998, n. 89 Règles sur la pollution sonore. Bulletin officiel no. 42, première partie, du 10 décembre 1998.
2. Décret du président du conseil régional du 8 janvier 2014, n. 2 / R "Règlement d'application régional au sens de l'article 2, paragraphe 1, de la loi régionale du 1^{er} décembre 1998, n. 89 (règles sur la pollution sonore)".
3. Définition des critères de documentation pour l'impact acoustique et la prévision du climat acoustique (DGR n ° 857/2013).

Autres régions

- La région sicilienne classe les zones portuaires dans la classe IV, avec la possibilité d'étendre la bande d'influence en fonction des caractéristiques du port (annexe, partie I, section 3.4 du décret du 11 septembre 2007).
- La région Frioul-Vénétie Julienne comprend les zones portuaires de classe VI, en considérant uniquement les zones d'activité intense (DGR n ° 463 du 5 mars 2009).
- La région Émilie-Romagne classe les ports en classe VI (DGR n ° 2053 du 9 octobre 2001) sans distinction entre les zones
- Les régions des Pouilles, de Campanie et de Toscane classent les ports en classe IV (loi régionale du 12 février 2003, DGR n ° 2436 du 1^{er} août 2003 et DGR n ° 77 du 22 février 2000 respectivement) depuis le décret du Premier ministre du 1^{er} mars 1991.
- La région des Marches distingue les zones à activités industrielles (construction et maintenance de navires, chargement et déchargement de marchandises, etc.) de celles à activités de chargement et de déchargement de passagers, respectivement le premier en classe VI et le second en classe IV ou V a en fonction de l'absence de présence ou de l'absence d'activités industrielles (DGR n ° 896 du 24 juin 2003).

Règlements municipaux

Livourne

Réglementation municipale des activités bruyantes et procédures d'exemption de la limite de zone
(http://www.comune.livorno.it/_livo/uploads/2013_12_23_11_46_13.pdf).

Gênes

- No 1171 30/7/1998 - Normes sonores transitoires relatives à certaines activités temporaires bruyantes.
- N. 1662 29/10/1998 - Résolution de rectification no. 1171 du 30.7.1998N. 1558 6/12/2000.
- Règles transitoires concernant les nuisances sonores liées aux activités temporaires bruyantes se rapportant aux chantiers de construction pour la reconstruction ou l'entretien des façades et / ou des revêtements de bâtiments.
- D.D. n. 53 du 9/12/2004 - Procédures en ligne pour les activités temporaires bruyantes.

Cagliari

Régulation acoustique

(<https://www.comune.cagliari.it/portale/protected/105470/0/def/ref/SCH105471/>).

Plans réglementaires du système portuaire (article 6 du décret législatif 169/2016, article 5 de la loi n ° 84/94) :

- Livourne
https://www.portnews.it/wp-content/uploads/2018/06/PRP_Articolazione-Temporale-degli-Interventi.pdf.
- Gênes
<https://www.portsofgenoa.com/it/strategia/pianificazione-e-strategia/piano-regolatore-di-sistema-portuale/item/464-piano-regolatore-porto-di-genova.html>.
- Cagliari PianodiMonitoraggio :
http://www.sardegnaambiente.it/documenti/18_183_20170810115540.pdf
Piano Regolatore Portuale: <http://www.adspmaredisardegna.it/porto-di-cagliari-piano-regolatore-portuale-p-r-p/>.

La législation française

La directive 49/2002 / CE a été mise en œuvre en France avec la promulgation des actes suivants :

Articles L572-1 à L572-11 du code de l'environnement (Chapitre II - Évaluation, prévention et réduction du bruit dans l'environnement, telle que modifiée par la loi n ° 2005-1319 du 26 octobre 2005): bruit émis dans l'environnement autour des principales infrastructures de transport et dans les grandes agglomérations, il fait l'objet d'une évaluation et fait l'objet d'actions visant à le prévenir ou à le réduire. Ce chapitre décrit les conditions de mise en œuvre de ces dispositions.

Décret n. 2006-361 du 24 mars 2006 sur l'établissement d'une cartographie du bruit et de plans d'action pour la prévention du bruit de l'environnement et la modification du code de la ville (décret codifié aux articles R572-1 à R572-11 du code de l'environnement).

Ordonnance du 4 avril 2006 sur l'établissement de cartes de bruit et de plans de prévention du bruit dans l'environnement : décret technique fixant les conditions d'application de la directive 2002/49 / CE, le contenu des cartes de bruit, les méthodes d'évaluation l'exposition au bruit et les valeurs limites pouvant être dépassées du fait de l'adoption de mesures de réduction du bruit.

Article R147-5-1 du code de l'urbanisme : à proximité des aéroports civils dont le trafic annuel dépasse 50 000 mouvements, le bruit émis dans l'environnement doit être évalué et soumis à des actions visant à le prévenir ou à le réduire.

Ordonnance du 3 avril 2006 établissant la liste des 9 aéroports mentionnés à l'article R. 147-5-1 du code de l'urbanisme.

Le calcul du Lden s'effectue à partir des valeurs des niveaux sonores Jour, Soir et Nuit dont les horaires sont définis dans le tableau ci-dessous.

Periode	Durée (hh : 00-hh :mm)
Day	06:00-18 :00
Evening	18:00-22 :00
Night	22:00-06 :00

En ce qui concerne la lutte contre le bruit, la législation française est basée sur la loi n. 92-1444 du 31 décembre 1992 (codifiés aux articles L.571.1 à L.571.26 du code de l'environnement), dénommée "loi royale" ou "loi bruit", qui constitue le premier texte général du secteur.

L'objectif principal de cette loi est d'offrir un cadre législatif complet sur les questions liées au bruit et de jeter les bases du traitement réglementaire de cette cause préoccupante. L'objectif est donc d'empêcher, d'éliminer ou de limiter l'émission ou la propagation de bruits et de vibrations afin de protéger la santé des personnes et de l'environnement.

Les principales dispositions et objectifs contenus dans cette loi concernent :

- l'introduction de mesures préventives pour limiter les émissions de bruit ;
- régulation des différentes activités bruyantes ;
- établir des règles spécifiques pour les infrastructures de transport terrestre ;
- la mise en place de mesures de soutien et d'assistance à la protection de la population exposée au bruit des aéroports, financée par une taxe d'aéroport spéciale ;
- la simplification des activités de contrôle et la création de personnalités appropriées des agents nationaux et locaux habilités à effectuer des contrôles ;
- le renforcement des mesures judiciaires et administratives pour la mise en œuvre de la réglementation.

En urbanisme, par exemple, la loi sur le bruit limite la construction autour des aéroports. En matière d'acoustique des bâtiments, la loi impose une isolation renforcée au voisinage des zones touchées par le bruit des infrastructures de transport les plus bruyantes. Avec une approche compensatoire, la loi prévoyait la définition de cartes de pollution sonore des zones entourant les principaux aéroports afin d'allouer des contributions aux résidents pour l'insonorisation des bâtiments déjà construits dans ces zones.

À ce jour, une cinquantaine de décrets d'application de la loi-cadre ont été publiés dans les différents secteurs :

- Transports terrestres (décret du 3 mai 2002, décrets des 8 novembre 1999 et 30 mai 1996, décrets du 9 janvier 1995).
- Transport aérien (décret du 26 avril 2002, décret du 16 février 2000, loi du 12 juillet 1999, etc.).

- Les activités ICPE (Classes d'installations pour la protection de l'environnement), c'est-à-dire toute installation industrielle ou agricole susceptible de créer des risques, de polluer ou de perturber l'environnement, en particulier pour la sécurité et la santé des riverains ; Il existe deux sous-catégories d'activités ICPE : les installations nécessitant une autorisation d'exploitation et celles pour lesquelles une simple déclaration aux autorités suffit. Dans le premier cas, le texte de référence pour les nuisances sonores est le décret du 23 janvier 1997, dans le second cas, le décret du 20 août 1985.
- Bruit de voisinage ou de voisinage (décret du 10 mai 1995, décret n.2006-1099 du 31 août 2006), qui couvre toutes les autres sources de bruit non incluses dans la catégorie ICPE, telles que les parcs éoliens, les équipements pour construction (systèmes de climatisation, etc.) utilisés dans des locaux privés ou professionnels, équipements sportifs et de loisirs, installations industrielles telles que stations de traitement de l'eau, etc.
- Bâtiments scolaires (décret du 9 janvier 1995).
- Matériel bruyant (décret du 23 janvier 1995, ordonnance du 12 mai 1997 et ordonnance du 18 mars 2002).
- Salles de divertissement avec musique amplifiée (décret n ° 98-1143 du 15 décembre 1998).
- Transit d'hélicoptères dans des zones à forte densité de population (décret n ° 2010-1226 du 20 octobre 2010).

Cependant, certains secteurs n'ont pas encore été traités, tels que le bruit des ports, le bruit généré par les avions légers ou celui généré par les champs de tir.

En ce qui concerne le bruit des bateaux, il y a l'ordonnance du 20 mai 1966 sur la limitation du bruit des bateaux de navigation intérieure. Cette ordonnance établit que le bruit produit par tout bateau flottant à moteur mesuré à vingt-cinq mètres ne doit pas dépasser 75 dB (A) et que les constructeurs, avant de mettre un bateau à moteur sur le marché, procèdent aux contrôles nécessaires concernant application de cette disposition.

Bruit des Installations industrielles classées (ICPE)

La gestion de la pollution sonore des systèmes ICPE et des sources sonores du voisinage est basée sur le critère acoustique appelé "émergence E". L'émergence est une modification temporelle du niveau d'environnement induite par l'activation d'un bruit particulier et le critère est défini, en général, comme la différence arithmétique

entre les niveaux de bruit environnemental et résiduel (analogue au critère différentiel en vigueur en Italie) et existe différences d'évaluation en fonction du type de source.

Dans le cas des émissions sonores de voisinage, il convient de prendre en compte la durée cumulée du bruit à évaluer en utilisant un terme correctif de 0 à 6 dB (A) et, à partir de 2006, le spectre d'émission sonore généré dans les logements, à l'extérieur, les valeurs exprimées en dB (A). Ce critère s'applique également, par exemple, aux parcs éoliens, considérés comme des sources de bruit professionnel. Dans le cas des activités ICPE, des évaluations doivent être effectuées en tenant compte des conditions représentatives de la configuration la plus bruyante et il convient de prendre en compte le caractère impulsif du bruit ou la présence de composants tonaux à sanctionner avec des termes correctifs spécifiques.

Dans tous les cas, une distinction est faite entre le crépuscule (22:00 ÷ 7:00) et le jour (7:00 22:00) avec des limites différentes appliquées à chaque période.

Enfin, bien que l'indicateur Leq pour les émissions de bruit de voisinage et pour les activités ICPE soumises à la seule déclaration soit utilisé, pour les activités ICPE soumises à autorisations, d'autres indicateurs tels que le paramètre L50 peuvent être utilisés. La norme NFS 31010 est la référence en matière de mesure du bruit ambiant.

Il existe une autre différence importante entre les règles régissant les émissions sonores des quartiers et celles régissant les activités ICPE soumises à autorisation. Dans le premier cas, il est prévu que, en cas de réclamation, le respect des limites soit vérifié au siège de l'exposant, tandis que pour les activités ICPE devant demander une autorisation, le contrôle consiste à assurer à l'avance le respect des limites définies dans le document. "ZER" (zones réglementées d'émission sonore), même dans les zones qui ne sont pas encore occupées par des bâtiments mais classées comme bâtiments à la date à laquelle l'activité reçoit l'autorisation.

