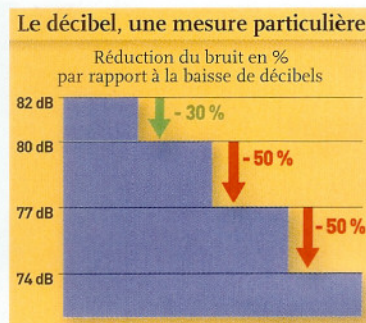


Technologie. Les transports sont plus silencieux qu'hier, mais la lutte contre le bruit reste le parent pauvre de l'environnement. A quand une stratégie de rupture ?

Pour quelques décibels de moins



Stefano Lupieri. slupieri@lesechos.fr

Un avion silencieux! Le rêve impossible de centaines de milliers de riverains d'aéroports? Peut-être pas. Les chercheurs de l'université de Cambridge et du MIT ont présenté, il y a quelques mois, un nouveau prototype d'avion futuriste, le SAX-40, capable de transporter allègrement 215 passagers. Beaucoup moins polluante et moins bruyante que les jets d'aujourd'hui, cette grande aile volante – sans empennage ni volets d'atterrissage – présente une autre particularité: ses réacteurs, placés à l'arrière et en partie masqués au-dessus de l'appareil, sont équipés d'un système de propulsion plus lent et donc plus silencieux. A en croire la quarantaine de chercheurs qui ont travaillé sur ce projet, soutenu par Boeing et Rolls-Royce, l'avion pourrait voler en 2030. « Pour l'instant, ce n'est rien d'autre qu'un prototype virtuel », nuance Daniel Juvé, responsable du laboratoire de mécanique de fluides de l'Ecole centrale de Lyon.

Mais ce projet ouvre de nouvelles perspectives à la recherche en acoustique, une discipline ingrate, où les décibels se gagnent un à un. « Il n'y a pas eu de révolution technologique

dans la lutte contre le bruit des transports ces dernières années », reconnaît Jean Delsey, directeur de recherche à l'Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité (Inrets). Bien sûr, constructeurs et chercheurs ne sont pas restés les bras croisés. Les véhicules – trains, avions, autos – sont plus silencieux qu'hier. Un TGV roulant à 160 km/h fait deux fois moins de bruit qu'un train Corail et la nuisance sonore produite dans les années 70 par une Caravelle est équivalente aujourd'hui à celle de 120 Airbus A320. Le problème, c'est qu'entre-temps le trafic a explosé. De 25 rotations quotidiennes, le TGV Lyon dépasse aujourd'hui les 200, le transport de marchandises sur route est passé de 136 à 189 milliards de tonnes par kilomètre entre 1990 et 2003 et on prévoit un doublement du trafic aérien d'ici quinze ans. Bref, « le bruit arrive en tête des nuisances ressenties par l'individu chez lui », observe Alice Debonnet, directrice du Centre d'information et de documentation sur le bruit. Or on estime que 80% de l'énergie sonore produite dans une ville est due au trafic. Et si les points noirs – ainsi qualifiés au-delà de 70 dB (A) le jour et 65 dB (A) la nuit – font l'ob-

Une unité très sensible. Entre le plus faible et le plus fort son perçu par l'oreille humaine, le rapport de puissance est de 1 million. Passer de 80 à 77 décibels (soit trois de moins) revient à diviser le « bruit » par deux. Si l'on réduit encore de trois décibels, on réduit de nouveau le bruit de moitié.

80 dB

C'EST LE NIVEAU DE BRUIT PERÇU À 700 M DE DISTANCE LORS DU DECOLLAGE D'UN AVION LONG COURRIER.



Depuis les années 70, le volume sonore des avions a beaucoup baissé. Si, aujourd'hui, 120 Airbus font autant de bruit qu'une seule Caravelle, il reste que le trafic continue d'augmenter. Les industriels commencent à travailler sur de nouvelles architectures et sur les réacteurs pour gagner encore des décibels.



La tuyère à chevrons, un exemple d'améliorations apportées sur les réacteurs. Piste d'avenir: l'aile volante, sans empennage et avec des réacteurs sur le dessus.

jet d'un plan de résorption à raison d'une dizaine de milliers de logements par an depuis 2003, les zones grises, elles, s'étendent (1).

