

Cartographier le bruit, une volonté politique

Entretien avec Thomas Lesay, conseiller technique en charge du dossier des nuisances sonores au cabinet d'Yves Contassot, adjoint au maire de Paris responsable des questions environnementales.

“**M**aitriser le bruit urbain, c'est un véritable défi posé aux grandes municipalités partout dans le monde. Un défi qui passe tout d'abord par la connaissance du phénomène et de sa répartition, qui permet à son tour d'en déterminer les causes, et donc de prendre des mesures adaptées à la source.” Thomas

Lesay, conseiller technique à la Mairie de Paris en charge du dossier du bruit, définit clairement l'optique de la politique municipale dans le domaine : étudier pour mieux comprendre, puis décider sur des bases concrètes, agir et évaluer l'efficacité des mesures.

La prise de conscience du rôle majeur des nuisances sonores dans la dégradation des conditions de vie

urbaines ne date pas de l'entrée en fonction de l'équipe de Bertrand Delanoë. En 1999, la Mairie, alors dirigée par Jean Tiberi, crée l'Observatoire du bruit. Cette commission extra municipale réunit autour d'une table les différentes parties prenantes : l'État, la Préfecture de police, la RATP, la SNCF, Aéroports

de Paris, la Chambre de commerce, les représentants des restaurateurs, la fédération des travaux publics et les différentes associations concernées. Très vite, un consensus se dégage : le problème spécifique des nuisances sonores n'a jamais fait, jusqu'alors, l'objet d'une attention particulière.

Carte 2D du niveau de bruit dans une partie du XVI^e arrondissement parisien. On repère très facilement le périphérique, la voie Georges Pompidou, l'Avenue Mozart et l'Avenue Mandel. En revanche, il apparaît que les cours intérieures, quelle que soit leur situation, sont calmes (du moins, du point de vue du bruit routier).





© Mairie de Paris

Le même quartier, en vue tridimensionnelle prise de l'ouest. En raison des multiples réflexions du son sur les façades, on remarque que le niveau sonore varie peu suivant la hauteur des bâtiments.

Le premier but que l'Observatoire se donne consiste à identifier les différentes sources de bruits. La plus évidente est la circulation automobile : "La première source de bruit à Paris est le trafic motorisé". Mais ce n'est pas la seule : le long des voies de chemin de fer ou du métro aérien, les trains contribuent aussi à augmenter le niveau sonore ambiant. En sous-sol, il existe aussi un bruit dit "solide", qui se manifeste par des vibrations dans les structures de surface lors du passage des rames de métro ; une source malheureusement difficilement contrôlable, sauf à refaire les fondations des immeubles.

Pour mieux connaître les secteurs à problèmes, la mairie décide donc de lancer un vaste projet de cartographie des niveaux sonores. Cette décision anticipe largement une directive européenne 2002/49/CE de juin 2002, dont l'article 7 dispose que toutes les agglomérations de plus de 250 000 habitants doivent, avant le 30 juin 2007, avoir cartographié le bruit ambiant sur leur territoire, et réactualiser leurs cartes au moins tous les 5 ans.

Quatre cartes sont projetées : bruit diurne (6 h – 18 h), bruit "vespéral" (18 h – 22 h), bruit nocturne, plus une carte de synthèse. À l'heure actuelle, une première carte est déjà réalisée et disponible, pour le bruit diurne (6 h – 22 h), la carte du bruit nocturne est en cours de finalisation (prévue pour mars 2004).

disparition des trottoirs, etc. La voiture est tolérée dans ces quartiers, mais ne se sent pas chez elle. Le "rapport de force", nettement en faveur des piétons, force l'automobiliste à rouler quasiment au pas. Donc le bruit est fortement réduit, explique Thomas Lesay. Reste un travail de communication, pour que ces « quartiers verts » ne soient pas perçus comme

Sur cette portion du 13ème arrondissement, l'intensité sonore sur la façade de certains bâtiments de grande hauteur varie légèrement (par exemple, le long de la façade de la Grande bibliothèque).