Bruit de Voisinage

Il s'agit de l'atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme par le bruit ont été introduites dans le code de la santé publique. "Aucun bruit particulier ne doit, par sa durée, sa répétition ou son intensité, porter atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme, dans un lieu public ou privé, qu'une personne en soit elle-même à l'origine ou que ce soit par l'intermédiaire d'une personne, d'une chose dont elle a la garde ou d'un animal placé sous sa responsabilité". Telle est la teneur de l'article R. 1334-31 du code de la santé publique. L'un des trois critères

précisés par cet article suffit à constituer un trouble de voisinage, qu'elles qu'en soient les circonstances, même si l'immeuble est mal isolé ou qu'il n'y a pas de faute avérée et quelle que soit l'heure du jour et de la nuit (le délit pour tapage diurne existe bel et bien). De plus, le constat par les agents assermentés de la nuisance occasionnée ne nécessite aucune mesure acoustique : une constatation auditive suffit. Toutefois, pour déterminer s'il y a trouble de voisinage ou non, les agents assermentés basent généralement leur appréciation sur la notion d'inconvénient anormal de voisinage.

Selon les termes de la circulaire du 27 février 1996, entrent dans la catégorie des bruits de comportement les bruits inutiles, désinvoltes ou agressifs pouvant provenir :

1. des cris d'animaux et principalement des aboiements de chiens ;
2. des appareils de diffusion du son et de la musique ; des outils de bricolage et de jardinage ; des appareils électroniques ;
3. des jeux bruyants pratiqués dans des lieux inadaptés ;
4. de l'utilisation de locaux ayant subi des aménagements dégradant l'isolation acoustique ; des pétards et pièces d'artifice ;
5. des activités occasionnelles, fêtes familiales, travaux de réparation ;
6. de certains équipements fixes : ventilateurs, climatiseurs, pompes à chaleur non liés à une activité fixée à l'article R. 1334-32 du code de la santé publique.

Activités Bruyantes

Sont concernés par cette réglementation les activités artisanales, commerciales et de loisirs ainsi que les activités industrielles non classées. Les cas les plus fréquents de situations bruyantes sont liés :

- aux livraisons (supermarchés, postes, entreprises, ...);
- aux extracteurs d'air des restaurants ; à la ventilation et à la climatisation (hôtels, hôpitaux, collèges, supermarchés, boulangeries, ...);
- aux centres de contrôle technique, de lavage, aux garages et ateliers ;
- aux avertisseurs sonores des commerçants ambulants ;
- aux alarmes des magasins ;
- aux groupes compresseurs des camions frigorifiques.

Il est à noter que les chantiers, les sports motorisés, la pratique du tir et les activités de production d'énergie, s'ils s'intègrent réglementairement au cadre général des activités bruyantes, ont des spécificités. Notamment, pour réduire le bruit des chantiers, la réglementation repose sur une meilleure gestion des activités

bruyantes, la réduction du bruit à la source et la réduction de la propagation du bruit. L'article R. 1334-36 du code de la santé publique (anciennement R. 1336-10, lui-même ancien R. 48-5) concerne « les chantiers de travaux publics ou privés, ou les travaux intéressant les bâtiments et leurs équipements soumis à une procédure de déclaration ou d'autorisation ». Les bruits de voisinage résultant des chantiers de travaux publics ou privés sont constitutifs d'une infraction s'ils sont la conséquence d'un comportement fautif caractérisé par l'une des trois circonstances suivantes :

- Non-respect des conditions fixées par les autorités compétentes concernant soit la réalisation des travaux, soit l'utilisation ou l'exploitation de matériels ou d'équipements ;
- Fait de ne pas prendre les précautions suffisantes pour limiter le bruit ;
- Comportement anormalement bruyant (laissé à l'appréciation des juges).

Bruits routiers et ferroviaires

Les infrastructures de transport terrestre (routes et voies ferrées) n'appliquent pas le critère d'urgence « relatif E » mais valent des valeurs de référence absolues. Toute infrastructure nouvelle ou sensiblement modifiée ne doit pas dépasser les seuils de bruit maximaux établis pour la façade des bâtiments voisins, de nuit comme de jour. Le gestionnaire de l'infrastructure doit respecter l'obligation dite de "performance", ce qui signifie concrètement qu'il doit garantir une réduction du bruit conforme à la réglementation tout au long de la durée de vie de l'infrastructure.

Pour les infrastructures routières nouvelles, l'indicateur acoustique est le LAeq et les seuils à respecter sont donnés dans le tableau suivant :

Usage et nature des locaux	LAeq (6h - 22h) (1)	LAeq (22h -6h) (1)
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale (2)	60 dB(A)	55 dB(A)
Etablissements d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et des locaux sportifs)	60 dB(A)	Aucune obligation
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	60 dB(A)	55 dB(A)
Autres logements	65 dB(A)	60 dB(A)

Locaux à usage de bureaux en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	65 dB(A)	Aucune obligation
<p>(1) Ces valeurs sont supérieures de 3 dB(A) à celles qui seraient mesurées en champ libre ou en façade, dans le plan d'une fenêtre ouverte, dans les mêmes conditions de trafic, à un emplacement comparable. Il convient de tenir compte de cet écart pour toute comparaison avec d'autres réglementations qui sont basées sur des niveaux sonores maximaux admissibles en champ libre ou mesurés devant des fenêtres ouvertes.</p> <p>(2) Pour les salles de soin et les salles réservées au séjour de malades, ce niveau est abaissé à 57 dB(A).</p>		

Pour les infrastructures routières existantes modifiées avec "transformation significative" (c'est-à-dire susceptibles d'induire, à terme, une augmentation du niveau sonore de plus de 2 dB(A), en excluant les travaux d'entretien, de réparation ou de renforcement des chaussées, les aménagements ponctuels), les objectifs sont les suivants :

- Si la contribution sonore de la route avant travaux est inférieure au seuil applicable à une route nouvelle, l'objectif après travaux est fixé à cette valeur ;
- Dans le cas contraire, l'objectif est de ne pas augmenter la contribution sonore initiale de la route, sans pouvoir dépasser 65 dB(A) de jour et 60 dB(A) de nuit.

Concernant les infrastructures ferroviaires, la réglementation ainsi que les seuils à respecter sont similaires à ceux du bruit routier, mais avec comme indicateur non pas le LAeq mais l'If (indicateur ferroviaire) avec :

If,jour = LAeq (6h-22h00) - 3 dB(A) et If,nuit = LAeq (22h00-6h00) - 3 dB(A),
 sauf pour les TGV à des vitesses supérieures à 250 km/h où If = LAeq.

Il est à noter que la réglementation applique un « principe d'antériorité ». Une habitation bénéficie de l'antériorité si le dépôt du permis de construire est antérieur à la date d'ouverture de l'enquête préalable à la Déclaration d'Utilité Publique (DUP) portant sur le projet de création de l'ouvrage, ou sur le projet de transformation significative de l'ouvrage dès lors que cette transformation n'était pas prévue à l'origine. Toutefois, le critère d'antériorité n'est pas opposé aux habitations dont le

dépôt du permis de construire est antérieur au 6 octobre 1978, date de parution du premier texte obligeant les candidats constructeurs à se protéger des bruits extérieurs.

Points Noirs du Bruit

La notion de “point noir du bruit” est celle donnée par la circulaire du 12 juin 2001, complétée par la circulaire du 25 mai 2004. Y est notamment définie cette notion pour les réseaux routier et ferroviaire nationaux (indicateurs de gêne, critères acoustiques, critères d’antériorité).

Une zone de bruit critique est une zone urbanisée relativement continue où les indicateurs de gêne, évalués à 2 m en façades des bâtiments sensibles et résultant de l’exposition de l’ensemble des infrastructures de transports terrestres dont la contribution sonore est significative, dépassent, ou risquent de dépasser à terme, la valeur limite diurne 70 dB(A) et/ou la valeur limite nocturne 65 dB(A). On entend par bâtiment sensible un bâtiment composé de locaux à usage d’habitation, d’enseignement, de soins, de santé ou d’action sociale. Les indicateurs de gêne à considérer sont, selon les configurations de sources rencontrées, le LAeq (6h-22h), LAeq (22h-6h), If (6h-22h) et If (22h-6h), avec $If = LAeq - 3 \text{ dB(A)}$, indicateur de gêne ferroviaire défini par l’arrêté du 8 novembre 1999).

Bruit des transports aériens

En ce qui concerne le bruit des aéroports, en 2014, le décret no. 2014-287 qui a reconfirmé un taux de financement des travaux d’insonorisation de résidences situées autour de 100% des aéroports (dénommé Plan de perturbation du son ou PGS). Jusqu’à la fin de 2011, le taux de financement prévu était de 80%. Les dispositions ultérieures ont augmenté le taux, avec une validité transitoire, jusqu’à 100%. À présent, le gouvernement français a décidé d’étendre sa validité à l’ensemble de l’année 2014 afin que ceux qui n’ont pas terminé l’installation des dispositifs d’insonorisation puissent continuer à utiliser les installations. En particulier, le décret s’adresse aux résidents des zones situées à proximité immédiate des 12 principaux aéroports français et il a été calculé que 60 000 logements ont déjà été insonorisés.

Pour accéder à l’aide, les bâtiments doivent être situés dans la zone autour de l’aéroport ou sur l’aérodrome. C’est le décret lui-même qui établit les domaines pouvant bénéficier du plan de financement. Au total, il s’agit de trois zones de bruit

différentes définies selon l'indice Lden (niveau jour-soir-nuit), l'indicateur européen utilisé (en France comme en Italie) pour décrire la perturbation par le bruit et basé sur le Critères de circulation estimés de l'aéroport et distance de l'aéroport :

- Zone I : très forte pollution sonore (Lden 70)
- Zone II : niveau de pollution sonore élevé (entre Lden 70 et Lden65)
- Zone III : niveau de pollution sonore faible (entre Lden65 et Lden55)

En d'autres termes, l'aide est accordée à tous ceux qui se trouvent dans les zones où le niveau de bruit de l'aéroport de Lden est supérieur à 55 dB.

PGS et PEB

L'aide financière provient directement des compagnies aériennes qui utilisent l'aéroport. En fait, à chaque atterrissage ou décollage, les compagnies paient une redevance appelée Taxes sur les nuisances sonores aéroportuaires (TNSA), calculée sur la base de l'aéronef et du temps d'utilisation de la piste. Les recettes servent ensuite à couvrir les coûts du fonds d'insonorisation.

Les travaux d'insonorisation sont complexes et ne se limitent pas aux fenêtres changeantes. En général, elles concernent les fenêtres, les portes extérieures, les entrées et sorties d'air, les bacs à rideaux, mais aussi les cheminées et les toits. Ce travail doit être effectué par des professionnels inscrits au registre du commerce et des entreprises. S'il n'est pas techniquement possible d'insonoriser les bâtiments selon les critères établis, l'aide peut être utilisée pour acheter le bien à sa valeur vénale, pour le démolir, pour reloger les résidents et pour gérer le terrain.

Un autre document d'urbanisme incontournable est le Plan d'Exposition au Bruit (PEB) qui fixe les conditions d'utilisation des sols exposés aux nuisances dues au bruit des aéronefs. Le PEB vise à interdire ou limiter les constructions pour ne pas augmenter les populations soumises aux nuisances. La maîtrise de l'urbanisme au voisinage des aérodromes a été instaurée par la loi du 11 juillet 1985 et codifiée par l'arrêté du 28 avril 2002 dans l'article R147-5 du code de l'urbanisme : "Dans les zones définies par le plan d'exposition au bruit (PEB), l'extension de l'urbanisation et la création ou l'extension d'équipements publics sont interdites lorsqu'elles conduisent à exposer immédiatement ou à terme de nouvelles populations aux nuisances de bruit ". Le PEB est établi en anticipant à l'horizon 15/20 ans le développement de l'activité aérienne, l'extension des infrastructures et les évolutions des procédures de circulation aérienne.

Au point de vue pratique, le PEB est un document graphique qui délimite, au voisinage de l'aéroport, quatre zones d'exposition au bruit à l'intérieur desquelles la construction de logements est réglementée. L'indicateur utilisé est le Lden. Dans les zones A de bruit très fort (Lden supérieur ou égal à 70) et B de bruit fort (supérieur à une valeur choisie entre 62 et 65), les constructions ne sont autorisées que si elles sont liées à l'activité aéronautique. Dans la zone C (Lden supérieur à une valeur choisie entre 55 et 57), les constructions individuelles non groupées dans un secteur déjà urbanisé sont autorisées. Les opérations de renouvellement urbain le sont aussi si elles n'augmentent pas fortement la capacité d'accueil. Dans la zone D de bruit plus faible, (Lden supérieur à 50), toutes les constructions sont autorisées mais elles sont soumises à des obligations d'isolation acoustique.

