

Claude LAMURE et Michel VALLET

Transports aériens et Environnement

LA CROISSANCE DU TRAFIC AÉRIEN

La croissance du trafic aérien civil tend à augmenter, et s'il n'y a pas de flambée du prix du pétrole on peut s'attendre à une multiplication par 4 du nombre de kilomètres passagers et tonnes de fret parcourus en 2005 comparés au nombre de 1980. C'est ce que prévoient l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale et la Lufthansa. Seules les contraintes de congestion d'aéroport et d'environnement pourraient ralentir cette croissance si on ne trouve pas de solutions techniques.

LES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT

Le bruit autour des aéroports constitue la nuisance la plus connue, mais il faut considérer aussi :

- la consommation d'espace et la destruction d'écosystèmes par les implantations aéroportuaires,
- la modification des circulations et des qualités des eaux,
- et surtout la pollution de l'air liée à la consommation d'énergie.

Les surfaces occupées par les aéroports, les pistes, les parcs de stationnement sont considérables ; l'aéroport de Roissy utilise une surface supérieure à celle de la ligne du TGV Atlantique. De plus, ces surfaces sont largement couvertes de revêtements bitumineux sur lesquelles se déversent des composés pétroliers ; il en résulte des modifications du régime des eaux et l'entraînement d'un certain nombre de produits nocifs. Ce phénomène n'a cependant pas l'ampleur des perturbations apportées aux eaux par la route et la voie urbaine. Pour celles-ci d'ailleurs les premiers programmes de recherche systématique n'ont été lancés que très récemment par exemple en Allemagne.

Nous nous attacherons davantage au cas de la pollution de l'air.

LA POLLUTION DE L'AIR

Niveaux de pollution

Il faut distinguer trois niveaux géographiques de pollution de l'air :

- La pollution **locale** affecte les usagers et les riverains des aéroports. Elle comporte des toxiques tels que l'oxyde de carbone -CO-, les hydrocarbures plus ou moins

imbrûlés -HC-, elle comprend aussi une pollution perceptible, olfactive ou visuelle. Comme pour les véhicules automobiles, les moteurs thermiques d'aéronefs sont le lieu d'une combustion imparfaite ; d'ailleurs, une part parfois prépondérante de la pollution induite autour des aéroports provient de la circulation des automobiles et des poids lourds, tous les véhicules des employés, passagers et transporteurs de fret. Les moyens de protection sont limités ; des études américaines concluent à la nécessité d'éloigner les circulations de piétons des sources de pollution et de les enclore dans des espaces clos convenablement ventilés. En Europe un progrès significatif résultera des sévères réductions d'émissions qui s'appliquent désormais aux automobiles.

- La pollution **régionale** par le trafic aérien contribue aux risques de "smog" atmosphérique lié aux émissions de NOx et HC ; comme à Los Angeles, certaines zones plus ou moins ensoleillées de l'Europe pourraient souffrir de dégradations de luminosité de l'air et de la production des irritants caractéristiques du "smog" photochimique. Cependant la circulation aérienne constitue en général un producteur mineur de polluants générateurs de "smog" si on la compare aux industries et à la circulation automobile.

- C'est la pollution **globale** de l'atmosphère qui peut apparaître comme la plus caractéristique du transport aérien. Les deux phénomènes planétaires d'actualité sont concernés :

- l'effet de serre lié aux émissions de dioxyde de carbone CO₂ (et d'autres gaz).

- la destruction de la couche d'ozone qui serait peut-être due en partie aux réactions chimiques impliquant les NOx et les ions OH.

SUBSTANCE	EMISSIONS SPÉCIFIQUES	
	Fret g/tkm	Passagers g/pkm
CO ₂	866	167
H ₂ O	340	66
C _x H _y	0,40	0,08
CO	1,01	0,20
NO _x	4,26	0,82

Les émissions à haute altitude peuvent se produire dans des zones à faible renouvellement de l'air où le stockage de polluants peut devenir préoccupant. (Tableau 1)

Données et perspectives

Avec des technologies identiques pour les moteurs, les volumes d'émission dépendent seulement de la consommation de carburant. La sensibilité du trafic aérien au coût du pétrole est à cet égard un facteur favorable car elle a entraîné une forte baisse de la consommation spécifique des avions par suite du progrès des moteurs et de l'accroissement de capacité des appareils. (Tableau 2).

Pour l'ensemble d'une flotte comme celle de la Lufthansa, la consommation par tonne kilomètre a été réduite de 45 % de 1970 à 1985 (cf. graphique 2). Les progrès des avions modernes sont remarquables.

