Cartographies de bruit stratégiques et investigations additionnelles : calme, perception et gêne, qualité de l'air

Auteurs :
Camille Balançon
Raphaël Da Silva
Bertrand Masson

Impédance
acoustique, mécanique et vibrations
80 domaine de Montvoisin
91400 Gometz-la-Ville

Tél. : 01 69 35 15 25

Public visé : tout public

Thématique : bruit

Logiciels utilisés : ArcGIS et Spatial analyst (ESRI), Predictor (Brüel et Kjær)

Mots-clés : bruit, environnement, directive européenne, carte, exposition, prévention, perception, gêne, zone calme, pollution de l'air, CBS, PPBE

Résumé :
La réalisation de cartes de bruit, rendue obligatoire par la Directive européenne 2002/49/CE, apporte un outil de diagnostic de l'exposition au bruit des espaces sensibles de l'environnement. Mais les cartes de bruit sont également un support intéressant pour l'approfondissement de certains thèmes comme le "choix de zones calmes", la "perception de gêne et niveaux de bruit" ou encore l'"exposition à de multiples polluants (air-bruit)".

Lien : www.impedance.fr

Contenu de la communication :

1- Introduction : limites des cartes de bruit stratégiques
2- Etudes de perception spécifiques
2.1 – Cartes et nuisance sonore
2.2 – Implantation de sirènes d'alerte et influence météo
2.3 – Niveaux et émergences de bruit
3 Zones calmes
4 Air et bruit
5 Conclusion

1- Introduction : limites des cartes de bruit stratégiques

Une cartographie de bruit stratégique (CBS) est imposée aux pays membres de la Communauté Européenne par la Directive 2002/49/CE, pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants et aussi pour les grandes infrastructures de transports.

Ces cartes de bruit – même si elles ne sont pas toujours homogènes entre elles - représentent un bon diagnostic initial pour la détection de zones sensibles en vue de leur protection contre le bruit ou bien pour la création de zones dites « de calme ».
Des plans de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE) – également imposés par la directive - font d'ailleurs logiquement suite à ce diagnostic pour la mise en place par les autorités compétentes, d'actions en faveur de la réduction de bruit ou de la préservation de zones de calme.

Les CBS comportent néanmoins des limites et méritent parfois d'être approfondies, leurs défauts sont notamment les suivants :

- L'approche macroscopique des cartes conduit à des défauts et des incertitudes ; il s'agit d'une représentation indicative de la répartition de niveaux sonores exprimés par les indicateurs européens L_{den} (pour la journée de 24h) et L_n (pour la nuit).
- Les bruits de voisinage ne sont pas pris en compte.
- Les sources sonores modélisées sont limitées aux axes routiers et ferroviaires, à certaines sources industrielles et aux grands aéroports.
- Les simulations sont effectuées avec des conditions moyennes de trafics sur l'année.
- Les conditions météorologiques intégrées au modèle numérique sont basées sur des moyennes annuelles.
- Les cartes sont établies à une hauteur constante de 4m par rapport au niveau du sol.
- L'indice L_{den} utilisé et représentatif de la gêne n'est pas un indice directement mesurable ; il résulte d'un calcul pondérant les niveaux sonores en fonction des périodes jour / soir / nuit.
- Les indices acoustiques représentés résultent de niveaux sonores « équivalents », représentant donc des moyennes énergétiques du bruit (les effets d'émergence de certaines sources n'apparaissent pas sur la cartographie).
- Les seuils de représentation des indices démarrent à 55 dB(A) pour le L_{den} et à 50 dB(A) pour le L_n (pas de représentation des niveaux sonores les plus faibles).

Les cartes fournissent donc un premier diagnostic, méritant souvent d'être approfondi par les collectivités autorités compétentes, qui souhaitent répondre au mieux aux préoccupations de leurs administrés.

Nous décrivons ci-après quelques-unes des approches plus détaillées entreprises pour mieux cerner les préoccupations des habitants des territoires étudiés.

2- Etudes de perception spécifiques

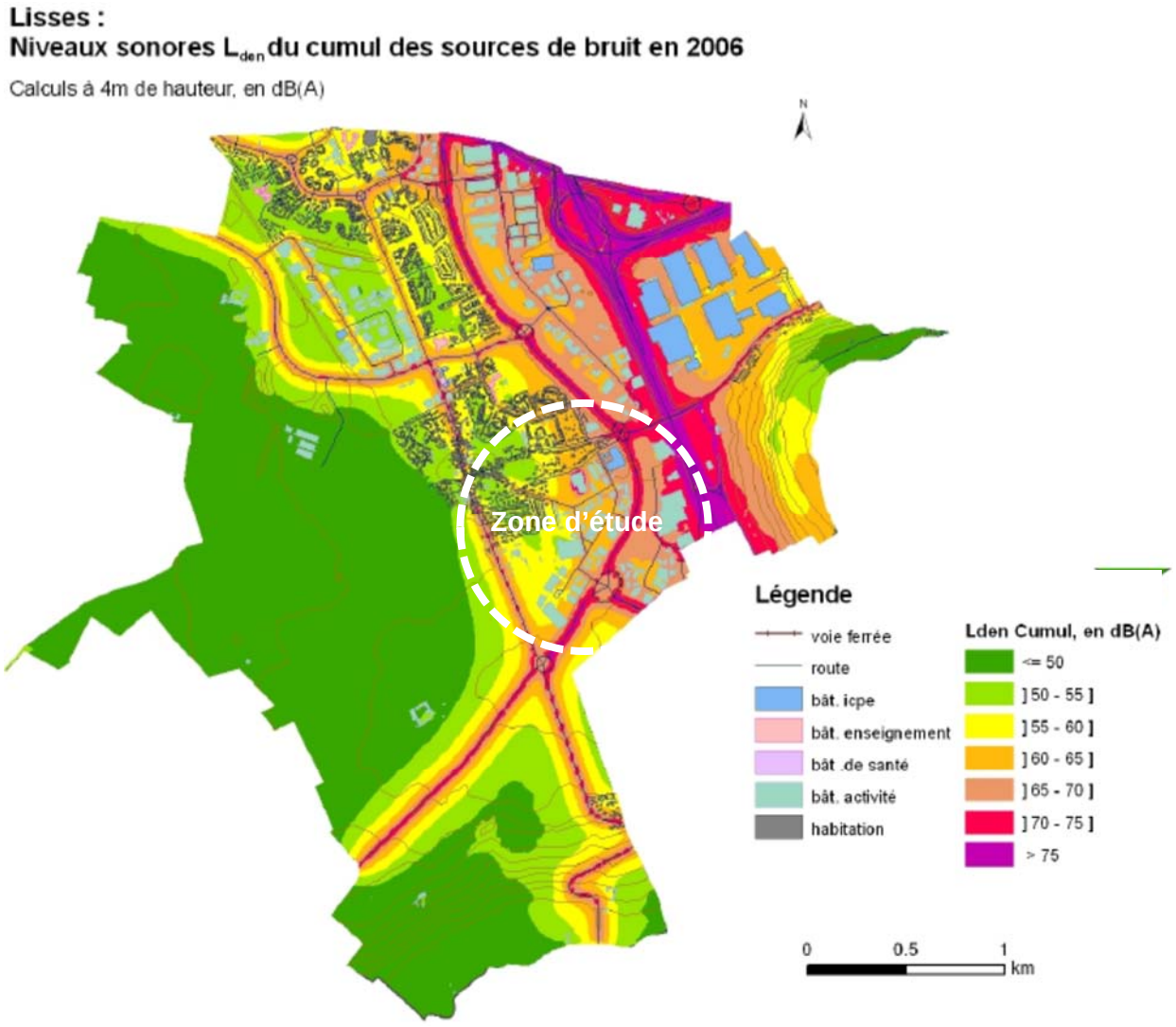
2.1 – Cartes et nuisance sonore

A la suite de la première cartographie de bruit stratégique (CBS) établie sur le territoire de la Communauté d'Agglomération d'Evry Centre Essonne, établie en 2008, un écart fut constaté entre niveaux sonores calculés et gêne de certains riverains sur la ville de Lisses, exprimée dans le quartier de l'Eglantier, par rapport au bruit de l'autoroute A6.