Bruit du trafic fluvial (bateaux)

Il existe un arrêté (du 19 janvier 2009) relatif aux prescriptions techniques de sécurité applicables aux bateaux de plaisance naviguant ou stationnant sur les eaux intérieures. Concernant le bruit produit par les bateaux, il est spécifié que :

- Le bruit produit par un bateau faisant route, et notamment les bruits d'aspiration et d'échappement des moteurs, doivent être atténués par des moyens appropriés ;
- Le bruit produit par le bateau à une distance latérale de 25 m du bordé ne doit pas dépasser 75 dB (A)
- Le bruit produit par le bateau en stationnement, à l'exclusion des opérations de transbordement, à une distance latérale de 25 m du bordé, ne doit pas dépasser 65 dB (A).

Les différentes réglementations nationales

Espagne

Loi 37/2003 du 17 novembre, bruit, développée par :

- Décret royal 1513/2005 du 16 décembre, qui développe la loi sur le bruit concernant l'évaluation et la gestion du bruit dans l'environnement. Ce décret établit une structure de base conçue pour éviter, prévenir ou réduire les effets néfastes, y compris les nuisances, dus à l'exposition au bruit de l'environnement et définit les indices de Lden et Lnight sur l'annexe I avec des intervalles similaires à ceux définis par la directive européenne.
- Décret royal 1367/2007 du 19 octobre qui développe la loi sur le bruit relative au zonage acoustique, aux objectifs, à la qualité et au bruit. Dans son article 24, le DR 1367 définit les valeurs limites d'émission de bruit applicables aux nouvelles infrastructures dans les ports : toute installation portuaire prendra des mesures pour éviter de dépasser les valeurs limites fixées au tableau B1, annexe III, évaluées conformément au à l'annexe IV.

Dans les deux décrets, les ports maritimes sont classés comme un secteur de terre à usage industriel, mais ils peuvent également être considérés comme des zones de tri, comme mentionné précédemment.

Finlande

Loi sur la protection de l'environnement (86/2000)

Actuellement, les principales dispositions finlandaises relatives à la réduction du bruit figurent dans la loi sur la protection de l'environnement (86/2000), où le bruit est l'une des émissions considérées comme causant une pollution de l'environnement. Les principes généraux de la loi s'appliquent également à la réduction du bruit. En outre, le 31 mai 2006, le gouvernement a adopté une résolution sur l'atténuation du bruit. Cette résolution gouvernementale, qui s'applique uniquement au bruit dans l'environnement, définit les objectifs généraux et les objectifs en matière de réduction du bruit, ainsi que des mesures visant à réduire les émissions sonores et leurs effets nocifs. Il insiste également sur une coopération plus étroite entre les différentes autorités. Afin de prévenir les problèmes de bruit et de réduire les nuisances sonores, des mesures de réduction du bruit doivent être intégrées à la planification et à la mise en œuvre des activités génératrices de bruit.

Il est également important de souligner que la Finlande n'a pas encore mis en œuvre la directive 2002/49 / CE au niveau législatif, mais travaille dans ce sens avec la mise

en œuvre d'un document du ministère de l'Environnement (établi en juillet 2007) concernant la première série système d'alerte national conformément à la directive 2002/49 / CE sur le bruit dans l'environnement.

Suède

Agence suédoise pour la protection de l'environnement (EPA)

En ce qui concerne le bruit externe, les réglementations applicables sont établies par l'Agence suédoise de protection de l'environnement (EPA). Les règles sont primaires pour les industries, mais elles sont également valables pour les navires au port. Les règles diffèrent entre les établissements existants et les nouveaux. Le tableau suivant montre les exigences pour les établissements existants.

Pour les nouveaux établissements, les niveaux sonores équivalents doivent être inférieurs à 5 dB (A), sauf pour les niveaux momentanés qui sont identiques. Les valeurs concernent les valeurs de champ libre ou les valeurs correctes de champ libre.

Royaume-Uni

Code de conduite du Royaume-Uni pour la réduction du bruit et des vibrations dans les bâtiments et les sites ouverts (Partie 1 : bruit) - BS 5228-1 :

La norme BS 5228-1 : 2009 Part-1 (BSI 2009) fournit des indications sur les méthodes de base de contrôle du bruit en rapport avec la construction et les sites ouverts où la nature des travaux entraîne des niveaux de bruit significatifs. La principale préoccupation de cette norme concerne le bruit acoustique des riverains d'un projet de construction ou d'un site découvert. Cependant, il peut ne pas être directement applicable au milieu maritime ; dans tous les cas, les limites sonores proposées par la norme peuvent également être appliquées à une habitation située à proximité d'un port dédié aux opérations de traversier. La norme est brièvement décrite dans les sections suivantes.

La législation technique

EN ISO 2922: 2000 "Mesure du bruit des avions émis par les navires en navigation intérieure et dans les ports"

La présente Norme internationale spécifie les conditions permettant d'obtenir des résultats de mesure reproductibles et comparables des bruits aériens émis par les navires de tous types sur les voies de navigation intérieure et dans les ports, à l'exception des bateaux de plaisance à moteur tels que spécifiés dans la norme ISO 14509. La norme internationale s'applique aux navires de mer, aux navires portuaires, aux dragues et à toutes les embarcations de plaisance, y compris les

embarcations autres que de déplacement, utilisées ou pouvant être utilisées comme moyen de transport des eaux.

EN ISO 14509-1: 2009 "Petits bateaux - bruit aérien émis par les yachts à moteur - Partie 1 : procédures de mesurage au passage"

La présente partie de l'ISO 14509 spécifie les conditions permettant d'obtenir des résultats de mesure reproductibles et comparables du niveau de pression acoustique maximal du son de l'air dispersé généré lors du passage de l'embarcation de plaisance à coque longue de 24 m, inclus dans les panneaux, la poupe et l'embarcation et moteurs hors-bord. Elle spécifie également les essais standards de type sur bateau pour les engrenages de poupe avec systèmes d'échappement intégrés et moteurs hors-bord. La détermination du niveau d'exposition sonore est facultative.

EN ISO 14509-2: 2007 "Petits bateaux - sons aériens émis par les yachts à moteur - Partie 2 : évaluation du son à l'aide de l'unité de référence"

La présente partie de l'ISO 14509 spécifie les procédures d'évaluation de l'émission sonore maximale des bateaux de plaisance monocoques d'une longueur maximale de 24 mètres. La présente partie de 14509 ne s'applique pas à l'essai du type de moteur hors-bord et de Stern drives à échappement intégré.

V. Les méthodes économiques d'évaluation de la pollution sonore

En sciences économiques, la pollution sonore est considérée comme une externalité négative². Cela signifie que l'activité d'un agent (émetteur de bruit) affecte le bien-être d'un autre sans qu'aucune compensation financière ne soit versée. Afin de minimiser ces externalités, une intervention publique visant à réduire le dommage total peut être désirable. Cependant, une élimination trop importante des externalités négatives peut s'avérer inefficace d'un point de vue économique en raison des coûts élevés de la dépollution, notamment des dernières unités de pollution. Pour atteindre l'optimum social, le dommage marginal de la pollution doit être égal au coût marginal de la dépollution. La question qui se pose est alors celle des moyens permettant d'atteindre cet optimum. Est-ce possible sans une intervention des pouvoirs publics ? D'après le théorème de Coase (Coase, 1960), la question de savoir si l'optimum pourra être atteint dépend des droits de propriété

² Concept introduit par Pigou en 1920 ; Cf. Pigou, 1932.

qui ont été établis, soit de la position légale des forces en présence, de la capacité de négociation des forces en présence et des coûts de transaction liés à la mise en œuvre de la négociation. Ceux qui subissent la pollution sont supposés indépendants et non intéressés par les gains du pollueur. Ils peuvent par ailleurs être nombreux et dispersés et, en conséquence, ne pas pouvoir se regrouper (tout au moins sans que cela n'engendre des coûts de transaction importants). Si l'on prend l'exemple de riverains d'un port subissant une nuisance sonore, en supposant que les conditions que nous venons de citer soient remplies et que le droit à un environnement propre des riverains l'emporte, il sera alors possible pour eux de négocier avec le pollueur. Une telle négociation doit aboutir à un optimum.

Si de telles conditions ne sont pas remplies, la présence d'une externalité négative ouvre une justification à l'intervention publique en raison de l'arbitrage que cette intervention doit permettre de fournir entre intérêts privés et publics entre des usages alternatifs de l'environnement. Dès lors, se pose la question de l'évaluation des externalités négatives qui permettra de fournir une assise objective à l'intervention publique. Dans la réalité, cette évaluation n'est pas toujours aisée alors même que lorsque les politiques publiques peuvent avoir des conséquences sensibles sur des actifs environnementaux. L'évaluation appropriée des services qu'ils fournissent, qui généralement ne fait pas l'objet d'un prix de marché, peut avoir d'importantes implications concernant le type de politiques finalement retenu et les impacts environnementaux qui vont en découler.

On peut décliner les différents outils développés afin de prendre en compte des impacts environnementaux en deux grandes catégories : ceux basés sur les préférences révélées (ou approches indirectes) et ceux basés sur les préférences exprimées (ou approches directes). Les méthodes basées sur les préférences révélées s'appuient sur la conjoncture que le comportement observé des individus sur des marchés existants ou simulés permet de déterminer la valeur (en termes de consentement à payer) qu'ils accordent à un bien environnemental ou aux services fournis par un actif environnemental. Les méthodes basées sur les préférences exprimées consistent à interroger directement les individus afin de déterminer leur consentement à payer pour bénéficier d'une amélioration de leur situation ou leur capacité à recevoir afin d'accepter de subir une dégradation de leur situation.

Parmi les méthodes basées sur les préférences exprimées, la plus usitée, tout au moins jusqu'à une période récente, notamment en économie de l'environnement,

est la méthode d'évaluation contingente. Le principe de la méthode d'évaluation contingente consiste à interroger directement les individus sur leur consentement à payer afin de bénéficier d'une amélioration de leur situation ou leur capacité à recevoir afin d'accepter de subir une dégradation de leur situation. Cette méthode peut être sujette à un certain nombre de biais généralement évitables, sur la base d'un scénario satisfaisant, ou pouvant être estimés à l'aide de questions filtres (sur ce point, Cf. entre autres Carson *et al.* 2001). Malgré ses supposées limites, cette méthode est actuellement largement éprouvée et utilisée. Les techniques qui en sont à la base ont été standardisées, notamment suite au rapport rédigé pour la National Océanique and Atmosphérique Administration en 1993 (Cf. Arrow *et al.* 1993).

Une autre méthode, plus récente, est celle du *Choice Experiment*. Le *Choice Experiment* met les individus en situation de choisir un scénario de régulation publique, parmi plusieurs scénarii, ou de hiérarchiser ceux-ci, en fonction des caractéristiques (ou des attributs) qui les définissent. Initialement développée dans le cadre de recherche portant sur le choix de moyens de transport (Louviere et Henser, 1982) et en marketing (Louviere et Woodworth, 1983), elle est depuis le milieu des années 1990³ utilisée de manière de plus en plus fréquente dans le cadre de travaux d'économie de l'environnement notamment afin de déterminer le comportement des individus en réaction aux régulations publiques environnementales et leur consentement à payer pour ces politiques.

Une différence fondamentale entre la méthode d'évaluation contingente et le *Choice Experiment* est que, dans la première, il est demandé aux personnes interrogées de n'évaluer qu'une ou, dans certains cas, deux alternatives. Au contraire, dans la seconde, on leur demande d'évaluer plusieurs alternatives de manière séparée, chaque alternative étant définie par un certain nombre d'attributs qui varient en fonction des différentes alternatives. Plusieurs méthodes d'élicitation sont ensuite envisageables, les plus communément employées consistant à demander aux personnes interrogées de choisir leur alternative préférée, d'estimer les différentes alternatives sur la base d'une échelle de valeur ou de ranger toutes les alternatives qui leur sont proposées de la plus à la plus moins désirable. Cette technique a fait

³ La première étude utilisant la méthode des choix discrets en économie de l'environnement est due à Adamowicz *et al.* 1994.

récemment l'objet d'une standardisation (Cf. Johnston *et al.* 2017) comme la méthode d'évaluation contingente en son temps.