© Mairie de Paris

Évidemment, le résultat est conforme à ce qui était attendu *a priori* : les zones de bruits intenses sont fortement corrélées avec la circulation automobile. Diminuer le bruit va donc impliquer de réduire drastiquement le trafic routier, et surtout sa vitesse. "Il va falloir contrôler le débit de véhicules, sans entraver totalement la circulation. Il faut aussi ménager l'existant, donc éviter de dérouter le trafic vers les zones déjà calmes. Actuellement, les quartiers 100 % piétonniers n'ont plus tellement le vent en poupe : certes, le cadre de vie y est très agréable. Mais leur aménagement est très coûteux, certains commerçants les perçoivent mal et nous savons désormais faire presque aussi bien pour beaucoup moins cher : modification du plan de circulation, voies à gabarit réduit, chicanes,

des quartiers privilégiés réservés aux populations aisées, mais deviennent la norme pour tous les quartiers d'habitation."

Contrôler le flot des véhicules

Le long des grandes artères, précisément où le bruit est le plus important, il est impossible d'organiser une telle interruption du flot. Il faut donc recourir à des moyens divers. On peut citer entre autre la réfection de la couche de roulement avec des enrobés spéciaux, par exemple drainants : ces derniers possèdent des qualités acoustiques exceptionnelles, dues à leur structure alvéolaire. Malheureusement, en milieu urbain, les pores finissent par se boucher sous l'effet des dépôts de gomme, et les propriétés phoniques s'estompent en l'espace de quelques années. Considérant la mauvaise adhérence en cas de verglas, et la relative difficulté d'entretien, cette solution ne fait pas l'unanimité.

Non plus que l'encouragement au recours à la voiture électrique, discrète aux faibles vitesses, mais guère moins que les moteurs thermiques au-delà de 50 km/h, là où le bruit de roulement des pneumatiques prédomine.

Parfois, on ne peut de toute façon procéder à la réfection de la couche de roulement, par exemple sur des avenues pavées classées (parmi les plus bruyantes). Une autre technique consiste alors à réduire la largeur de la chaussée. Là où les voies sont moins larges, le trafic s'écoule plus lentement, et cette réduction de la vitesse induit automatiquement une réduction du bruit : "Ce sera le cas sur les boulevards des maréchaux (boulevards extérieurs), où l'emprise du tramway va diminuer l'espace automobile. Bénéfice supplémentaire : le tramway fera moins de bruit que les bus PC !" Autre moyen utilisé actuellement sur les grands axes : créer une voie propre pour les transports en commun, séparée du reste du

trafic par des séparateurs (et non de simples lignes peintes, qui n'ont qu'un effet marginal).

Semblablement, le phasage des feux tricolores permet de contrôler la vitesse moyenne du trafic. Contrairement à une idée reçue, la synchronisation (les "ondes vertes") le long des grandes artères n'est pas effectuée sur la base d'une vitesse de 50 km/h, mais de 30 km/h en journée, et 40 ou 45 km/h la nuit. "Il faut absolument accompagner les mesures techniques par un discours politique cohérent. La voiture individuelle est le moyen de transport le moins efficace dans Paris, non seulement en coût pour l'utilisateur et en consommation d'énergie et d'espace, mais même en vitesse : 16 km/h de moyenne en journée, contre 20 pour le métro, et 40 environ pour le RER. Les spécialistes des transports en sont conscients depuis longtemps, mais il a fallu attendre les grandes grèves de l'hiver 95-96 pour que les élus et les automobilistes commencent à s'en rendre vraiment compte.

Preuve, le taux de motorisation des ménages parisiens ne cesse de diminuer : il est actuellement inférieur à 50 %. Un souci majeur demeure le trafic de transit. Et pour cela, il faut absolument casser les grands axes urbains, ce qui n'est pas nécessairement facile, la Préfecture de police, qui conserve la haute main sur ces artères, étant réticente à cette politique", continue Thomas Lesay. Cette action à long terme commence toutefois à porter ses fruits, le trafic automobile dans Paris ayant déjà diminué de 8 % en 2 ans. "Ainsi, on peut commencer à envisager de rendre définitivement aux promeneurs la voie sur berge rive droite, d'ici quelques années, et plus uniquement le dimanche et au creux de l'été."