L'Agglomération a ainsi souhaité compléter les résultats des calculs par des investigations complémentaires : des mesures acoustiques in situ (mesures de niveaux sonores selon différentes conditions météo, enregistrements audio afin de décrire l'environnement sonore de manière qualitative), et aussi des enquêtes perceptives auprès d'un échantillon de riverains de Lisses.
Ces enquêtes, bien que menées sur une faible proportion de la population de Lisses (11 personnes du quartier ont répondu au questionnaire, d'autres également ont pu donner un avis), semblent assez représentatives a priori des riverains exposés au bruit de l'autoroute A6 dans les différents quartiers, et ont permis d'orienter des explications aux plaintes possibles vis-à-vis de son bruit.

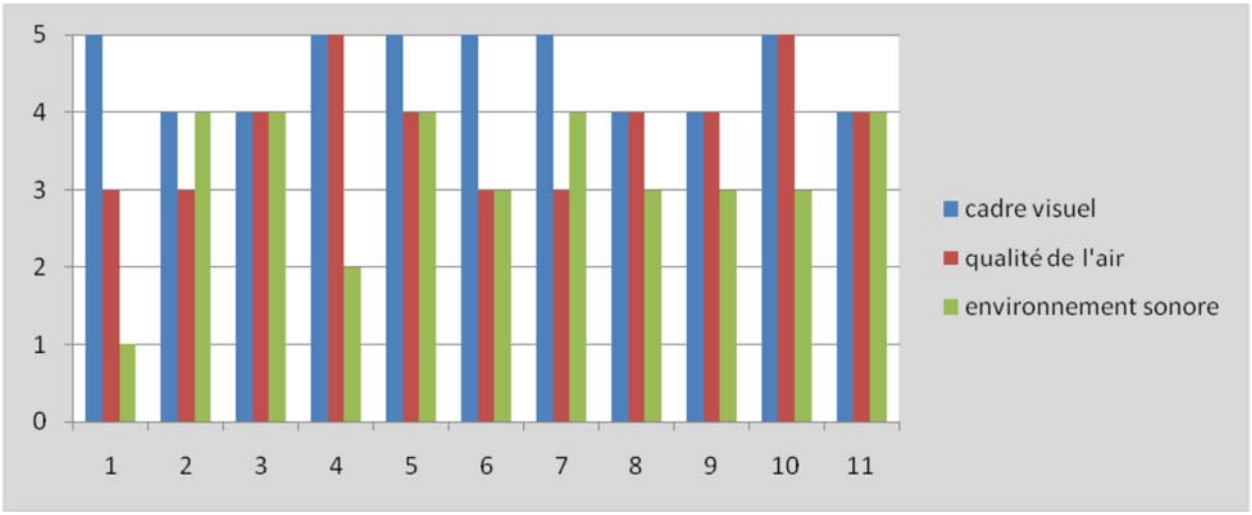
Vues et localisation du quartier de l'Eglantier à Lisses

Les niveaux sonores mesurés et calculés sur Lisses sont globalement assez faibles ; sur le quartier de l'Eglantier, ils sont globalement inférieurs au L_{den} de 55 dB(A) ; dans les zones voisines de Petite Montagne et Bois-Challand, ils varient globalement autour de 55 à 60 dB(A) en L_{den} selon la cartographie du bruit (et peuvent atteindre localement 65 dB(A)).
Les mesures acoustiques indiquent généralement des valeurs inférieures aux valeurs calculées. Les ambiances sonores relevées sur les différents quartiers de Lisses dans cette étude sont en tous cas éloignées des valeurs réglementaires de dépassements de seuils (68 dB(A) en L_{den}, 70 dB(A) en L_{Aeq}(6h-22h)) et sont globalement représentatives d'ambiances sonores plutôt calmes.



Cartographie de bruit à Lisses en 2006

Si les riverains jugent positivement leur cadre de vie, sur la question de l'environnement sonore (investiguée ensuite) ceux-ci deviennent plus critiques.



Réponses (notes de 0 mauvaise à 5 bonne) des enquêtés à Lisses

Aussi, selon un document officiel de la Communauté Européenne publié en 2002, même avec des niveaux sonores relativement faibles, il serait tout à fait normal de s'attendre à un certain pourcentage de personnes « très gênées » (10% à 25% des habitants typiquement) ou même « extrêmement gênées » (5% à 10% typiquement) par le bruit routier.

En plus des niveaux sonores eux-mêmes, il y a certains facteurs qui pourraient accentuer ce sentiment de gêne sonore à Lisses :

- L'utilisation de leur habitation par les riverains n'est pas celle d'un contexte urbain ou périurbain, contexte pour lequel la réglementation est la mieux adaptée. Elle se fait plutôt dans un contexte de « campagne » où les personnes ont des attentes vis-à-vis de l'utilisation de l'espace extérieur : ils veulent ainsi pouvoir ouvrir et laisser leurs fenêtres ouvertes mais aussi pouvoir séjourner dans leur jardin.
- Le cadre de vie en général et le contexte visuel en particulier sont très appréciés à Lisses, ils sont jugés très agréables en grande partie grâce à une vraie dimension de « campagne » qui ressort clairement des enquêtes. Une sorte de décalage se produit alors avec l'environnement sonore, qui lui est jugé beaucoup moins favorablement et est chargé de connotations nuisibles.

- De plus, il est important de mentionner l'association quasi-systématique de la part des riverains entre beau temps et niveaux sonores perçus comme plus élevés que d'habitude. Cette association semble justifiée par vent de secteur Sud / Sud-Est (vent correspondant à une situation de beau temps, ou d'annonce de beau temps d'après certains habitants), vent qui est effectivement favorable à la propagation du bruit de l'autoroute vers la commune.

- Enfin, un autre facteur qui pouvait aggraver la gêne ressentie, est que la grande majorité des personnes questionnées étaient au courant de la très mauvaise qualité du revêtement de l'Autoroute au droit de la commune de Lisses au moment de l'étude (le revêtement de l'autoroute avait déjà été remplacé et amélioré sur d'autres sections voisines, ne laissant aucun doute sur la possibilité d'une potentielle amélioration acoustique). Le fait d'avoir cette information – celle d'une solution potentielle qui n'est pas encore mise en œuvre pour l'amélioration de l'environnement sonore – est reconnu comme pouvant accentuer le mécontentement, et par conséquent la gêne ressentie.