Les principales méthodes basées sur les préférences révélées sont la méthode des prix hédoniques, la méthode des coûts de déplacement⁴ et les méthodes basées sur les dépenses préventives⁵. Nous allons plus particulièrement nous attacher à la présentation⁶ de la méthode des prix hédoniques car elle est la plus employée lorsqu'il s'agit de quantifier les dommages liés aux pollutions sonores.

La méthode des prix hédoniques repose sur la théorie de Lancaster (1966) selon laquelle un bien ou un service est acheté dans le but d'obtenir un certain nombre de caractéristiques ou d'attributs qui lui sont attachés. Sur la base de cette théorie, Rosen (1974) a proposé un modèle de comportement de marché permettant de décrire le fonctionnement de marchés de biens différenciés tel que le marché immobilier. Nous allons considérer que les habitations sont vendues sur le marché immobilier. Les forces du marché déterminent le prix auquel les différentes variétés d'habitation sont vendues à différents prix et ces prix dépendent des caractéristiques individuelles exactes de chacun des produits considérés. Dans le modèle de Rosen, le marché va conduire à un ensemble de prix pour un grand nombre de variété de bien différencié qui va permettre d'équilibrer le marché. Les biens immobiliers étant par nature spatiaux, les marchés immobiliers seront eux-

⁴ La méthode des coûts de déplacement a été initialement proposée par Hotelling (1949) dans le cadre de la gestion des parcs nationaux américains. Son application à des services récréatifs fournis par des actifs environnementaux remonte elle à 1963, Davis (1963) l'ayant utilisée pour déterminer les services récréatifs fournis par les forêts du Maine. Elle part de la constatation qu'un individu désireux d'exercer un certain usage d'un site, par exemple une forêt dans le cadre d'activités de loisir, est amené pour cela à consommer des biens marchands complémentaires à cet usage. Elle est donc fondée sur l'utilisation de marchés de substitution afin d'évaluer la valeur attribuée par les visiteurs d'un site particulier aux loisirs qu'ils en retirent et est essentiellement utilisée dans ce cadre.

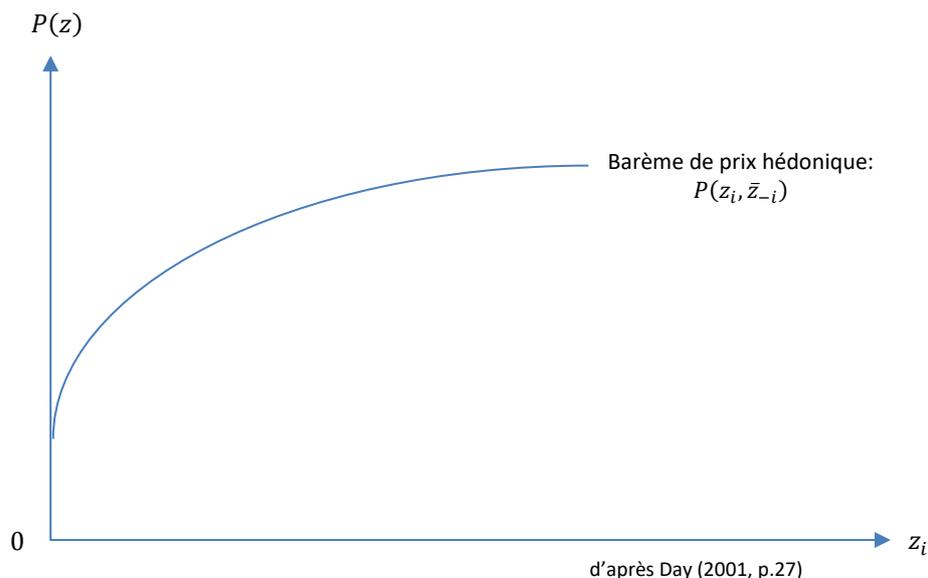
⁵ Les méthodes basées sur les dépenses préventives partent de la constatation qu'une grande partie des effets supportés par les individus suite à une dégradation de la qualité de l'environnement peut être compensée par des mesures de protection qui présentent un coût de mise en œuvre : travaux d'isolation phonique pour lutter contre le bruit, achat de purificateurs d'eau pour lutter contre la pollution de l'eau, dépense de nettoyage en cas de pollution de l'air, climatiseurs en cas d'augmentation de la température... La prise en compte des dépenses de protection comme mesure indirecte du coût de la pollution repose sur la théorie du choix du consommateur et, de manière plus spécifique, sur l'observation de la fonction de production des ménages. En se basant sur la théorie de Becker (1965), en termes d'allocation du temps, on considère ainsi que chaque ménage utilise différents inputs afin de produire des flux de services. Or, certains de ces inputs voient leur qualité se dégrader suite à la pollution. L'objectif des ménages étant de maximiser leur production, sous contrainte de revenu et de temps, ils vont naturellement engager des dépenses pour corriger la dégradation de certains de leurs inputs. De telles dépenses vont représenter le consentement à payer minimal pour maintenir constant leur niveau d'utilité en cas d'augmentation de la pollution et ne seraient donc constituer une mesure adéquate de leur consentement à payer total pour une amélioration de l'environnement.

⁶ La brève présentation que nous en faisons s'appuie pour l'essentiel sur celle fournie dans Day (2001). Nous renvoyons à cet auteur pour d'éventuels approfondissements.

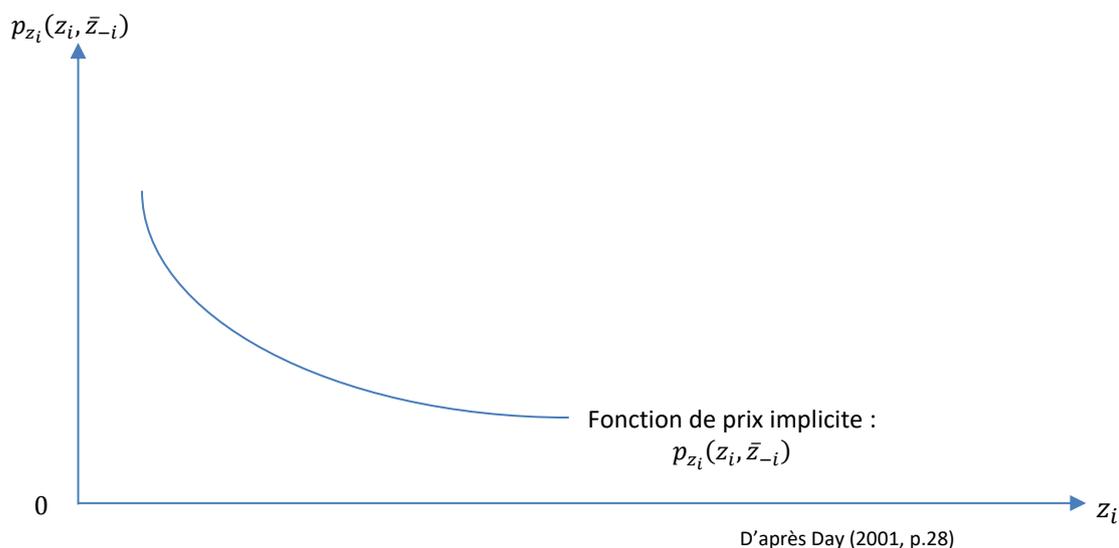
mêmes définis spatialement. Ainsi, à tout instant t , toutes les propriétés d'une aire urbaine vont représenter les produits de ce marché immobilier. Les ménages désirant vivre dans cette aire urbaine constituent les consommateurs sur ce marché et les propriétaires constituent les producteurs et vont donc déterminer le niveau d'offre. Chaque bien immobilier peut être décrit par les qualités ou caractéristiques de sa structure, du voisinage et de sa localisation. Une manière compacte de noter ces caractéristiques consiste à définir un vecteur de valeurs de chacune des caractéristiques de l'habitation. Usuellement, chaque habitation sera décrite par un vecteur de type $z = (z_1, \dots, z_K)$ dans lequel z_i , pour $i = \{1; \dots; K\}$, correspond au niveau ou quantité prise par la caractéristique i . En fait, le vecteur z est sensé mesurer l'ensemble des services fournis par l'habitation aux ménages. Nous supposons que ces caractéristiques sont mesurées de manière à être considérées comme des « biens », des caractéristiques bénéfiques pour le ménage, plutôt que des nuisances⁷. Par ailleurs, nous considérons que les caractéristiques sont fixes au moment de la vente. Cela ne veut pas dire qu'un propriétaire ne peut pas améliorer certains appartements concernant les caractéristiques propres au bien, ou ne peut pas réaliser des mesures préventives concernant certaines nuisances mais que s'il a décidé de le faire, il a procédé à ces améliorations avant la mise en vente. Au final, lorsqu'un ménage achète une habitation dans une zone particulière, on considère qu'il sélectionne un ensemble particulier de valeurs pour chaque z_i . Le prix d'une habitation sera fonction du vecteur de caractéristiques z , comme l'indique la fonction $P = P(z)$. Cette fonction est la fonction de prix hédonique car elle est déterminée par les différentes qualités du bien différencié et l'utilité que l'acheteur en retire. Dans le cadre du marché immobilier, ce prix correspond au loyer payé par le ménage à un propriétaire. Bien évidemment, certains ménages acquièrent leur habitation pour y habiter. Dans ce cas, on traite les ménages comme des propriétaires qui se versent un loyer à eux-mêmes. Si les marchés fonctionnent parfaitement, alors le prix auquel le ménage achète une habitation correspondra à la somme actualisée de tous les loyers futurs par période d'habitation soit le prix d'achat suivant :

$$PA = \sum_{t=1}^T \frac{P(z)}{(1+d)^t} = P(z) \frac{1 - (1+d)^{-T}}{d}$$

⁷ Ainsi, dans le cadre du niveau de pollution sonore, si l'on dispose d'un niveau de nuisance en termes de décibels, l'échelle donnée par les différents niveaux correspondant à cet indice pourra être inversée afin de correspondre à un indice de « quiétude et tranquillité » (Cf., Day, 2001, p. 24).



Le graphique précédent permet d'illustrer la fonction de prix hédonique pour une caractéristique particulière z_i . L'axe des ordonnées mesure le prix (loyer par unité de temps). Sur l'axe des abscisses est mesurée la quantité d'une caractéristique particulière z_i (par exemple, le niveau de « quiétude et de tranquillité ») dont elle permet de bénéficier. \bar{z}_i Représente vecteur de $K - 1$ constantes correspondant à un niveau constant pour l'ensemble des autres caractéristiques. On ne considère donc pas sur le graphique les interactions entre les différentes caractéristiques de la propriété. La représentation suppose que, *ceteris paribus*, la fonction de prix hédonique croît avec le niveau de la caractéristique z_i , mais que cet accroissement se fait à taux décroissant ce qui traduit une certaine forme de satiété. Cette idée peut être exprimée de manière plus évidente à partir du graphique ci-dessous qui représente le montant additionnel que doit payer un ménage partant d'un certain panier de caractéristiques s'il désire augmenter la quantité de z_i , *ceteris paribus*, en retenant l'idée que cette augmentation est d'autant moins importante que la quantité de z_i comprise dans l'habitation est importante.



Autrement dit, cette relation représente l'impact marginal de la caractéristique z_i sur le prix de l'habitation. Cette fonction est connue sous le terme de fonction de prix implicite. Ce terme s'explique par le fait que le prix marginal de la caractéristique nous est révélé de manière indirecte à travers le prix global que le ménage est prêt à payer pour l'habitation. Cette fonction correspond mathématiquement à la dérivée partielle de la fonction de prix hédonique par rapport à z_i .