Reste enfin la couverture des autoroutes urbaines, à l'exemple du Périphérique, là où elle est possible, c'est-à-dire essentiellement dans les tronçons en tranchée. Des travaux vont commencer dans les 14^e, 17^e et 20^e arrondissements.

Mise en évidence du manque de données concernant le bruit ferroviaire : on voit très bien que les quais de la Gare de l'Est, ainsi que les immeubles les bordant, sont répertoriés comme non bruyants (idem pour la Gare du Nord).



Mais surgissent des problèmes de sécurité, notamment dans les sections couvertes trop longues. "À terme, nous n'aurons pas d'autre solution, si nous voulons maîtriser le bruit du Périphérique, que de le faire revenir à sa vocation initiale : celui d'un boulevard urbain, et non d'une voie à caractère autoroutier."

Coordonner les actions

Dans la mesure où les actions de prévention à la source requièrent un temps de mise en œuvre, la Mairie de Paris avait décidé, dans le cadre de son plan d'aide à l'amélioration de l'habitat, de financer une partie (20 %) de la pose de doubles vitrages. Une initiative qui s'est vite heurtée à la vigilance des architectes des bâtiments de France, qui voient d'un mauvais œil la prolifération de fenêtres en PVC, moins chères que leurs équivalents en bois, sur les façades des bâtiments haussmanniens.

En ce qui concerne le bruit ferroviaire, RFF (Réseau ferré de France) a déjà élaboré ses cartes, non encore publiques. En partenariat avec la SNCF, l'établissement participe également à un plan de réduction des nuisances dues au mouvement des trains : les efforts portent sur le bruit de roulement dans les virages, la suppression des joints entre rails et la réduction du nombre d'appareils de voies, chaque aiguillage générant à un bruit spécifique. Des progrès ont ainsi été réalisés sur les trains de banlieue et de grandes lignes. Le TGV, pour ne citer que lui, est actuellement 10 dB moins bruyant qu'à ses débuts. Reste le problème des motrices diesel de la gare de l'Est, particulièrement sonores et polluantes, mais dont la préchauffe est désormais effectuée dans des zones de triage situées hors de la capitale. Des efforts analogues sont entrepris à la RATP en ce qui concerne les rames de métro aérien.

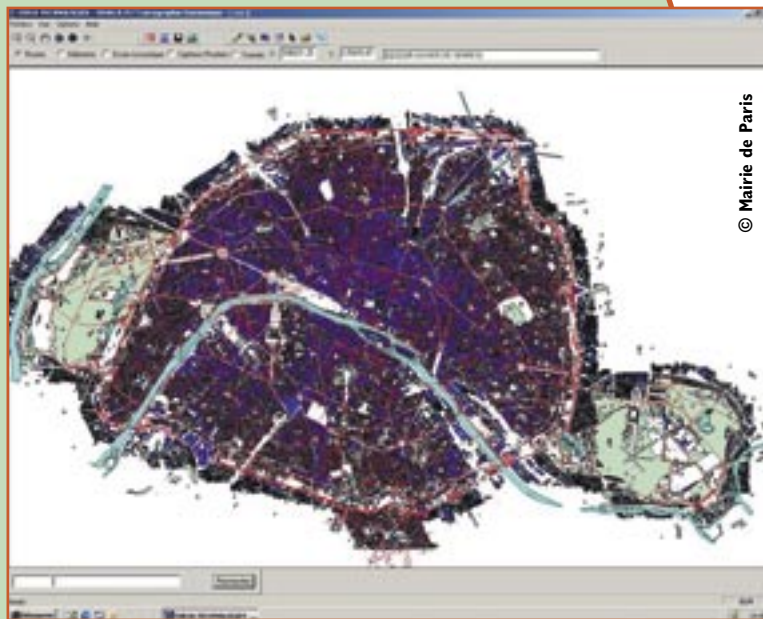
Autre source de bruit : les avions. Potentiellement très gênants car audibles sur une étendue considérable. Depuis la modification