Si ces constatations sont valables sur tous les quartiers étudiés de Lisses, il semble que le quartier de l'Eglantier soit quelque peu plus exposé au bruit.
D'une part par sa distance à l'autoroute, ce quartier possède en effet les habitations les plus proches de l'autoroute.
D'autre part, contrairement aux autres quartiers, du fait de l'absence de butte végétalisée qui atténuerait les niveaux sonores et améliorerait éventuellement le cadre visuel.

En résumé, les niveaux sonores à Lisses n'étaient pas à l'origine d'une gêne sonore importante, et en tous cas, il n'y avait pas de gêne réglementairement fondée ; elle existait, mais elle était plutôt modérée, justifiée d'une part par le type du bâti et son usage souhaité (faible densité de population dans un contexte de « campagne », il y a donc un besoin de séjourner paisiblement dans le jardin et d'ouvrir les fenêtres par beau temps notamment), et d'autre part[1], par le fait que les riverains savaient que des solutions d'amélioration peuvent exister (notamment l'amélioration du revêtement de l'Autoroute A6 au niveau de leur commune[2]).

[1] La réglementation existante, destinée a priori au milieu urbain ou périurbain dense, semble peu adaptée pour ce type de contexte « campagnard », moins dense, et donc plus orienté vers les espaces extérieurs.

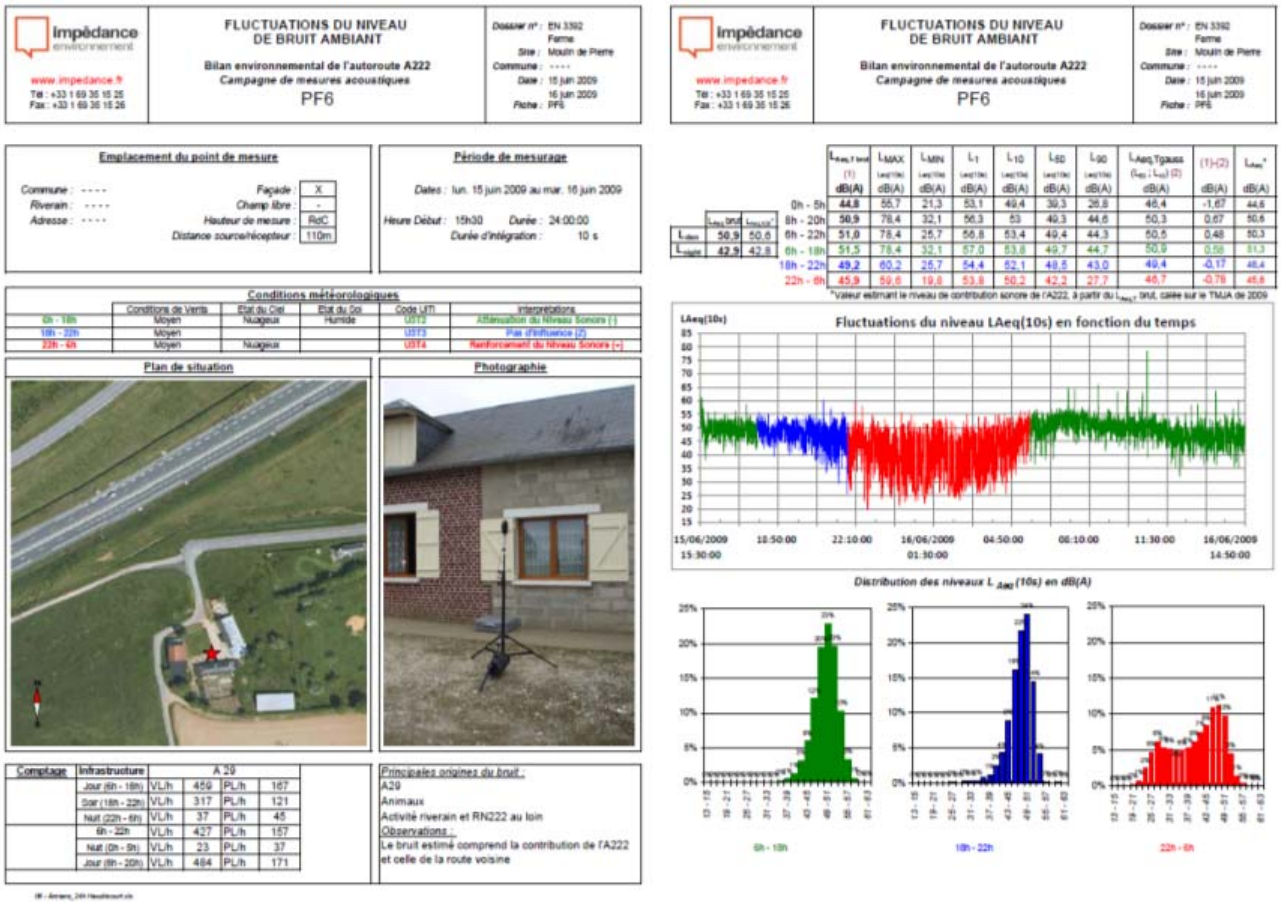
[2] Solution effectivement apportée depuis la réalisation de cette étude en 2012 ; la DIRIF a remplacé le revêtement béton bruyant par un revêtement standard, apportant une baisse significative autour de 6 dB(A) sur les émissions de bruit du trafic à la mise en service.

2.2 – Implantation de sirènes d'alerte et influence météo

Différents exploitants (industriel, collectivité) ont souhaité revoir le maillage du réseau de sirènes d'alerte sur leur territoire et ont missionné Impédance pour la définition de plusieurs scénarii d'implantation afin d'esquisser un nouveau maillage de leur futur réseau.

Exemple de sirène d'alerte électromécanique

La cartographie de bruit stratégique permet de façon macroscopique de transcrire les niveaux sonores globaux générés par les sources de bruit principalement présentes sur un territoire étudié ; dans le cas d'une installation industrielle, cette cartographie sera plus détaillée et enrichie de résultats de mesures acoustiques.