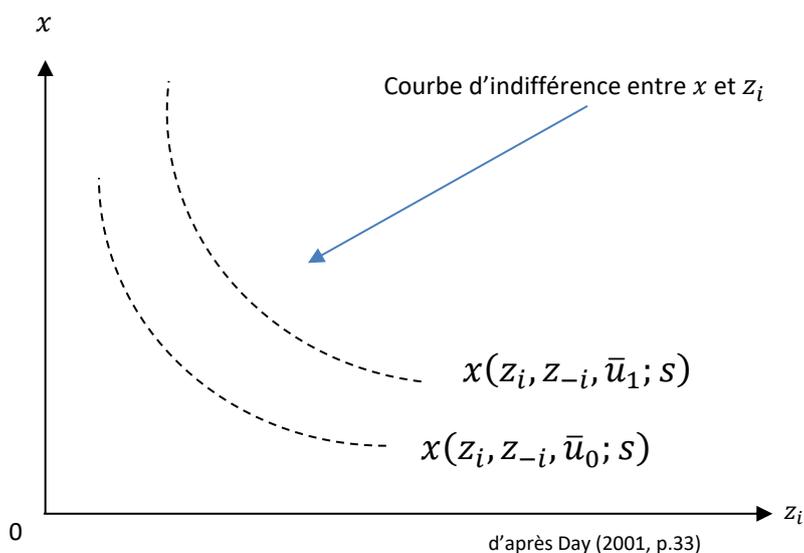
Admettons momentanément que la fonction de prix hédonique est établie par l'interaction des offreurs (les propriétaires fonciers) et les demandeurs (les ménages) et correspond à la condition d'équilibre du marché. Le modèle que Rosen (1974) a développé pour expliquer les décisions permettant d'aboutir à cet équilibre de marché est basé sur un certain nombre d'hypothèses dont les plus importantes sont que :

- chaque ménage individuel est price taker sur le marché immobilier ;
- chaque ménage n'achète ou ne loue qu'une habitation.

A partir de là, Rosen (1974) développe un modèle dans lequel les ménages choisissent leur localisation résidentielle de manière à maximiser les flux d'utilité qu'ils retirent de leur habitation. Pour ce faire, on suppose que les ménages ont des

préférences aux bonnes propriétés définies par une fonction d'utilité⁸ $U(z, x; s)$ où z correspond aux niveaux des différentes caractéristiques de l'habitation, x à la quantité consommé d'un bien composite regroupant l'ensemble des biens de l'économie en dehors de l'habitation⁹ et s les caractéristiques du ménage lui-même. Le ménage va choisir x et z de manière à maximiser son utilité sous sa contrainte budgétaire saturée donnée par $y = x + P(z)$ où y représente le revenu du ménage sur une période de temps. Rosen (1974) définit ainsi une fonction d'enchère $\frac{U_{z_i}}{U_x} = p_{z_i}(z_i, \bar{z}_{-i})$ qui correspond au montant que le ménage peut dépenser pour l'habitation.

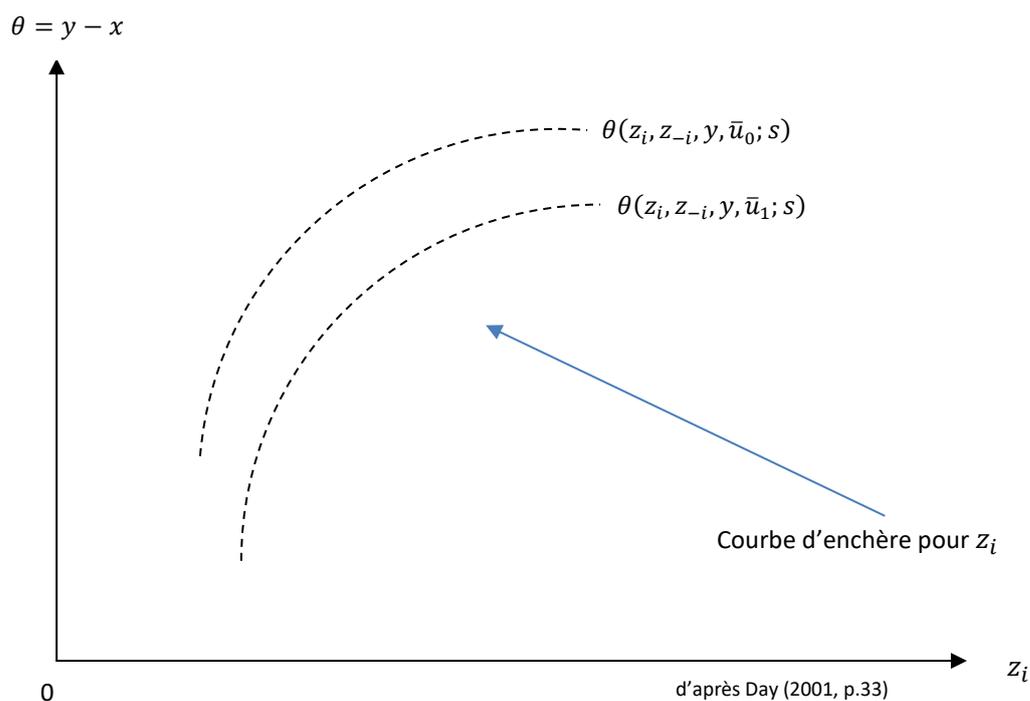
La fonction $\theta = y - x(z, \bar{u}; s) \equiv \theta(y, z, \bar{u}; s)$ correspond, quant à elle, à l'enchère du ménage pour une propriété présentant les caractéristiques z qui conduit à un niveau d'utilité donné \bar{U} . Il s'agit de ce que l'on appelle la fonction d'enchère de Rosen. Cette fonction fournit le montant maximum que le ménage pourrait payer pour une propriété présentant les attributs z de manière à atteindre un niveau donné d'utilité \bar{U} en ayant un niveau de revenu y .



⁸ Fonction strictement quasi-concave en (z, x) et deux fois continument différentiable. Cette fonction n'est pas spécifiée mais on suppose qu'elle est croissante par rapport à x et à z .

⁹ Il s'agit d'un bien numéraire qui, en définitive, représente la quantité de monnaie consacrée à l'achat des biens en dehors de l'habitation.

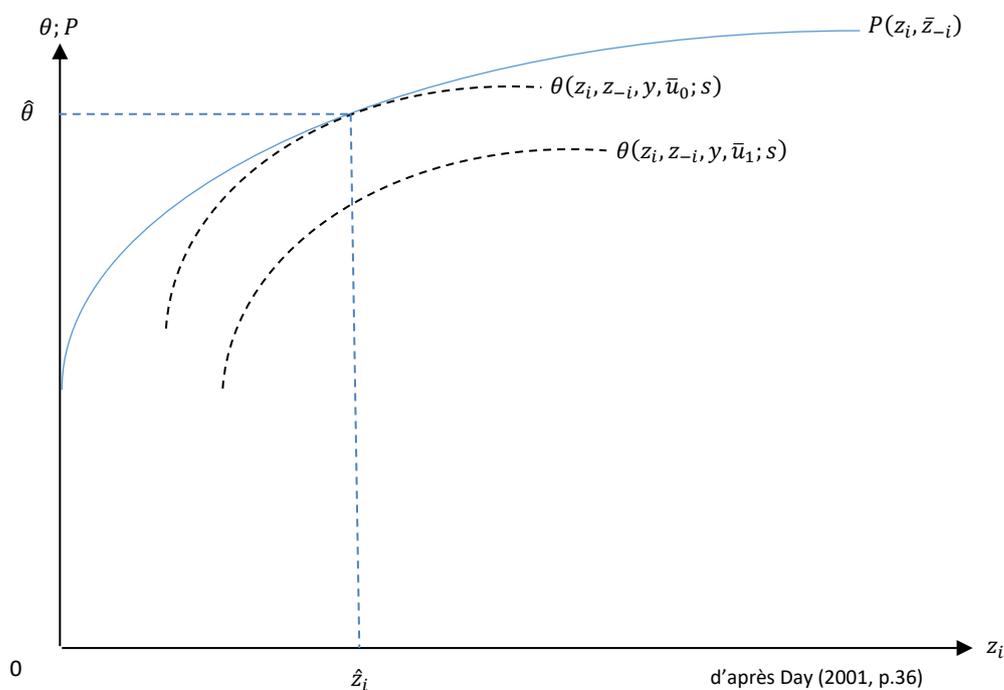
Cette fonction d'enchère peut être tracée graphiquement via les courbes d'indifférence de l'individu (voir graphique ci-dessus). En effet, étant donné que celles-ci correspondent à $x(z_i, z_{-i}, \bar{u}_1; s)$, il suffit d'inverser la courbe représentative des courbes d'indifférence par rapport à l'axe des ordonnées pour obtenir une représentation des courbes d'enchères pour différents niveaux d'utilité.



La courbe représentée ci-dessus reflète également une relation d'indifférence. Elle permet de décrire les combinaisons des attributs de la propriété, z , et les paiements pour ces attributs, θ , entre lesquels le ménage est indifférent, de telle sorte que toutes les combinaisons d'enchères/attributs le long d'une courbe d'enchère procurent au ménage le même niveau d'utilité. On note que la fonction d'enchère la plus basse sur le graphique fournit un plus grand niveau d'utilité que celles situées au-dessus. Étant donné que la fonction d'enchère est simplement une courbe

d'indifférence inversée, la valeur de la pente de la courbe d'indifférence est la même que celle de la courbe d'indifférence. Le choix d'un panier optimal d'attributs de l'habitation peut être représenté à partir de la courbe d'enchère. Pour cela, il faut transformer la contrainte budgétaire afin qu'elle soit exprimée de la même manière que θ . Pour cela, à partir de la contrainte budgétaire, on exprime $P(z)$ en fonction de y et x : $y - x = P(z)$. Les fonctions d'enchère nous indiquent le montant que le ménage consent à payer pour différents niveaux de l'attribut z_i , tandis que le barème de prix hédonique indique le prix minimum qu'ils doivent payer sur le marché pour différents niveaux de z_i .

Graphiquement (cf. graphique ci-dessous), afin de maximiser leur utilité, les ménages vont choisir le point de tangence entre la courbe d'indifférence et $P(z_i, \bar{z}_{-i})$.



Bien évidemment, les ménages n'ont pas tous le même revenu ni les mêmes caractéristiques socio-économiques. Etant donné que ces deux arguments entrent dans la fonction d'enchère, on peut s'attendre à ce que celle-ci diffère en fonction de la valeur prise par ces arguments.

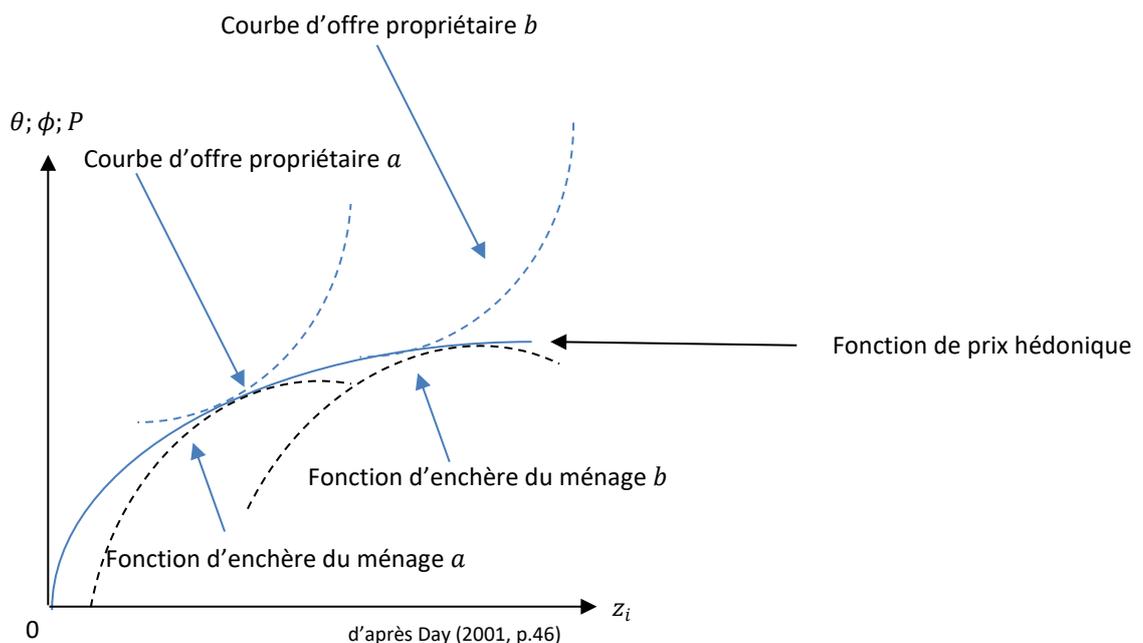
Il convient à présent de se pencher sur le côté de l'offre qui décrit la manière dont les propriétaires fonciers vont prendre leur décision concernant le type d'habitation qu'ils vont offrir. Afin de simplifier l'analyse, supposons que chaque propriétaire ne loue qu'une habitation. Bien évidemment, le loyer demandé par le propriétaire ne représente pas son profit, car il faut tenir compte des coûts que le propriétaire encourt¹⁰.