des couloirs aériens, Paris subit plus de survols, particulièrement dans la partie nord et ouest de l'agglomération (malgré le plancher de survol de 2 000 m). Les rapports avec la Direction générale de l'aviation civile et Aéroports de Paris sont souvent délicats, le trafic aérien en constante augmentation s'accommodant difficilement des contraintes phoniques, malgré des progrès certains dans les techniques de fabrication des réacteurs. Il n'en demeure pas moins que les plaintes se multiplient, et que la trajectoire des avions se contrôle difficilement, les pilotes pouvant à tout moment déroger au plan de vol pour des raisons de "sécurité" ou d'encombrement de l'espace aérien.

Un plan global anti-bruit devrait voir le jour dans les prochains mois. Il prendra en compte tous les acteurs concernés, y compris la Préfecture de police qui détient la clef d'un facteur parmi les plus mal connus : les deux-roues. "À l'heure actuelle, nous ne possédons aucune source fiable concernant le trafic des deux-roues et surtout leurs nuisances. Nous ne pouvons guère que noyer

cette donnée dans la catégorie des bruits sporadiques non modélisables. Mais nous comptons bien obtenir des données plus précises dans les années qui viennent.

De toute manière, quelles que soient les actions entreprises dans Paris intra muros, il ne faut pas non plus oublier que la Capitale vit et respire en symbiose avec sa banlieue. Détourner le gros du trafic automobile au-delà du Périphérique ne peut constituer une solution viable. Même si l'on constate, à chaque entrave supplémentaire imposée à la circulation, une certaine évaporation du trafic, ce dernier ne diminue pas encore en petite couronne et continue d'augmenter fortement en grande couronne. Le règlement global du problème passe par une action générale de sensibilisation de la population, de développement des transports en commun, d'aménagement urbain, d'encouragement aux transports de marchandises par le rail ou le fleuve, etc. En tout cas, avec notre cartographie, nous possédons pour la première fois un outil objectif et transparent qui nous permettra de mesurer et de prouver l'efficacité de nos actions dans ce domaine", conclut Thomas Lesay. ■



L'écran d'interface du logiciel Drag and Fly de Sirittech, sur lequel ont été faits tous les calculs phoniques de Paris.

L'élaboration des cartes, le travail de la STEU

Le Service Technique de l'Écologie Urbaine représente, pour ainsi dire, le bras séculier de la politique de la Mairie de Paris en matière de bruit. Au sein de cette entité, l'équipe responsable du projet, Yann François, dirige et coordonne le projet, qui a en charge le calcul et la production des nouvelles planches.

Au sein de la STEU, le projet de cartographie du bruit a démarré en 1999. Avec

un constat immédiat : impossible de procéder, pour établir la carte, à une campagne extensive de relevés terrain. Réaliser une cartographie décente aurait nécessité environ 1 million de points de mesure ! Il a donc fallu recourir à un logiciel de simulation. Plusieurs possibilités s'offraient quant à la sélection de ce dernier. Finalement, le service a opté pour le choix de la plus grande précision, au détriment de la vitesse de calcul. Le produit retenu, Easymap, conçu par la société nordiste Siratech autour du moteur de calcul normalisé Mithra (issu du CSTB) permet un degré de réalisme important : "Non seulement il

prend en compte les effets des obstacles, mais également celui des multiples réflexions sur des surfa-

ces plus ou moins absorbantes ; il sait aussi calculer le niveau de bruit résultant en 3D. C'était exacte-

Carte globale du bruit de la ville de Birmingham au Royaume-Uni. Celle-ci a été élaborée selon le minimum exigé par la directive, c'est-à-dire carte 2D du bruit calculé à une hauteur de 4 m au-dessus du sol. Les cours intérieures ne sont pas cartographiées.