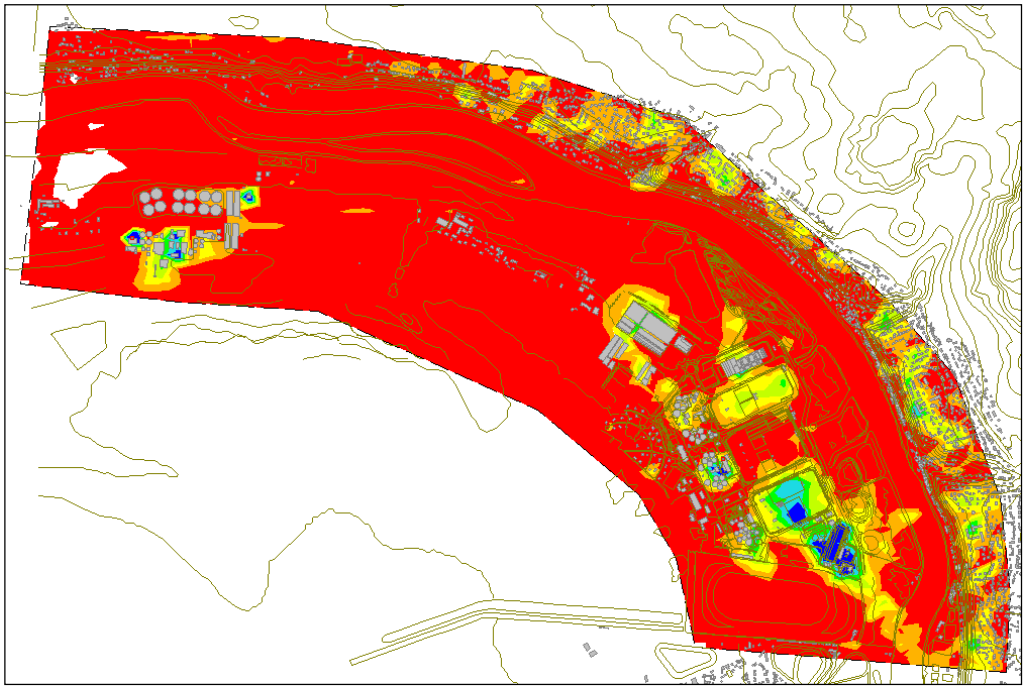
Exemple de fiche de mesures acoustiques

La problématique consiste à déterminer si les sons produits par les sirènes d'alerte seront audibles pour la population ou les usagers du territoire étudié ; dans ce cadre, on travaille en termes d'émergences du son des sirènes par rapport au bruit ambiant.
Le bruit ambiant est déterminé à l'aide des contributions sonores diurnes extraites du cumul des sources présentes, modélisées dans la CBS et/ou mesurées in situ.

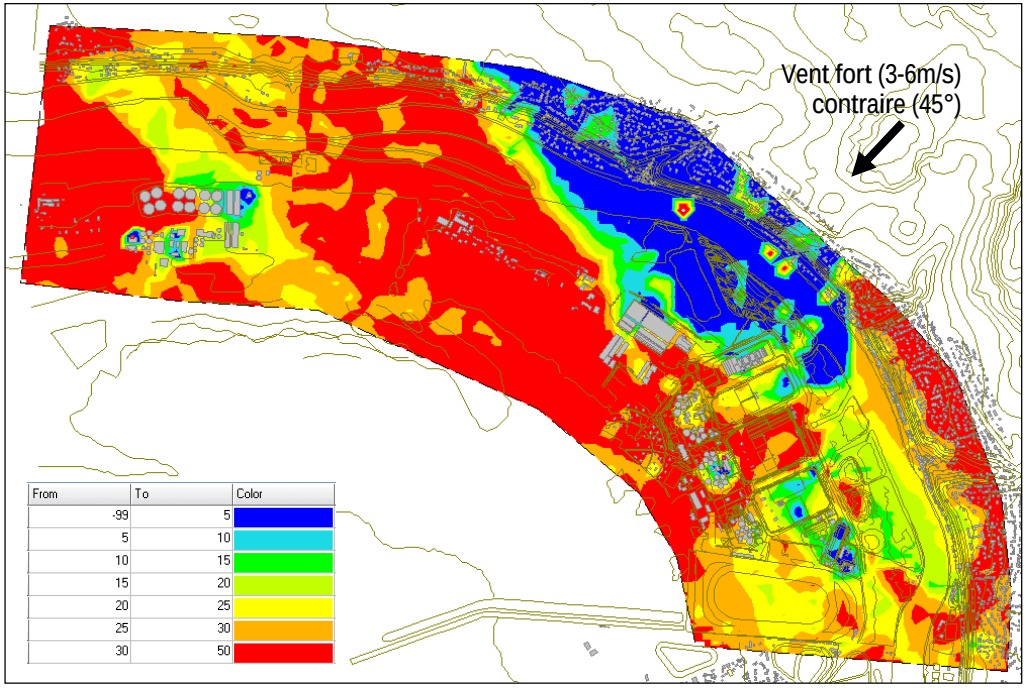
En fonction des caractéristiques techniques et notamment acoustiques des sirènes, la répartition des équipements est testée et optimisée en fonction du besoin de couverture de l'ensemble du territoire considéré et aussi en fonction de la disponibilité des bâtiments pouvant recevoir ces dispositifs d'alerte (contraintes d'accessibilité, structure, hauteur de bâtiment, etc.).

Test de répartition des sirènes d'alerte avec couvertures sonores théoriques sur une agglomération

L'audibilité du signal est d'autant meilleure que l'émergence par rapport au bruit ambiant est importante.
On constate sur les deux figures suivantes que les conditions météo ont une importance non négligeable sur l'efficacité du système, le vent ayant une influence portante sur la propagation du son dans la direction vers laquelle il souffle.
Les émergences efficaces sont celles qui sont supérieures à 3 ou 5 dB(A) : on constate en présence de vent de secteur nord-est (direction 45°), des zones bleues plus étendues qui correspondent à des émergences faibles voire nulles.



« Vent nul - Ciel clair en journée»

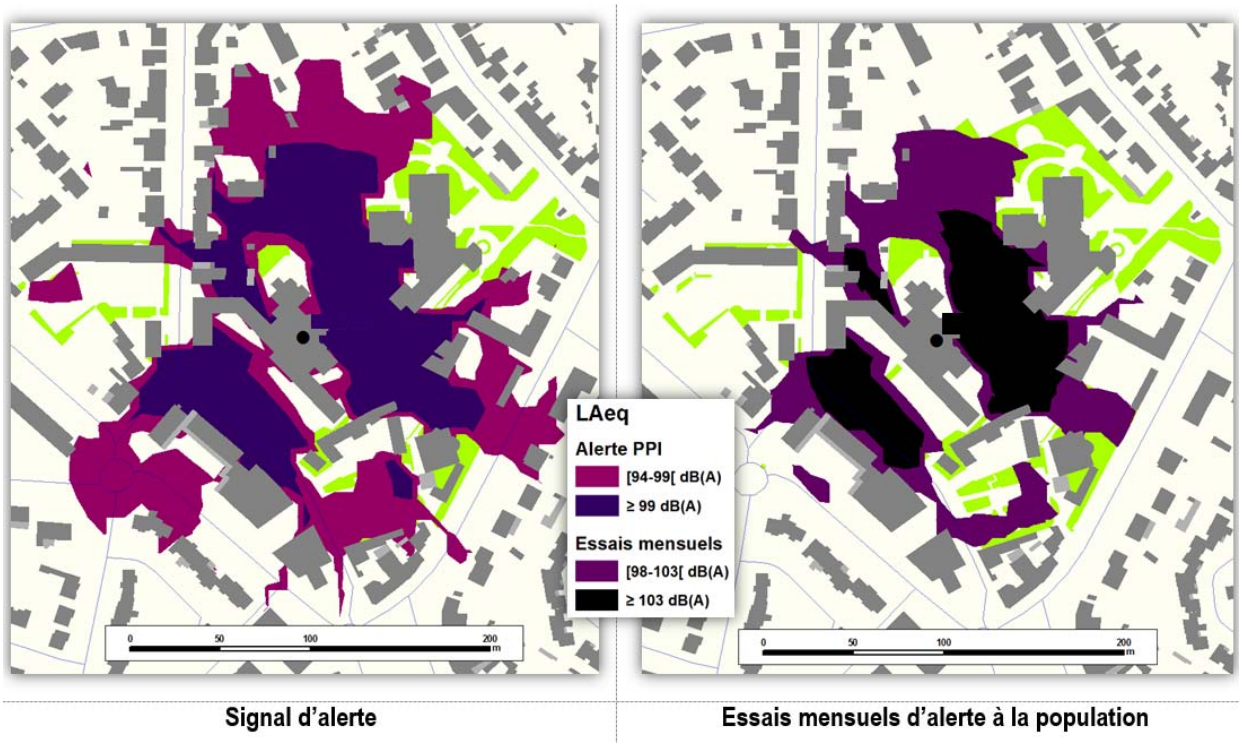


« Vent de direction 45°, de 3 à 6 m/s - Ciel clair en journée»

Exemple d'émergence du signal d'alerte d'un site industriel sur le bruit ambiant, en dB(A)

L’implantation des sirènes est ainsi optimisée en nombre et positions afin de couvrir l’essentiel du territoire pour des conditions météo variées ; les cartes d’audibilité du signal d’alerte dans l’environnement doivent être satisfaisantes, même si quelques secteurs - n’apparaissant pas comme étant à enjeu (en agglomération : zones non constructibles, inondables, espaces boisés, etc.) – semblent moins couverts suivant quelques situation extrêmes.