De manière analogue à ce qui a été vu concernant les ménages, le programme de maximisation du profit d'un propriétaire permet de déterminer sa fonction d'offre

¹⁰ Outre les coûts liés à l'achat de l'habitation, de tels coûts vont, entre autres, correspondre à la maintenance du niveau de la qualité de la propriété par une rénovation constante et des coûts de maintenance et aux investissements et désinvestissements nécessaires pour modifier les attributs de l'habitation qu'il acquiert.

de Rosen qui correspond à une fonction d'isoprofit : $\phi(z; \bar{z}, r, \bar{\pi}) = \bar{\pi} + c(z; r)$. Cette fonction décrit le loyer que le propriétaire doit percevoir afin d'atteindre un niveau de profit donné $\bar{\pi}$ s'il fournit une habitation dont le coût $c(z; r)$ dépend des caractéristiques de l'habitation et donné des caractéristiques r du propriétaire. On peut représenter les fonctions d'offre de Rosen grâce à des courbes d'offre. Chaque courbe d'offre combine les loyers et les niveaux d'attributs qui conduisent à un même niveau de profit pour différents niveaux de caractéristiques z_i .

Afin de maximiser son profit, chaque propriétaire va chercher à fournir des niveaux de caractéristiques pour l'habitation qui lui permettent de se positionner sur la courbe d'offre lui permettant d'atteindre le plus important niveau de profit tout en étant compatible avec les prix du marché en vigueur. Comme dans le cas du ménage, cela implique la tangence entre la courbe d'offre et le barème de prix hédoniques en vigueur sur le marché. Les courbes d'offre vont être différentes pour les différents propriétaires car ceux-ci vont différer en termes de pouvoir d'achat et/ou au niveau de la valeur des paramètres et des attributs.



Nous avons jusqu'à présent considéré de manière indépendante les choix des consommateurs et ceux des offreurs. Le graphique ci-dessus présente simultanément les deux ensembles de décisions. Les ménages définissent leur localisation résidentielle optimale en choisissant une propriété qui possède l'ensemble des attributs qui correspond à la tangence entre leur fonction d'enchère la plus basse et la fonction de prix hédonique. Les ménages ne peuvent pas accroître leur utilité en enchérissant sur une propriété avec des caractéristiques différentes. De la même manière et simultanément, les propriétaires maximisent leur profit en choisissant d'offrir une propriété avec un ensemble d'attributs qui leur permet de se déplacer vers la courbe d'offre la plus haute qui reste compatible avec les prix de marché. Offrir tout autre ensemble alternatif d'attributs conduirait à des offres pour leur propriété qui les mèneraient à un niveau de profit moindre. Lorsqu'une courbe d'enchère et une courbe d'offre se rejoignent, les agents sont appareillés. Il s'agit d'une situation d'équilibre de marché dans laquelle, pour les prix de marché en vigueur, la demande pour les propriétés est égale à l'offre pour ces propriétés. Au niveau désagrégé que nous avons considéré, nous avons supposé que chaque agent économique individuel a un impact négligeable sur le marché et considère la fonction de prix hédonique comme donnée. Afin de comprendre comment l'équilibre est atteint, il faut nous situer à un niveau agrégé de la demande et de l'offre.

Notons que si les attributs des propriétaires ne peuvent pas être influencés par les propriétaires, alors l'offre des habitations avec certaines caractéristiques sera déterminée par l'état du stock d'habitation actuel dans l'aire urbaine. Dans ce cas, l'offre agrégée sera parfaitement inélastique et le barème de prix hédonique d'équilibre sera seulement déterminé par le niveau de la demande agrégée pour des habitations avec différentes caractéristiques. L'équilibre de marché est atteint pour la fonction de prix hédonique $P(z)$ telle que $Q^d(z) = Q^s(z)$ où $Q^d(z)$ est la fonction de demande agrégée pour les propriétés ayant des caractéristiques z et $Q^s(z)$ la fonction d'offre agrégée pour les propriétés ayant des caractéristiques z .

Pour finir, il convient de noter que les résultats obtenus à partir des analyses empiriques basées sur la fonction de prix hédoniques sont sensibles à la forme

fonctionnelle choisie pour conduire l'analyse¹¹. L'approche la plus simple est basée sur la spécification linéaire suivante :

$$P = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k x_k + \varepsilon$$

Dans cette équation, P désigne le prix de l'habitation, ε est un vecteur représentant un terme d'erreur aléatoire et β_k , pour $k = \{1, \dots, K\}$, indique le changement marginal sur le prix unitaire de la k -ième caractéristique x_k de l'habitation. Autrement dit, si x_k varie d'une unité, le prix varie de β_k unités.

Une deuxième approche est basée sur une spécification semi-log pouvant prendre l'une des deux formes suivantes :

$$\ln P = \ln \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k x_k + \varepsilon \text{ ou } P = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k \ln x_k + \varepsilon$$

Dans le premier cas, le cas d'une fonction log-linéaire, une variation d'une unité de x_k entraîne une variation de $100 \beta_k$ unités en pourcentage du prix. Dans le second cas, celui d'une fonction linéaire-log, une variation de 1% de x_k entraîne une variation de $\beta_k/100$ du prix.

Enfin, une autre spécification envisageable correspond à une fonction log-log. Dans ce cas, on considère à la fois des formes logarithmiques pour la variable dépendante et les variables explicatives. Une variation de 1% de x_k entraîne alors une variation de $\beta_k\%$ du prix.

La forme linéaire a été au départ la plus utilisée. Cependant, si la véritable forme fonctionnelle de l'équation hédonique n'est pas linéaire, cela peut entraîner des estimations inconsistantes des coefficients résultant de l'approche empirique. Afin de résoudre ce problème, Freeman (1979) a proposé d'utiliser une transformation de Box-Cox qui va permettre de choisir la forme fonctionnelle adéquate en fonction de la forme particulière de la base de données. Cette transformation s'écrit :

$$P^{(\theta)} = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k x_k^{(\lambda_k)} + \varepsilon \text{ où } P^{(\theta)} = \begin{cases} \frac{P^{(\theta)} - 1}{\theta} & \text{si } \theta \neq 0 \\ \ln P & \text{si } \theta = 0 \end{cases} \text{ et } x_k^{(\lambda_k)} = \begin{cases} \frac{x_k^{(\lambda_k)}}{\lambda_k} & \text{si } \lambda_k \neq 0 \\ \ln x_k & \text{si } \lambda_k = 0 \end{cases}$$

¹¹ Pour de plus amples développements sur ce sujet, Cf. Xiao (2017, 16-20).

On remarque que si θ et λ_k sont égaux à 1, le modèle correspond à la spécification linéaire. S'ils sont égaux à 0, il correspond à la forme log-log. Si $\theta = 0$ et $\lambda_k = 1$, le modèle correspond à la forme log-linéaire et, pour finir, si $\theta = 1$ et $\lambda_k = 0$, il correspond à la forme linéaire-log. Cette approche est à l'heure actuelle adoptée de manière de plus en plus fréquente par les études empiriques utilisant la méthode des prix hédoniques.

I. Les travaux empiriques de mesure des dommages liés à la pollution sonore dans les ports

La directive 2002/49/CE de l'Union Européenne (European Union, 2002) assimile le bruit portuaire à un bruit industriel ne prenant pas en compte les spécificités telles que la complexité des sources acoustiques des ports, la répartition des sources acoustiques sur l'eau et les conditions particulières de propagation du son. Dans le domaine économique, il semble qu'aucune étude n'ait été réalisée dans le domaine de l'évaluation sonore dans les zones portuaires. Les économistes se sont davantage concentrés sur l'évaluation de la pollution sonore due à la proximité des aéroports, des réseaux ferrés et des routes.

La majorité des travaux réalisés analysent l'impact de la pollution sonore sur le marché immobilier grâce à la méthode des prix hédoniques¹². Ainsi, Baranzini et Ramirez, 2005, utilisent la méthode des prix hédoniques pour estimer le consentement à payer des agents pour réduire le bruit lié à la présence d'un aéroport à proximité de leur habitation à Genève. Pour cela, ils utilisent deux mesures du bruit : $L_{r_{DN}}$ qui est un indice mesurant la moyenne du bruit jour et nuit, basé sur les indices fournis en annexe de la directive 2002/49/CE, et $L_{10} - L_{90}$ qui mesure la dynamique du bruit. L_{10} est le niveau de bruit maximal et L_{90} correspond au niveau de bruit résiduel. Ils montrent que le bruit a un impact sur le prix des locations immobilières. Une hausse d'un décibel fait baisser le prix d'environ 0,7% à Genève et de 1% dans la zone à proximité de l'aéroport. Ce résultat est comparable avec ceux des études réalisées dans d'autres pays industrialisés. En revanche, les

¹² La présentation d'une sélection de travaux adaptée aux questions traitées dans le cadre du Projet REPORT que nous fournissons ci-après n'a pas prétention à l'exhaustivité dans ce domaine. Nous renvoyons le lecteur, pour des revues de la littérature plus complètes, à Navrud (2002) et Bristow *et al.* (2015).

impacts ne varient pas selon les différents types de bruit. Par ailleurs, ils démontrent que la dynamique du bruit n'a pas d'effet significatif. En 2010, Baranzini *et al.* comparent dans un modèle de prix hédonique l'utilisation du bruit mesuré et perçu afin de mesurer l'impact de la pollution sonore sur le marché immobilier. Pour que le prix de l'immobilier soit influencé par le bruit, ce dernier doit être perçu par les résidents. Ainsi, l'utilisation du bruit mesuré en tant que variable conduit à un biais. Dans leur modèle, ils utilisent des données directement comparables sur la pollution sonore objective et perçue. Ils démontrent qu'il y a une relation entre ces deux variables bien qu'il y ait une variabilité dans la perception du bruit lorsque le niveau de bruit mesuré est relativement faible. Ainsi, ils constatent que, pour des niveaux de bruit modérés à élevés, le bruit mesuré est une approximation fiable de la perception individuelle du bruit.