« En dépit de cette demande sociale, le bruit reste le parent pauvre des politiques environnementales », regrette Emmanuel Thibier, seul acousticien à l'Ademe à traiter de ces questions depuis quinze ans. « Il devient même plus difficile de faire financer des projets de recherche par le Predit (2) », ajoute Dominique Habault, directrice du Laboratoire de mécanique acoustique. Le bruit aurait-il moins la cote que le gaz carbonique ? Il est vrai qu'il ne s'accumule pas dans l'atmosphère. « On n'a pas encore véritablement réussi à démontrer l'impact de ce type de nuisances sur la santé », avance Alice Debonnet. De fait, s'ils ont fait beaucoup d'efforts pour l'insonorisation intérieure de leurs véhicules, considérée comme un vrai argument marketing, les constructeurs se sont contentés, pour le bruit extérieur, de suivre la réglementation...

L'automobile est ainsi passée de 82 dB (A) en 1970 à 74 dB (A) en 1996. L'amélioration commence à être perceptible à l'oreille à partir d'un gain de 3 dB (A) qui correspond en fait à une diminution de 50% de la puissance sonore. Les premiers décibels ont été gagnés sur l'échappement et l'admission d'air. « Aujourd'hui cette source de bruit ne représente plus que 5% du total contre 65% pour le moteur et 30% pour le bruit de roulement », explique Eric Behr, responsable de l'entité acoustique et vibration de PSA. Découverts à la fin des années 80, les revêtements drainants ont permis de gagner 3 décibels sur le bruit de roulement provoqué par l'éjection d'air à l'arrière du pneumatique. Un bénéfice collatéral, en fait : les fabricants cherchaient surtout à réduire les projections d'eau et la porosité du revêtement capturerait l'une et l'autre. Dans la foulée, les industriels ont déve-

loppé de vrais revêtements absorbants en diminuant la taille des granulats. « Cela a réduit le bruit provoqué par la percussion du pneumatique sur les aspérités de la chaussée sans nuire à l'adhérence », indique Jean-Luc Gautier, directeur du centre d'expertise de Colas. La dernière génération de revêtements permet un gain de 8 à 10 décibels. Cependant Colas a décidé d'arrêter ses recherches dans ce domaine : « Le marché n'est pas suffisamment porteur », regrette l'expert.

Côté moteur, le diesel à injection directe a contribué à réduire le bruit mais il visait d'abord à réduire la consommation. Mieux isolé, le compartiment moteur a lui aussi apporté sa contribution, en particulier au niveau des transmissions sur le bas de caisse. Et pour le reste, il s'est surtout agi d'éviter la transmission des vibrations du moteur à la carrosserie grâce

« La performance sonore a longtemps été accessoire dans les appels d'offres. La SNCF devrait aujourd'hui l'intégrer. »

à des raidisseurs, à l'allègement des pièces dans la masse, à l'utilisation de matériaux de découplage (caoutchouc, huiles...). Rien de bien spectaculaire. « C'est une dynamique d'optimisation permanente », souligne Philippe Dupuis, responsable du département d'ingénierie chez Metravib. « Nous en approchons l'asymptote », reconnaît cependant Eric Behr. Surtout, personne ne voit venir de rupture véritable, comparable à l'aile volante, excepté peut-être la propulsion électrique, très silencieuse, mais d'un usage limité.

Le ferroviaire n'est pas beaucoup plus avancé. De fait, la législation ne date que de 2002. Conçue pour harmoniser les seuils entre pays européens dans le cadre de l'interopérabilité des lignes, elle s'est pour l'essentiel alignée sur le matériel existant. Et les progrès réalisés ces dernières années ne

sont pas très technologiques. Dans le rail, c'est le bruit de roulement qui domine même au-delà des 300 km/h et l'essentiel des progrès est issu du remplacement des freins à sabots en fonte des premiers TGV par des freins à disques. Le gain est non négligeable – 10 décibels – mais 80% du parc total roule encore avec des sabots ! La SNCF devrait gagner encore 2 à 3 décibels grâce à des absorbeurs de vibration clipsés sur les rails ou les roues.

L'AÉRODYNAMISME

Le champ aérodynamique a été moins exploré. Il est vrai qu'on commence juste à être en mesure de modéliser ce type de bruit. « Un millionième seulement de la puissance mécanique se transforme en onde acoustique, explique Daniel Juvé. Il a fallu attendre l'arrivée de calculateurs très puissants

pour travailler sur ces questions. » Les TGV sont peu carénés, comparés par exemple à leurs concurrents japonais. La France n'a pas non plus développé la sustentation magnétique qui supprime le bruit de roulement. Seule la Chine exploite commercialement ce type de train sur un tronçon de 30 km entre Shanghai et son aéroport. Le potentiel de gain viendrait plutôt de la collaboration plus étroite qui semble s'installer entre la SNCF et les fabricants (Alstom, Bombardier...). La performance sonore a longtemps été accessoire dans les appels d'offres. Cela change. « Nous avons développé avec le LMA un outil de synthèse sonore qui va nous permettre de l'intégrer dans nos choix de matériels », avance Pierre-Etienne Gautier, responsable de l'unité recherche physique des systèmes ferroviaires.