Parallèlement à la mise en place de ces sirènes, les zones à risque auditif sont également recherchées dans leur environnement ; ces zones localisées autour du bâtiment d’accueil de chaque sirène, font l’objet d’une étude spécifique pour la protection auditive des intervenants et des riverains autour des sirènes.



Exemple de zones à risque auditif autour d’une sirène

Le port d’équipements de protection auditive ou le confinement des habitants à l’intérieur des locaux compris dans ces zones est vivement recommandé.

2.3 – Niveaux et émergences de bruit

Les niveaux sonores ne représentent qu'une information limitée sur la nature et l'ampleur des bruits estimés ; il existe de nombreux indicateurs en acoustique qui peuvent exprimer le caractère temporel d'un signal ou encore sa nature spectrale.

En matière d'amplitude, ce ne sont pas nécessairement les valeurs absolues qui expriment la gêne, mais l'émergence du bruit incriminé par rapport au bruit ambiant résiduel ; ce critère d'émergence est d'ailleurs pris en compte dans la réglementation française relative aux bruits de voisinage ou encore vis-à-vis des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).

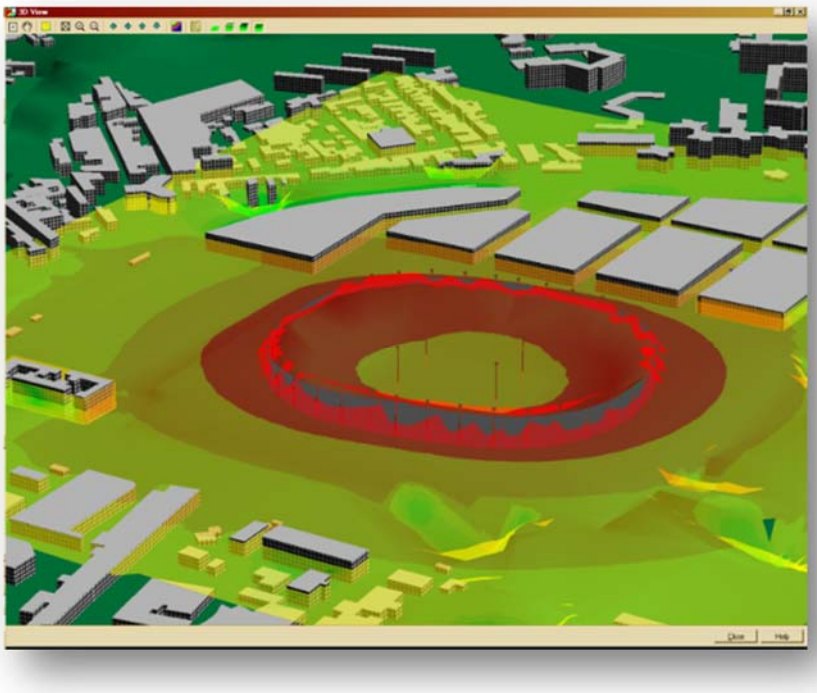
Les ICPE soumises à autorisation dont l'activité est industrielle doivent être intégrées aux CBS ; mais les collectivités sont parfois confrontées à des sources de bruit spécifiques qui ne répondent pas aux critères CBS, et qu'elles souhaitent voir apparaitre dans le diagnostic acoustique de leur territoire.

La commune de Chessy a ainsi souhaité intégrer le bruit de l'activité d'Eurodisney (fréquentation des parcs, parade et feux d'artifice) sur son territoire dans les CBS, et aussi d'en connaitre les niveaux d'émergences sonores.

Carte des émergences sonores du bruit émis par Eurodisney sur Chessy

Ces représentations permettent de mieux estimer la gêne ressentie par les riverains, notamment vis-à-vis de bruits de voisinage.

Un autre exemple est celui des activités sur le stade de France, dont les bruits émis lors d'évènements ont été modélisés en termes d'émergences sonores dans le voisinage.



Vue des niveaux d'émergences sonores dans le voisinage du Stade de France

A la suite de cette étude, le Consortium Stade de France a mis en place un système de sonorisation du stade comprenant la mesure permanente des émergences sonores dans le voisinage et la pression acoustique auprès des publics dans les tribunes.
Le dispositif permet une information en temps réel des données de mesure collectées, ce qui offre un contrôle et une maîtrise des émissions sonores de l'événement, minimisant ainsi ses impacts sonores sur l'environnement direct et indirect.

3- Zones calmes

La transposition de la directive européenne a qualifié les zones calmes « *d'espaces extérieurs remarquables par leur faible exposition au bruit, dans lesquels l'autorité qui établit le plan souhaite maîtriser l'évolution de cette exposition compte tenu des activités humaines pratiquées ou prévues* ».
La directive laisse néanmoins aux autorités compétentes le libre choix de leurs propres critères de définition d'une « zone de calme », critères qui ne sont pas exclusivement liés à des paramètres acoustiques.