L'évaluation économique des impacts de la pollution sonore sur le bien-être des agents économiques ne se fait cependant pas exclusivement à partir de la seule méthode des prix hédoniques ainsi que le démontre l'état de l'art de l'évaluation économique du bruit réalisé par Navrud (2002) dans son rapport pour la Commission Européenne. Il est en effet important de connaître le coût social du bruit pour estimer le niveau d'investissement socialement optimal des mesures de réduction de ce type de nuisance. Dans le cadre de l'évaluation environnementale, les méthodes basées sur les préférences révélées (méthode des prix hédoniques) ainsi que celles basées sur les préférences déclarées (évaluation contingente et *Choice Experiment*) ont été utilisées par de nombreux auteurs pour évaluer la valeur du bruit des transports. Comme indiqué précédemment, la majorité des études sur le bruit ont été réalisées en utilisant la méthode des prix hédoniques. L'intérêt de cette méthode réside dans le fait qu'elle s'appuie sur le comportement réel du marché immobilier, qui permet d'observer le consentement à payer des individus pour le bruit et d'autres caractéristiques environnementales de l'habitation. En revanche, les résultats de ce type de modèles sont très sensibles aux spécifications du modèle. L'une des raisons qui explique le peu d'études basées sur l'évaluation contingente provient du fait qu'il est difficile de construire un bon questionnaire sur l'évaluation de la réduction des niveaux de bruit (notamment les parties portant sur la description de la réduction du bruit, le cadre institutionnel et le mode de paiement). De nombreuses études basées sur le *Choice Experiment* évaluent la valeur en pourcentage de la réduction du bruit sans vérifier si les agents comprennent ce que cela signifie réellement pour eux. Des paiements justes et réalistes doivent être

utilisés pour éviter les zéros de protestation dans les travaux réalisés sur la base des préférences déclarées. La meilleure approche en termes de moyen de paiement et de méthodes d'élicitation du bruit pourrait toutefois différer en fonction des différentes sources de bruit et des différents pays en raison, par exemple, de différents contextes institutionnels, culturels et de préférences diverses. Etant donné que les travaux utilisant le *Choice Experiment* sont basés sur des attributs, ils permettent au chercheur d'évaluer les attributs ainsi que les changements de situation. Cette approche peut fournir beaucoup plus d'informations sur un éventail de politiques alternatives possibles et réduire la taille de l'échantillon nécessaire par rapport à la méthode d'évaluation contingente. Cependant, les problèmes de conception des enquêtes utilisant cette méthode sont souvent beaucoup plus complexes en raison du nombre de biens à décrire et des méthodes statistiques à utiliser. De plus, les choix lexicographiques et autres stratégies simplificatrices employées par le répondant pour choisir entre des alternatives complexes pourraient conduire à des résultats biaisés.

Dans les différentes études empiriques d'évaluation du bruit, Navrud (2002) observe que l'approche méthodologique et les unités de mesure diffèrent selon les pays. Il semble qu'il y ait deux approches principales :

- Une valeur économique par décibel par an, mesuré par l'indice de dépréciation du prix dû au bruit (NDSI), défini comme un pourcentage moyen de variation du prix des propriétés par décibel.
- Une valeur économique par an par personne (ou ménage) pour qui le bruit représente une nuisance. Deux mesures sont utilisées : une valeur par personne fortement dérangée et une valeur par personne dérangée, indépendant du niveau de nuisance.

La première approche est basée sur les études de prix hédoniques tandis que la seconde est basée sur les méthodes reposant sur des préférences déclarées. En plus de ces deux approches, dans certaines études, des auteurs ont tenté de calculer les coûts nationaux de nuisance du bruit en termes de pourcentage du PIB. Cependant ces derniers résultats semblent moins pertinents pour le transfert de bénéfice des mesures de réduction du bruit.

Les valeurs économiques recommandées pour les nuisances sonores varient. Cela peut être dû à des niveaux de bruit initiaux différents, à différents niveaux de revenu, à des différences culturelles, à des approches méthodologiques différentes (et à l'unité d'évaluation du bruit utilisée), à l'inclusion d'autres coûts sociaux que les

coûts de nuisance, etc. DETR (1999) a réalisé une revue de littérature portant sur 64 études d'évaluation du bruit (comprenant à la fois des études d'évaluation originales et des revues d'études) en indiquant les fourchettes de résultats suivantes :

- 24-48 euros par décibel par ménage et par an (pour quatre études) ;
- variation du prix de l'immobilier par décibel de 0,08% à 2,30% (pour 43 études) ;
- 0,02%-2,27% du PIB (pour 15 études au total).

La littérature sur la thématique de l'évaluation du bruit est dominée par les études de prix hédoniques qui sont assez anciennes. Cependant, les estimations du NDSI provenant d'études de prix hédoniques semblent être difficiles à transférer, à la fois théoriquement et dans la pratique (Day, 2001). Il y a de plus en plus d'études portant sur le bruit lié au trafic routier effectuées par des méthodes basées sur les préférences déclarées, mais seules quelques-unes présentent une résolution exprimée en « euro par personne gênée par an » pour différents niveaux de nuisance sonore.

Plus récemment, Bristow *et al.* (2015) ont réalisé une méta-analyse des études portant sur l'évaluation des nuisances sonores dues au transport. Cette méta-analyse se basent sur 49 études dans 23 pays durant près de 40 ans ayant des valeurs comparables. L'objectif de ces auteurs est d'expliquer les différences de résultats des travaux réalisés. La variable expliquée correspond à la valeur annuelle par ménage pour une variation d'un décibel.

En ce qui concerne les variables explicatives, les sources de pollution sonore proviennent généralement des aéroports, réseaux ferrés et routiers. En utilisant la méthode des prix hédoniques, les différents auteurs obtiennent des résultats divergents. Andersson *et al.* (2013) obtiennent ainsi des valeurs du bruit plus élevées pour le réseau routier que pour le réseau ferré sauf pour des niveaux supérieurs à 70 décibels contrairement à Day *et al.* (2007) pour lesquels les valeurs dues au réseau ferré sont toujours supérieures à celles des autres types de bruit. Ainsi, les résultats des études basées sur les modèles hédoniques peuvent sembler contradictoires. Dans le cas des travaux basés sur les préférences déclarées, dans trois études, la valeur du trafic aérien est toujours nettement supérieure à la valeur du bruit du trafic routier (Duarte et Cladera, 2008 ; Plowden, 1970 ; Thune-Larsen, 1995). Une quatrième étude obtient un résultat inverse (Pommerehne 1988). Eliasson *et al.* (2002) établissent eux que les nuisances sonores routières sont plus dérangeantes que les nuisances sonores ferroviaires.

Les valeurs du bruit en décibel correspondent à une deuxième variable explicative dans ces modèles, de même que l'élasticité du revenu des habitants des sites étudiés. Les résultats des travaux basés sur les préférences déclarées démontrent que l'élasticité de revenu pour les biens environnementaux est positive et inférieure à un. Une segmentation du niveau de nuisance peut également être envisagée via une échelle de Likert à cinq niveaux allant de pas du tout à extrêmement nuisible.

Deux méthodes basées sur les préférences déclarées sont généralement utilisées : l'évaluation contingente et le *Choice Experiment*. Les pertes dues au bruit obtenues sont plus faibles lorsqu'on utilise l'évaluation contingente que celles mesurées à partir de modèles de prix hédoniques (Bjørner et al. 2003; Pommerehne 1988; Vainio 2001). En revanche, Thanos *et al.* (2011) obtiennent des résultats équivalents à travers la méthode des prix hédonique et le *Choice Experiment*. Par ailleurs, trois études (Thune-Larsen, 1995 ; Wardman et Bristow, 2004 ; MVA Consultancy, 2007) indiquent des valeurs comparables obtenues à partir de la méthode d'évaluation contingente et du *Choice Experiment*, mais la méthode évaluant la nuisance sonore la plus élevée n'est pas systématiquement la même. Il semble cependant que les valeurs provenant de la méthode d'évaluation contingente ont tendance à être inférieures à celles dérivées des approches basées sur le *Choice Experiment* ou des préférences révélées.

Enfin, le surplus du consommateur peut également être intégré en tant que variable explicative.

Dans le cadre de la méta-analyse menée par Bristow *et al.* (2015), le modèle révèle des valeurs du bruit plus importantes pour le trafic aérien comparativement aux autres modes de transport. Par ailleurs, lorsque les niveaux de bruit expérimental sont inférieurs à 55 décibels, les valeurs sont plus faibles et inversement. Les effets de la segmentation du niveau de nuisance sonore sont importants. Les personnes extrêmement dérangées par le bruit lui accordent des valeurs plus importantes (environ neuf fois plus grandes) que celles qui ne sont pas du tout dérangées. Ce résultat confirme l'importance de la perception et de la sensibilité au bruit dans l'évaluation.

Dans le cadre de la comparaison de l'évaluation des impacts monétaires des nuisances sonores dues à la présence d'un aéroport obtenus à partir de modèles basés sur les préférences déclarées et révélées, Matos *et al.* (2013) s'intéressent aux résultats obtenus à partir d'un modèle de prix hédonique et d'un modèle basé sur les préférences déclarées (évaluation contingente). La méthode des prix hédoniques

compare les prix des logements dans les zones résidentielles en utilisant différents niveaux sonores des avions. La seconde méthode, en demandant aux participants d'échanger de la monnaie hypothétique contre du bruit hypothétique, repose entièrement sur une opinion subjective. Matos *et al.* (2013) utilisent une méthode combinant les deux approches. Les données de l'étude sont obtenues dans les mêmes zones résidentielles à la même période autour de sept aéroports. Dans un premier temps, une enquête a été réalisée en face à face. Les questionnaires comprenaient un ensemble de questions sur le bruit et la gêne générés par les avions sur les sites. Douze ensembles de choix comprenant chacun trois scénarios alternatifs avec différents nombres d'aéronefs de types différents survolant la zone au cours de périodes définies et assortis de montants différents de compensation monétaire ont été proposés à chaque répondant. Pour chaque ensemble de choix de trois scénarios, il a été demandé aux répondants d'identifier leurs options les plus préférées (*best option*) et les moins préférées (*worst option*). Les ensembles de choix ont été présentés séparément pour six périodes consécutives de quatre heures réparties dans la journée. Chaque répondant était invité à faire des choix pour trois des six périodes. L'analyse statistique a produit un coefficient pour chaque type d'aéronef dans chaque période et une valeur monétaire pour chacun des sites par rapport à la période de base adoptée de 23h00 à 03h00. Les résultats issus de l'étude basée sur les préférences déclarées montrent une variation large et statistiquement significative des coefficients pour chaque type d'avion et d'heure de la journée par site d'étude. Dans un deuxième temps, une étude de prix hédoniques a été réalisée sur la base des données de l'enquête ANASE dans laquelle des mesures du bruit sont incluses, notamment un indice d'exposition au bruit du trafic aérien (NNI). Les résultats indiquent qu'il existe une corrélation significative négative entre le logarithme du prix et le prix des logements pour toutes les mesures de prix testées. Enfin, une analyse combinée a été réalisée dans laquelle la variable issue de l'évaluation contingente a été intégrée aux données ANASE. Cette analyse a montré des corrélations significatives entre les coefficients issus de la méthode des préférences déclarées et les prix moyens pondérés des logements dans chaque zone.

Enfin, sur la base de la seule méthode d'évaluation contingente, Istamto *et al.* (2014) ont réalisé une étude sur cinq pays (Pays-Bas, Royaume-Uni, Allemagne, Espagne et Finlande) pour estimer les valeurs économiques perçues des risques pour la santé liée à la pollution de l'air et au bruit dus au trafic et évaluer simultanément le

consentement à payer pour les deux types de polluants. Quatre hypothèses basées sur la littérature ont été élaborées :

- Les personnes qui connaissent bien les effets de la pollution de l'air et du bruit de la circulation routière sur la santé ont un consentement à payer plus élevé.
- Les personnes qui déclarent être très préoccupées par l'environnement en général, et/ou très préoccupées par les effets de la pollution de l'air et/ou du bruit ont un consentement à payer plus élevé.
- Les personnes qui signalent être très incommodées par la pollution de l'air ou le bruit de la circulation routière ont un consentement à payer plus élevé.
- Les personnes qui déclarent être extrêmement sensibles aux effets de la pollution de l'air et/ou du bruit, et/ou ayant des difficultés à se détendre dans des endroits pollués ou bruyants, ont un consentement à payer plus élevé.

Une enquête à partir d'un questionnaire via email a été réalisée. Il a été demandé aux répondants combien ils seraient disposés à payer chaque année pour éviter certains risques liés à des polluants spécifiques. Trois séries de vignettes avec différents niveaux d'information ont été fournies avant les questions relatives au consentement à payer. Les estimations moyennes de ce dernier pour éviter les effets du bruit du trafic routier sont les suivantes: 90 € par an pour les risques généraux pour la santé, 100 € par an pour une augmentation de 13% des nuisances graves et 320 € par personne pour un scénario de risque lié à une augmentation du niveau de bruit de 50 à 65 décibels. Leurs médianes sont respectivement de 20 €, 20 € et 50 € par an. Ces auteurs démontrent que les perceptions et les attitudes des individus face aux risques ont eu une incidence considérable sur les estimations. Les différences observées dans les estimations brutes du consentement à payer entre les pays sont très différentes lorsque les variables liées à la perception sont incluses dans les modèles.