La chasse au bruit n'avance pas plus vite dans l'aéronautique. « Si près de 25 décibels ont été gagnés entre les débuts de l'avion à réaction et les années 70, on s'est contenté depuis d'une dizaine



Les absorbeurs de vibration sont destinés à réduire le bruit du roulement. Plus silencieuse, la sustentation magnétique n'est exploitée qu'à Shanghai.

Le trafic des TGV a fortement augmenté, de 25 à 120 rotations journalières sur Paris-Lyon, par exemple. Mais ces dernières années, les progrès réalisés ont surtout porté sur du matériel existant, sans réel saut technologique.



90 dB

C'EST LE NIVEAU DE BRUIT PERÇU À 100 M DE DISTANCE QUAND UN TGV PASSE À 300 KM/H.

84 dB

C'EST LE NIVEAU DE BRUIT PERÇU À 10 M DE DISTANCE LORS DU PASSAGE D'UNE VOITURE SUR L'AUTOROUTE.



Contre les nuisances des automobiles, les constructeurs agissent tous azimuts. Les bruits de moteur et de roulement constituent les deux axes principaux de recherche. La puissance sonore émise par une voiture est passée de 82 dB en 1970 à 74 dB en 1996. Elle a ainsi été divisée par plus de 5.

de décibels supplémentaires », précise Daniel Juvé. Mais les progrès sont minimes. Meilleure isolation des nacelles, tuyères redessinées : les moteurs ont perdu quelques décibels. Les prochaines innovations seront issues du programme de recherche « Silence (R) » lancé par Bruxelles et doté d'une enveloppe de 112 millions d'euros qui vient juste de se terminer. Là encore, les innovations sont plus subtiles que radicales : « En avançant la lèvre inférieure du réacteur nous sommes parvenus à infléchir de 10° vers le haut la direction du jet d'air pour un gain de 1 à 2 décibels », indique Dominique Collin, responsable acoustique du groupe Safran (Snecma). A peu près celui que devrait permettre l'optimisation de la forme des aubes grâce à la simulation numérique.

Cela suffira-t-il à tenir les objectifs de l'Acare, le conseil consultatif pour la recherche aéronautique en Europe : moins 10 décibels au décollage d'ici à 2020 ? A voir. C'est pourquoi les opérateurs commencent à travailler sur de nouvelles architectures. Dans le cadre du programme européen Vital (90 millions d'euros), Airbus revisite la place des réacteurs, non plus placés sous les



Les revêtements absorbants ont permis de gagner en décibels. A terme, la généralisation des voitures à propulsion électrique représente la solution quasi idéale.



ailes mais au-dessus afin qu'elles fassent écran. Les constructeurs s'échinent aussi sur des technologies dites de « contrôle actif ». La plus ancienne consiste à envoyer un contre-bruit qui neutralise le bruit d'origine. Efficace surtout pour lutter contre les basses fréquences, elle a été exploitée à bord des Falcon de Dassault mais pour lutter contre le bruit dans la carlingue. Il est évidemment plus compliqué de s'attaquer au problème à la source, c'est-à-dire le réacteur même. « Les tests sont encourageants », observe cependant Dominique Collin. Enfin, les avionneurs travaillent sur le contrôle actif « fluide » basé sur des microjets d'air, un système qui pourrait remplacer les tuyères à chevrons sans perte de poussée. Reste à savoir comment ces avancées seront mises à profit. Lauréat d'un « décibel d'or » en 2006 pour un dispositif innovant d'isolation des réacteurs capable de gagner 4 à 5 décibels au décollage, Airbus entend utiliser

cette avancée pour augmenter, à puissance sonore égale, la masse de l'A380. Et donc sa charge marchande. On le voit, seule la législation peut avoir un impact fort sur la réduction des nuisances. Dans la foulée du Grenelle, la taxe sur les nuisances sonores aériennes va être augmentée et les altitudes d'approche sur les aéroports relevées. Parallèlement, une directive de 2002 oblige les agglomérations de 250 000 habitants à établir des cartes du bruit et donc des plans d'actions de réduction des nuisances. Mais la France tarde à l'appliquer. Pourtant, face aux limites de la technologie, les solutions ne pourront que passer par l'encadrement du trafic. En attendant, peut-être, l'aile volante... ●

(1) Le dB(A) est un décibel corrigé qui tient compte de la manière dont l'oreille perçoit le son.
(2) Programme national de recherche et d'innovation dans les transports terrestres doté de 300 millions d'euros de fonds publics pour la période 2002-2007, par lequel passent de nombreux programmes de recherche sur le bruit.