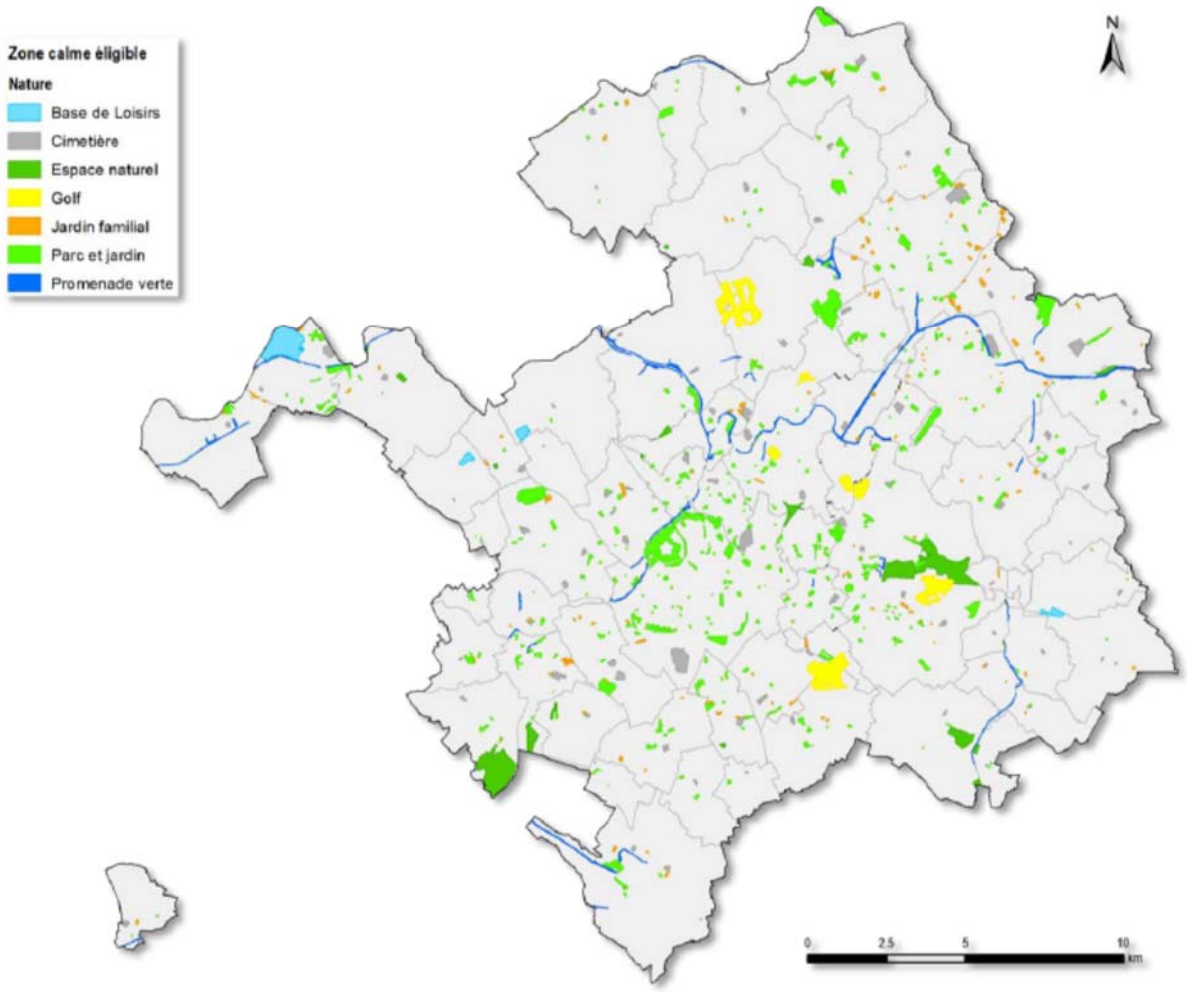
Ainsi l'établissement des CBS ne suffit pas à décréter quelles seront les zones calmes d'un territoire, même si leur choix n'est pas opposable aux tiers, en désignant des zones de calme, l'autorité compétente s'engage à les préserver.

Ainsi typiquement, on retrouve une approche commune des collectivités dans leur démarche, abordant généralement les étapes suivantes :

- Etablir une liste des zones éligibles au titre de zone de calme :
    - d'une part sur des critères acoustiques de bases (par exemple zones publiques exposées à des niveaux sonores diurnes inférieurs à 55 dB(A))

Exemple de carte de moindre bruit (Reims Métropole)

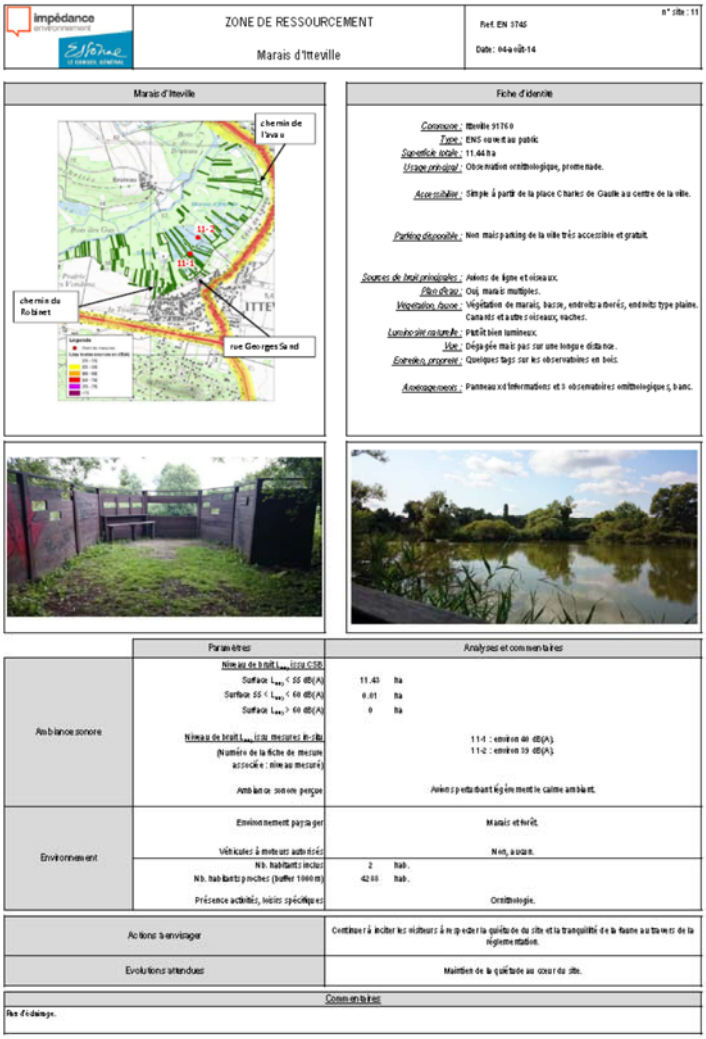
- d’autre part sur d’autres critères stratégiques : nature et évolution de la zone, proximité et accessibilité, sécurité, propreté, luminosité, végétation et faune, environnement visuel, culturel, etc.



Carte de zones calmes éligibles a priori (Métropole Européenne de Lille)

- Réaliser un diagnostic acoustique sur les zones listées afin de connaître leur ambiance sonore réelle, leur mode d’utilisation, le ressenti des usagers… puis de prévoir si nécessaire des actions pour améliorer ou conserver les niveaux sonores.

- Elaborer un référentiel de ces zones de calme afin de les prendre en compte avec leurs spécificités dans les diverses politiques d’aménagement.



ZONE DE RESSOURCEMENT

Marais d'Itteville

n° site : 11

Ref. EN 3745

Date : 04-août-14

Marais d'Itteville

chemin de l'eau

chemin du Robinet

rue Georges Sand

Fiche d'identité

Commune : Itteville 91760

Type : ENS ouvert au public

Superficie totale : 11.44 ha

Usage principal : Observation ornithologique, promenade.

Accessibilité : Simple à partir de la place Charles de Gaulle au centre de la ville.

Parking disponible : Non mais parking de la ville très accessible et gratuit.

Sources de bruit principales : Avions de ligne et oiseaux.

Plan d'eau : Oui, marais multiples.

Végétation, faune : Végétation de marais, basse, entrecoupée arborés, endroits type plaine. Canards et autres oiseaux, roches.

Luminosité naturelle : Plutôt bien lumineux.

Vue : Dégagée mais pas sur une longue distance.

Entretien, propreté : Quelques tags sur les observatoires en bois.

Aménagement : Panneaux d'informations et 3 observatoires ornithologiques, bancs.