Pour finir, il convient de noter que des études récentes se sont attachées à mesurer l'impact de la pollution sonore à partir de travaux basés sur une analyse prenant explicitement en compte le caractère spatial de ces impacts.

Ainsi, Dekkers et van der Straaten (2009) développent un modèle de tarification hédonique spatialement explicite pour les prix des logements afin de quantifier le coût social de la nuisance sonore des avions en termes monétaires. Ils se concentrent sur les zones à proximité de l'aéroport d'Amsterdam et prennent en

compte simultanément plusieurs sources de bruit de la circulation (routes, chemins de fer et avions) en fixant des valeurs seuil pour les trois sources de bruit au-dessus desquelles le son est généralement perçu comme une nuisance. Ils concluent qu'un niveau de bruit plus élevé signifie, *ceteris paribus*, un prix de l'immobilier plus bas. Le trafic aérien est celui qui a le plus gros impact sur les prix, suivi du trafic ferroviaire et du trafic routier. Les résultats de ce modèle sont utilisés pour estimer les bénéfices marginaux et totaux de la réduction du bruit des avions dans la zone située aux alentours de l'aéroport d'Amsterdam. La réduction du bruit d'un décibel mène à une augmentation de 1 459 euros par habitation, et à un bénéfice total de 574 millions d'euros.

En France, Le Boennec et Salladarré (2017) cherchent à démontrer que la pollution de l'air et le bruit peuvent affecter le bien-être des habitants de Nantes en utilisant la méthode des prix hédoniques. Afin de comprendre les relations complexes qui peuvent exister entre les variables explicatives et le prix du logement, ils examinent non seulement les effets directs de la pollution atmosphérique et du bruit sur le prix d'environ 3 000 maisons vendues à Nantes et dans sa métropole de 2002 à 2008 (données PERVAL), mais également la manière dont certains attributs d'emplacement des logements peuvent affecter la pollution de l'air et le bruit. Ils prennent ainsi en considération la manière dont certaines variables exercent une influence sur le prix du logement, transitant par des interactions spécifiques, qui sont habituellement ignorées lors de l'utilisation de la méthode classique des prix hédoniques. Ils démontrent que même si la pollution de l'air peut être affectée par certaines caractéristiques géographiques de la maison, cette variable n'a finalement aucun impact significatif sur le prix. En revanche, le bruit est affecté par l'emplacement de la maison et exerce un effet significatif sur le prix du logement. Cependant, si la pollution atmosphérique n'a pas d'impact au niveau mondial, les personnes qui vivaient dans un lieu pollué avant de venir à Nantes sont sensibles à la qualité de l'air, tandis que celles qui résidaient dans un lieu peu pollué ont tendance à choisir des logements peu exposés au bruit.

Pour leur part, Chasco et Le Gallo (2012) s'intéressent à l'impact de la qualité de l'air et de la pollution sonore sur le prix des transactions immobilières dans le centre-ville de Madrid. Ils incorporent à la fois des mesures objectives (indicateurs composites) et subjectives (basées sur la perception des individus et mesurées par le pourcentage des ménages estimant que leur domicile était pollué ou bruyant au

recensement de 2001) de ces pollutions. Ils estiment des modèles hédoniques à plusieurs niveaux spatiaux pour évaluer le consentement à payer pour une meilleure qualité de l'air et une réduction du bruit. Ils constatent que le bruit et la pollution atmosphérique sont des variables de perception ayant un effet dit de halo : les habitants des quartiers riches ne perçoivent pas leur environnement comme étant fortement pollué en raison de leur « sens du lieu » plus élevé. Ils obtiennent un résultat contre-intuitif : les mesures objectives ont un impact positif sur le prix des logements contrairement aux mesures subjectives. Ces auteurs concluent que les prix du logement sont mieux expliqués par une évaluation subjective que par des mesures objectives.

Pour finir, Swoboda *et al.* (2015) ont estimé une fonction de prix hédonique spatiale pour estimer l'impact du bruit de la circulation sur le prix des habitations utilisant les techniques de *régression pondérée géographiquement* dans la zone urbaine de St. Paul au Minnesota. Plus précisément, ils estiment les régressions semi-logarithmiques du prix de chaque maison en utilisant uniquement les informations contenues dans les ventes de maisons « locales » (à la fois géographiquement et temporellement). Ils montrent que la fonction hédonique varie dans l'espace et le temps dans la zone d'étude. Ces modèles plus flexibles représentent des améliorations significatives par rapport aux modèles paramétriques conventionnels. Leur résultat montre que le bruit est l'une des seules variables à ne pas mettre en évidence de non-stationnarité spatiale (l'autocorrélation spatiale n'est pas la même dans tout l'espace). Ils constatent une variation temporelle significative des coefficients de bruit, soit environ un quart par décibel en 2006 et un demi pour cent par décibel en 2010.

II. Références bibliographiques

Adamowicz, W., Louviere, J., Williams, M., 1994. "Combining revealed and stated preference methods for valuing environmental amenities". *Journal of Environmental Economics and Management*, 26, 271-292.

Andersson H., Jonsson, L., Ögren, M., 2013. "Benefit measures for noise abatement: calculations for road and rail traffic noise". *European Transport Research Review*, 5(3) 135- 148.

Arrow, K., Solow, R., Portney, P.R., Leamer, E.E., Radner, R., Schuman, H., 1993. "Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation". *Federal Register*, 58(10), 4602-4614.

Baranzini, A., Ramirez, J. V., 2005. "Paying for quietness: The impact of noise on Geneva rents". *Urban Studies*, 42(4), 633-646.

Baranzini, A., Schaerer, C., Thalmann, P., 2010. "Using Measured instead of Perceived Noise in Hedonic Models". *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 15(8), 473-482.

Becker, G. S., 1965. "A Theory of the Allocation of Time". *The Economic Journal*, 75(299), 493-517.

Bjørner, T., Kronbak, J., Lundhede, T., 2003. "Valuation of noise reduction: comparing results from hedonic pricing and contingent valuation". Research report, AKF Forlaget, Copenhagen.

Bristow, A.L., Wardman, M., Chintakayala, V.P.K., 2015, "International meta-analysis of stated preference studies of transportation noise nuisance". *Transportation*, 42(1), 71-100.

Carson, R., Flores, N., Meade, N., 2001. "Contingent Valuation: Controversies and Evidence". *Environmental and Resource Economics*, 19, 173-201.

Chasco, C. and Le Gallo, J., 2013. "The Impact of Objective and Subjective Measures of Air Quality and Noise on House Prices: A Multilevel Approach for Downtown Madrid". *Economic Geography*, 89:2, 127-148.

Coase, R., 1960. "The problem of social cost". *Journal of Law and Economics*, 1-44.

Davis, R.K., 1963. *The Value of Outdoor Recreation: An Economic Study of the Maine Woods*, PhD Thesis, Harvard University, Cambridge.

Day B., Bateman, I., Lake, I., 2007. "Beyond implicit prices; recovering theoretically consistent and transferable values for noise avoidance from a hedonic property price model". *Environmental and Resource Economics*, 37(1) 211-232.

Day, B. 2001. *The theory of Hedonic Markets: Obtaining welfare measures for changes in environmental quality using hedonic market data*. CSERGE-UCL, London.

Dekkers, J.E.C, van der Straaten, J.W., 2009. "Monetary Valuation of Aircraft Noise". *Ecological Economics*, 68(11), 2850-2858.

DETR, 1999. *Review of Studies On External Costs of Noise*. Prepared by Rhian Hawkins, Environment Protection Economics Division, DETR (now DEFRA), July.

Duarte, C.M., and Cladera, J.R., 2008. "The noise impact on residential environments in contemporary metropolises: the case of Barcelona". A: XII Conference of the Institute of Urban Design *The Heart of the City Krakow. Efficiency in Public Economics*. Springer-Verlag, Berlin, 363-400.

Eliasson, J., Lindqvist Dillen, J., Widell, J., 2002. "Measuring Intrusion Trough Stated Preferences and Hedonic Prices – A Comparative Study". Association for European Transport. *European Transport Proceedings*, Homerton College, Cambridge.

European Union, 2002. *Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise*. Official Journal of the European Communities, L 189/12, Brussels.

Freeman, A.M.I., 1979. *The benefits of environmental improvement: Theory and practice*. Washington: Resources for the Future.

Hotelling, H., 1949. *An Economic Study of the Monetary Valuation of Recreation in the National Parks*, U.S. Department of the Interior, National Park Service and Recreational Planning Division, Washington, DC.

Istamto, T, Houthuijs, D., Lebre, E., 2014. "Willingness to pay to avoid health risks from road-traffic-related air pollution and noise across five countries". *Science of the Total Environment*, 497, 420–429.

Johnston, R.J., Boyle, K.J., Adamowicz, W., Bennett, J., Brouwer, R., Cameron, T.A., Hanemann, W.M., Hanley, N., Ryan, M., Scarpa, R., Tourangeau, R., Vossler, C.A., 2017.

"Contemporary Guidance for Stated Preference Studies". *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 4(2), 319-405.

Lancaster, K.J., 1966. "A New Approach to Consumer Theory". *Journal of Political Economy*, 74, 132-57.

Le Boennec, R., Salladarré, F., 2017. "The impact of air pollution and noise on the real estate market. The case of the 2013 European green capital: Nantes, France". *Ecological Economics*, 138, 82-89.

Louviere, J.J., Hensher, D.A., 1982. "On the design and analysis of simulated choice or allocation experiments in travel choice modelling". *Transportation Research Record*, 890, 11-17.

Louviere, J.J., Woodworth, G., 1983. "Design and analysis of simulated consumer choice or allocation experiments: an approach based on aggregate data", *Journal of Marketing Research*, 20, 350-367.

Matos, J.C.B, Flindell, I., Le Masurier, P., Pownall, C., 2013. "A comparison of hedonic price and stated preference methods to derive monetary values for aircraft noise disturbance and annoyance". *Transportation Research Part D*, 20, 40-47.

MVA Consultancy, 2007. *Attitudes to Noise from Aviation Sources in England ANASE*. Final Report for Department for Transport. In association with John Bates Services, Ian Flindell and RPS. October 2007.

Navrud, S., 2002. *The state-of-the-art on economic valuation of noise*. Final Report to European Commission, Directorate General Environment, 14 April.

Pigou, A.C., 1932. *The Economics of Welfare (4th ed.)*, Macmillan, London.

Plowden, S.P.C., 1970. *The Cost of Noise*, 1970, Metra Consulting Group, London.

Pommerehne, W.W., 1988. "Measuring Environmental Benefits: A Comparison of Hedonic Technique and Contingent Valuation". in: Bos, D., Rose, D. M., Seidl, C. (Eds.), *Welfare and Efficiency in Public Economics*, 363-400.

Rosen, S., 1974. "Hedonic prices and implicit markets: Production differentiation in pure competition". *Journal of Political Economy*, 82, 34-55.

Swoboda, A., Nega, T., Timm, M., 2015. "Hedonic analysis over time and space: the case of house prices and traffic noise". *Journal of Regional Science*, 55(4), 644–670.

Thanos S., Wardman, M., Bristow, A.L., 2011. "Valuing aircraft noise: stated choice experiments reflecting intertemporal noise changes from airport relocation". *Environmental and Resource Economics*, 50(4), 559-583.

Thune-Larsen, H., 1995. *Charges on Air Traffic Noise by Means of Conjoint Analysis*, TØI report 289/1995.

Vainio, M., 2001. "Comparison of Hedonic Price and Contingent Valuation Methods in Urban Traffic Noise Context". *Inter-Noise 2001: Proceedings of the 2001 International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering*, The Hague.

Xiao, Y., 2017. *Urban Morphology and Housing Market*, Springer Geography and Tongji University Press, Shanghai.

Wardman, M., Bristow, A.L., 2004. "Traffic Related Noise and Air Quality Valuations: Evidence from stated preference residential choice models". *Transportation Research D*, 9(1), 1-27.