© City of Birmingham

ment le produit dont nous avons besoin !", explique Yann François, responsable de la cartographie du bruit à Paris à la STEU. En outre, Easymap permet, grâce au module Drag & Fly, la visualisation tridimensionnelle interactive des résultats du calcul (l'aspect cartographique, notamment l'utilisation de la BD Topo et de la BD Ortho de l'IGN, est confié quant à lui au logiciel ArcView). Seul point noir : à l'époque, le produit se trouvait encore dans sa phase de conception, et le projet parisien a servi de test en conditions réelles, avec les aléas qu'on devine : bugs, plantages, etc.

La base de données du trafic routier, qui sert de point de départ au calcul, recense toutes les rues de Paris. Les plus grands axes disposent de compteurs de passage sous forme de boucles installées sous la chaussée, qui permettent au service de la voirie de connaître l'évolution du trafic en temps réel et de produire des statistiques détaillées. Les axes de moyenne grandeur ont fait l'objet de comptages réalisés par des équipements mobiles (1500 boîtes et fils caoutchoutés). Enfin, pour les ruelles, les voies semi-piétonnes et les impasses, un chiffre forfaitaire a été attribué, "sachant que, de toute manière, le niveau de bruit ambiant y est très faible". Moyennant ces données brutes (le TMJA : taux moyen journalier annuel), des simulations préliminaires ont été réalisées afin d'ajuster la valeur de certains coefficients de pondération du modèle pour

un an aux machines (pourtant puissantes : Athlon XP 2 GHz, 1,5 Go de mémoire vive, 80 Go de capacité disque) du centre de calcul de la STEU. Celle du bruit nocturne, en cours de réalisation à l'aide de la même base de données, ne réclamera que sept mois. L'expérience acquise aura servi à mieux paramétrer le logiciel, à éviter les surcharges, etc. "C'était par exemple le cas sur le Périphérique. Le trafic important, combiné à la complexité de l'environnement immédiat : immeubles, murs antibruit, tranchées, etc., conduisait à des calculs tels qu'au début les machines déclaraient forfait. Nous avons appris à dimensionner correctement les zones élémentaires de calcul, et à adapter le matériel aux exigences. Reste que, à titre d'illustration, le calcul d'un tronçon de Périphérique réclame une semaine, contre quatre jours pour les autres secteurs."

cependant les riverains des voies. Un partenariat entre la SNCF et la Mairie de Paris est en cours de négociation, afin de réaliser à l'avenir une cartographie commune des bruits ferroviaires et routiers.

Du côté du bruit aérien, la STEU a conduit des campagnes de mesures ponctuelles. Une valise spécialisée, réglée pour détecter et enregistrer les passages d'avions, a été installée dans un couvent du XVIII^e arrondissement. Au cours des quinze jours qu'a duré l'expérience, à peu près un millier de survols, plus ou moins proches, ont été enregistrés. "Bien sûr, l'aviation civile s'abrite derrière les cas d'urgence, les problèmes d'encombrement de l'espace aérien, et l'absence de manquement au règlement, les avions étant toujours soit à l'extérieur du Périphérique, soit au-dessus du plafond de survol autorisé. Reste que 867 cas exceptionnels en 10 jours, cela fait beaucoup. Et que dire d'un passage enregistré à une heure du matin ?". Le problème des nuisances aéronautiques se mesure à l'aune de la population potentiellement concernée : un avion hors route peut réveiller tout un quartier.