	Paramètres	Analyses et commentaires
Ambiance sonore	Niveau de bruit L_{eq} brut GSB	
	Surface L_{eq} < 55 dB(A)	11.43 ha
	Surface 55 < L_{eq} < 60 dB(A)	0.01 ha
	Surface L_{eq} > 60 dB(A)	0 ha
	Niveau de bruit L_{eq} brut mesurés in-situ	11-1 : environ 48 dB(A). 11-2 : environ 39 dB(A).
	(Numéro de la fiche de mesure associée : niveau mesuré)	
	Ambiance sonore perçue	Avions perturbant légèrement le calme ambiant.
Environnement	Environnement paysager	Marais et forêt.
	Véhicules à moteurs autorisés	Non, à voir.
	Nb. habitants inclus	2 hab.
	Nb. habitants proches (buffer 1000 m)	4288 hab.
	Présence activités, intérêts spécifiques	Ornithologie.
Actions à envisager		Continuer à inciter les visiteurs à respecter la quiétude du site et la tranquillité de la faune au travers de la réglementation.
Evolutions attendues		Maintien de la quiétude au cœur du site.

Commentaires

Pas d'élagage.

Fiche de diagnostic et de hiérarchisation de zone calme (Conseil Départemental de l'Essonne)

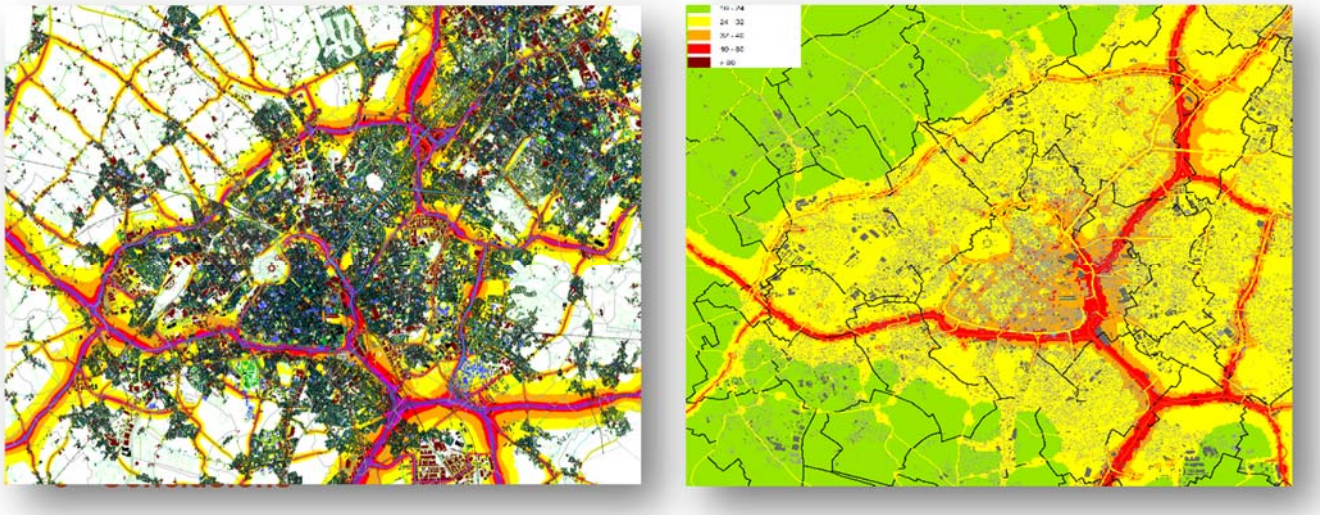
- Instaurer une signalisation spécifique dans ces zones de calme pour indiquer à l'usager les zones de moindre bruit propices à la détente, pour expliquer éventuellement certaines notions d'acoustique et les bruits spécifiques perçus dans la zone (niveau de bruit, type de bruit…), afin de sensibiliser aux sons perçus dans l'environnement de la zone.

- Prendre en compte les ambiances sonores lors des aménagements des zones de ressourcement.

4- Air et bruit

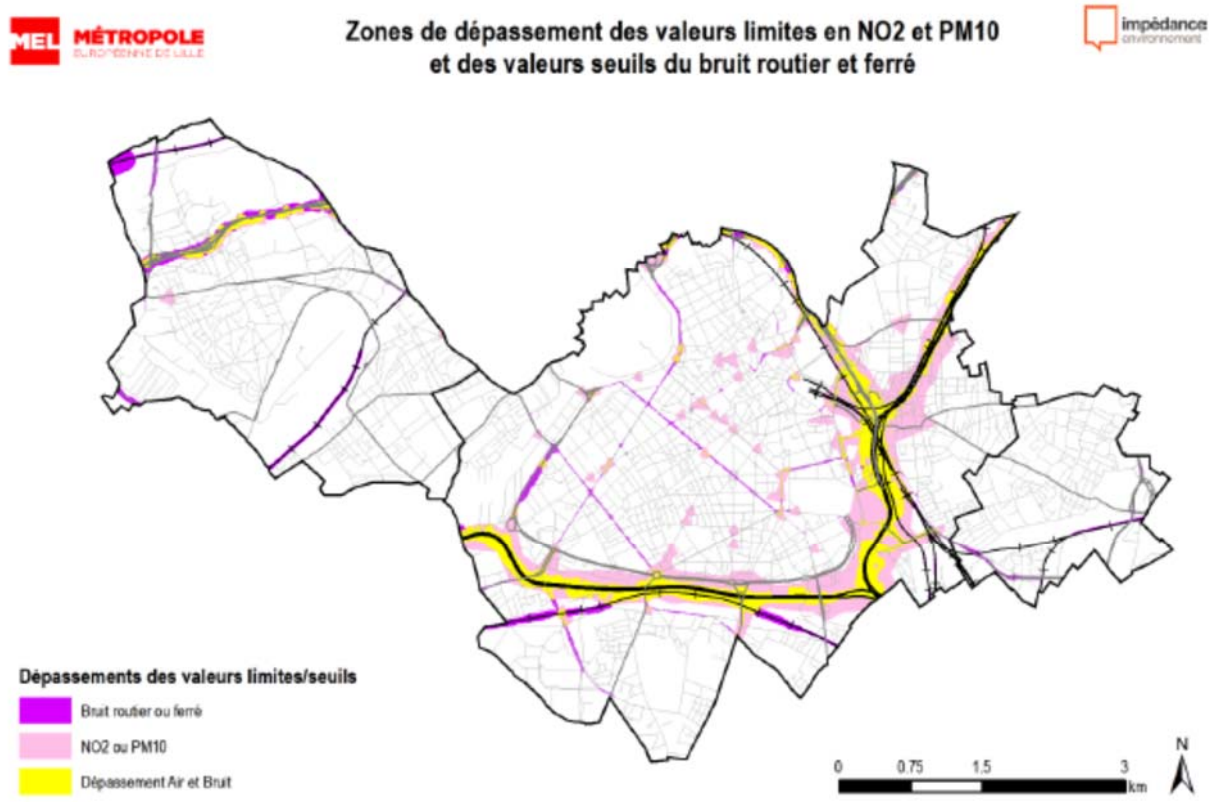
Les villes de Lille Lomme et Hellemmes, avec le soutien de la Métropole Européenne de Lille, ont adopté une démarche innovante en souhaitant intégrer un volet sur la qualité de l'air dans les analyses réalisées dans le cadre de son Plan de Prévention de Bruit dans l'Environnement (PPBE) faisant suite à l'élaboration des cartes de bruit stratégiques (CBS).
Ce souhait est judicieux dans la mesure où les infrastructures de transport routier constituent la principale source de nuisance sonore sur le territoire de la Métropole Européenne de Lille, ainsi que l'une des sources majeures d'émission de polluants atmosphériques.