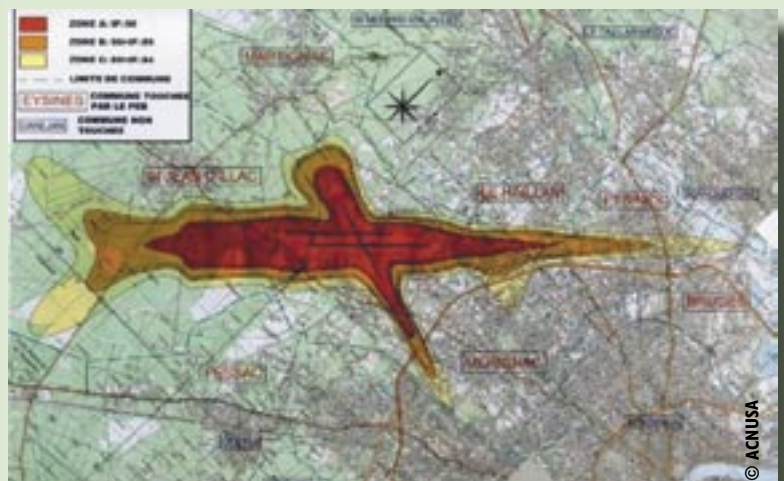
Cette carte de bruit de la ville de Prague est une des rares à ne recenser que des mesures terrain. Elle est, évidemment, très incomplète par rapport aux cartes calculées par les logiciels de simulation.

produire des résultats conformes à la réalité - c'est-à-dire des résultats de mesures ponctuelles effectuées sur le terrain avec un sonomètre (la STEU dispose d'une trentaine de ces instruments).

Le calcul de la première carte, celle du bruit diurne, aura pris

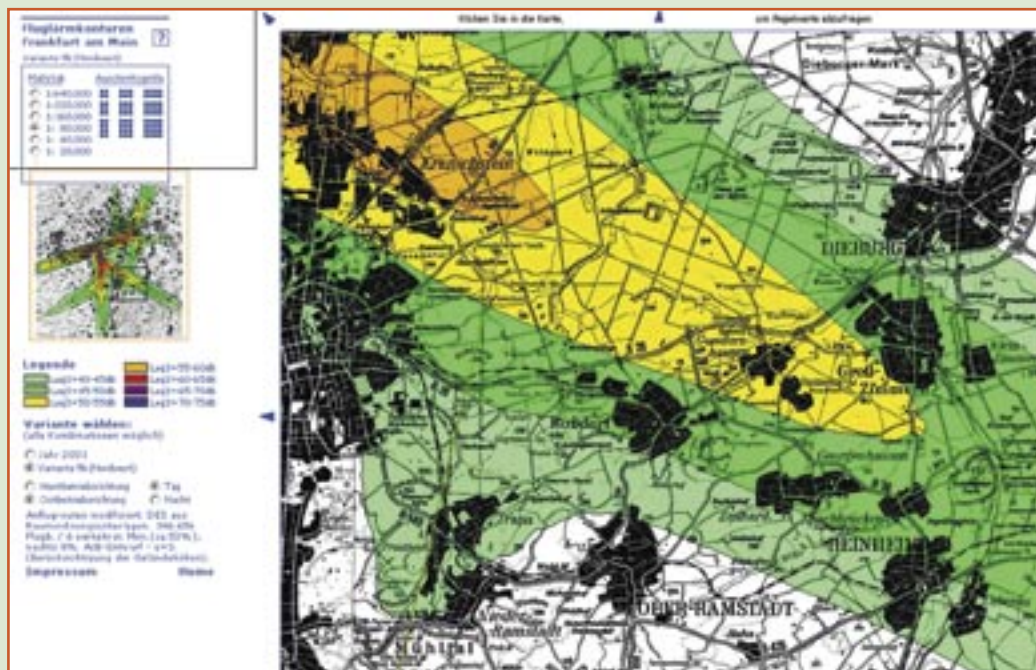
Prendre en compte les autres facteurs

Le bruit routier, majoritaire, n'est pas la seule source de nuisances à Paris. Le bruit ferroviaire, bien que limité spatialement, gêne



Dans le cadre de l'aménagement des zones aéroportuaires, l'administration calcule un « Plan d'exposition au bruit » (PEB) qui définit le niveau sonore auquel sont soumis les riverains des installations. Celui-ci est cependant très insuffisant pour déterminer les vraies nuisances, puisqu'il ne prend en compte que les niveaux sonores supérieurs à 84 dB, c'est-à-dire, peu ou prou, le bruit du Périphérique parisien. Il a cependant des implications réglementaires en termes de programme immobilier et d'isolation phonique. (Ici l'aéroport de Bordeaux Mérignac). L'autorité indépendante Acnusa est chargée de la médiation entre les aéroports et les riverains.