En effet, les cartes de bruit et cartes de polluants de l'air (NO_2 et PM10 en particulier, fournies par la fédération ATMO) possèdent des empreintes similaires du fait de la prédominance des émissions liées aux transports routiers.

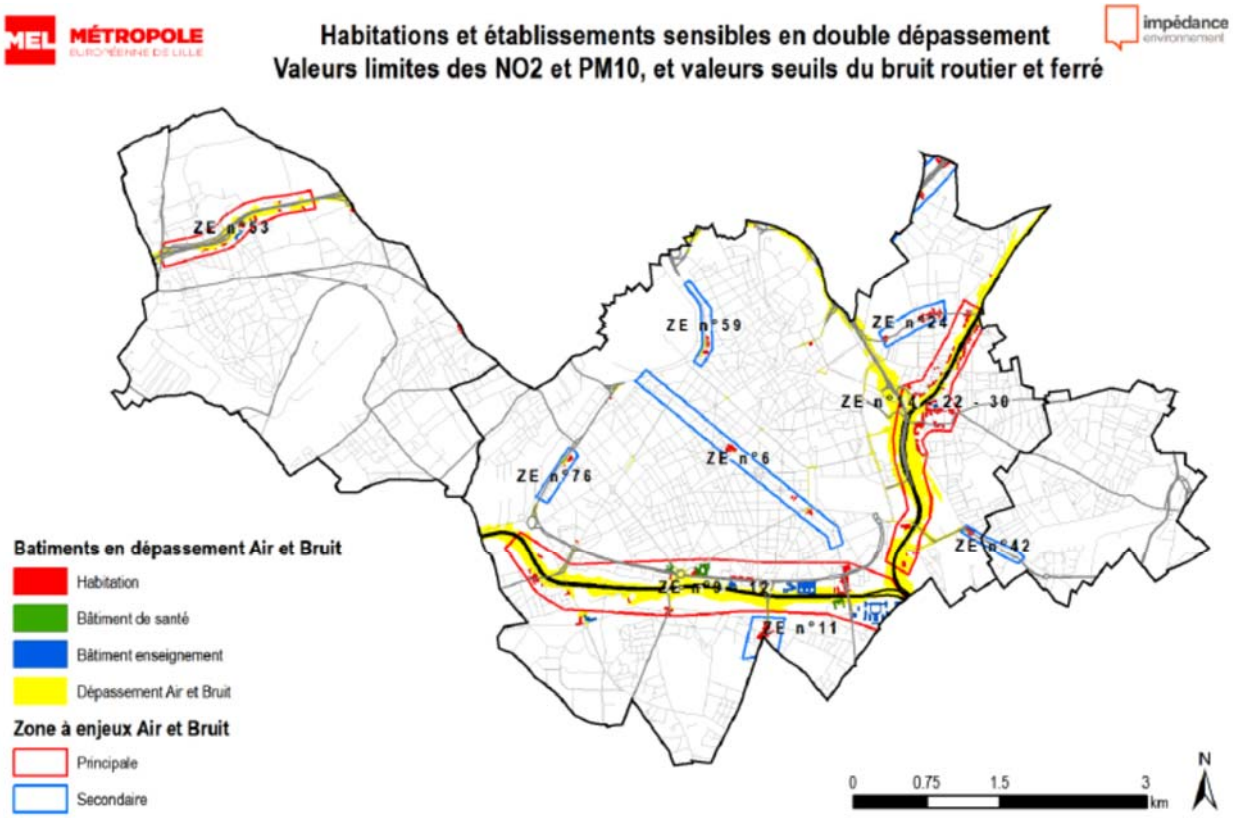


Carte de bruit stratégique à gauche (Impédance) et carte de concentration moyenne annuelle en NO_2 à droite (source : ATMO)

Afin de proposer une approche qui prenne en compte les deux problématiques de pollution atmosphérique et de bruit, les informations relatives aux dépassements des valeurs limites pour les concentrations moyennes annuelles de NO_2 et PM_{10} ont été croisées avec les informations relatives aux dépassements de seuils pour les bruits routier et ferré.
Cela permet d'avoir dans un premier temps une vision des territoires en dépassement simultané des valeurs limites pour les polluants atmosphériques et pour le bruit, et dans un second temps, d'identifier les habitations et les établissements sensibles qui sont impactés par ce double dépassement.



Environ 10 zones à enjeux pollution atmosphérique – bruit ont été définies sur le territoire étudié, pour chacune il est possible de déterminer le nombre d'habitations et d'établissements sensibles en double dépassement de seuils air et bruit, afin de les hiérarchiser et de prioriser les actions à mettre en œuvre.



Trois d'entre elles, le long des trois grands axes routiers majeurs, représentent les enjeux principaux car elles contiennent 70% de la population en double surexposition, ainsi que 100% des établissements de santé, et 83% des établissements scolaires.

Des mesures sont proposées afin de limiter (actions préventives) et de réduire (actions curatives) l'exposition de la population et des établissements sensibles à la pollution atmosphérique et au bruit.

Sur les zones à enjeux principales, les dépassements de valeurs réglementaires sont très importants, et plusieurs mesures combinées sont proposées : réduction de la vitesse à 70 km/h, régulation de trafic et modernisation du parc automobile.
Ces actions ne sont pas facilement applicables, et doivent être accompagnées de mesures de sensibilisation et de communication.

Sur les zones à enjeux secondaires, la double surexposition est générée par des voies de distribution, ce qui rend la mise en place d'actions plus aisées au travers du PDU par exemple. Les actions proposées visent à limiter l'usage de la voiture, à encourager l'utilisation de véhicules moins polluants (particuliers, utilitaires et poids lourds), et à réguler le trafic en limitant la vitesse et en fluidifiant la circulation.

Il existe par ailleurs plusieurs plans de lutte contre la pollution atmosphérique et contre le bruit, à l'échelle nationale, régionale et plus locale, qui proposent individuellement pour le bruit et pour la pollution atmosphérique des actions visant à accroitre la connaissance sur l'exposition à la pollution, à proposer des mesures de réduction de l'exposition à la pollution, et des actions de sensibilisation et d'information.

Ces différents plans doivent être mis en parallèle du plan proposé, principalement dans la mesure où ils prennent en compte les autres sources de pollution atmosphérique non négligeables que sont l'activité industrielle, le chauffage urbain ou l'agriculture par exemple.
Par ailleurs, l'étude réalisée ne s'est intéressée qu'aux polluants atmosphériques NO_2 et PM10, alors que les infrastructures de transport routier sont également sources d'émission d'autres polluants atmosphériques.

5- Conclusion

L'obligation pour les collectivités de réaliser des cartes de bruit stratégiques (CBS) et des plans de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE), doit devenir dans bons nombres de cas, non pas une contrainte, mais une opportunité.
La qualité de l'environnement sonore est en effet un élément important dans l'appréciation du cadre de vie, elle est devenue un atout pour l'attractivité d'un territoire.

Pour cela, si les cartes apportent un support de communication de base, pour les décideurs et le public, elles méritent néanmoins d'être approfondies en détail sur les thèmes les plus sensibles du territoire, ceci afin d'élaborer des PPBE qui soient le mieux adaptés aux besoins de la population.

Remerciements :

Nos remerciements vont à nos partenaires suivants pour leurs contributions spécifiques :