Cette campagne de mesures devrait être renouvelée dans le cadre plus général de l'identification des bruits "sporadiques", comme les klaxons, les deux roues, etc. Pour cela, la Mairie dispose d'un ensemble de



Carte des nuisances sonores calculées pour l'aéroport de Francfort. Ici, il ne s'agit pas d'un document réglementaire, mais d'un plan simulé identique à celui de la Mairie de Paris. La carte est interactive (nuit/jour, décollages est/ouest), proposée à différentes échelles, et un clic sur un point précis ouvre une fenêtre donnant le niveau sonore.

huit capteurs intelligents expérimentaux, capables de comparer le spectre d'un bruit à une référence, et de l'enregistrer en MP3 en cas de concordance. Ces bornes, équipées d'émetteurs UHF, rapatrient ensuite leurs données vers un serveur central qui les collecte et les envoie, par liaison filaire, à un centre de traitement. Ce genre de dispositif pourrait être installé pendant quelques temps dans un quartier (la portée des émetteurs est limitée à 500 mètres environ) pour y analyser les nuisances non modélisables (par exemple, le bruit d'ouverture des grilles des magasins le matin, les ventilations, etc.).

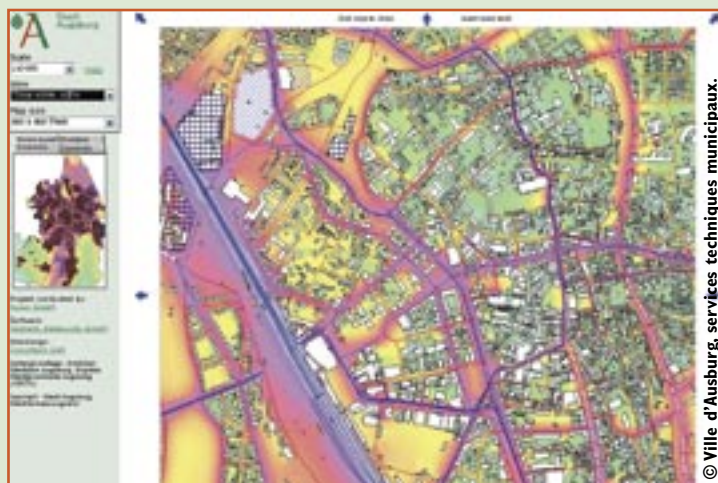
Un outil interne

Au-delà de l'information du public, information que les équipes municipales ont voulu aussi conviviale et précise que possible, la cartographie du bruit représente également un outil important pour les équipes municipales chargées de l'urbanisme. Forte de son expérience, doublée des résultats déjà connus, le STEU peut prédire le niveau de bruit à l'intérieur de chaque nouveau projet d'aménagement (école, voiries, immobilier).

Après avoir publié la première carte sous forme de CD-Rom et de pages HTML, le STEU réfléchit à une nouvelle interface et à des

bruit routier est attendue pour septembre 2006, sous la forme légale européenne. L'intérêt de cette échéance est double :

Le même concept de carte de bruit interactive appliqué ici au bruit urbain (Augsburg). Cette dernière recense le bruit diurne et nocturne, routier, industriel et humain (sports). L'échelle, la taille de la carte sont paramétrables.



© Ville d'Augsburg, services techniques municipaux.

moyens de production plus efficaces. Ceux-ci pourraient passer, par exemple, par une parallélisation des algorithmes et leur calcul en simultanés sur plusieurs machines, au travers d'un modèle client/serveur ; ou bien par l'utilisation de systèmes multiprocesseur.

La prochaine publication de la cartographie complète du

non seulement elle satisfait aux exigences de la Commission, "mais elle permettra aussi de quantifier les progrès effectués sous la mandature actuelle, avant les prochaines échéances électorales." Où l'on voit que le bruit et sa cartographie sont sortis du domaine purement technique pour devenir un problème d'ordre politique. ■