Il faut ajouter à ces progrès sur le plan de l'économie de consommation, des réductions spectaculaires des émissions de CO et HC. Dans la même catégorie d'avions, l'Airbus A320-200 émet le quart du poids de CO que produit le B727-200 plus ancien et le dixième des HC.

Malheureusement le problème essentiel, celui des oxydes d'azote n'est pas réglé : il y a là une difficulté de fond due au fait que dans l'ensemble, le rendement d'un moteur, la température de combustion et la production de NOx croissent simultanément.

Type d'avion	Consommation spécifique g / tkm
B727	886
B737 - 200	933
B737 - 300	612
B747 - 200 P	401
B747 - 200 K	345
B747 - 200 F	250
A300 - 600	398
A310	512
DC10 - 30	415

Perspectives pour la pollution

Pour le court terme, les pollutions locale et régionale par la circulation aérienne devraient pouvoir être limitées aux niveaux actuels. L'évolution dépendra beaucoup des capacités des compagnies aériennes à renouveler leur flotte et à acheter des avions modernes moins polluants.

Le problème le plus préoccupant pour les avions de ligne et les supersoniques militaires et civils est celui des émissions d'oxyde d'azote. La recherche-développement de nouveaux moteurs d'avion exigera des perfectionnements considérables ; les programmes d'avions supersoniques dépendront fortement des progrès accomplis dans la dépollution des moteurs. L'utilisation envisagée de nouveaux carburants, tels que le méthane ou l'hydrogène liquide, permettra de réduire de manière draconienne les émissions de CO, HC et

CO² mais la question des NO_x et des ions OH- restera posée.

LES POLITIQUES DE GESTION DU BRUIT DES AVIONS

La gestion du bruit des avions donne lieu à une activité considérable depuis les années 1960, et qui ne se relâche pas parce que de l'avis même des exploitants d'aéroports (Valin 1989) "les nuisances phoniques générées autour des aéroports constituent un souci majeur pour les responsables aéroportuaires et se répercutent au niveau du transport aérien :

- par des limitations dans l'utilisation des aéroports,
- par des coûts accrus pour la collectivité aéronautique.

Le développement des aéroports est de plus en plus tributaire de leur acceptation par leur environnement et dépend d'un équilibre souvent fragile et tranché à un niveau politique entre :

- le développement économique généré par l'aéroport sur sa région,
- les nuisances subies par leurs riverains.

Les aéroports apparaissent par ailleurs comme les maillons saturants de l'ensemble du transport aérien dans les pays les plus développés. **Les nuisances phoniques deviennent en fait l'élément critique de la capacité du transport aérien**".

L'exposition au bruit aérien selon l'OCDE

Le tableau 3, ci-dessous illustre l'importance de l'exposition à des niveaux de bruit élevés des populations des pays industrialisés. (Limites d'acceptabilité pour la route : 60 dBA).

Pour la région parisienne, les estimations figurent sur le tableau 4.

Le bruit des aéronefs

La première démarche en matière de protection contre le bruit est la réduction des émissions, qui fait pour les avions l'objet d'une réglementation, comme pour les voi-

Zones	Orly	CDG	Le Bourget	Aérodromes secondaires
A	5 800	10	210	10
B	27 200	120	190	490
C	42 000	20 500	7 300	6 500
Complémentaire	200 000			
Total	275 000	20 630	7 700	7 000

Nota : Il s'agit essentiellement des habitations riveraines des aéroports. Cependant, on commence à se préoccuper du "en route noise", dans les milieux de la recherche.

tures, mais en évolution plus lente, compte tenu de la durée de vie élevée des avions (1).

Cette réglementation est en évolution constante quant à la précision des méthodes ou l'introduction de nouvelles normes, par exemple les avions à hélices d'une masse maximale de 9 000 kg (2).

Les effets économiques de la certification de plus en plus sévère préoccupent déjà certaines compagnies en Afrique, en Amérique latine qui ne peuvent investir dans des avions du chapitre 2 (demande de certificat pour le prototype acceptée avant le 6.10.1977) et qui ne peuvent pas non plus acheter des systèmes de silencieux pour les avions du chapitre 3 (non certifiés). Selon Bonneau (3) "les nouvelles normes de bruit risquent d'entraîner la cessation de certaines activités des avions passant les normes. On se demande alors par qui et comment seront assurés les services qu'elles effectuaient. Plus directe est la demande de la IATA (Association des Transporteurs Aériens) de repousser *sine die* l'application des normes sur le bruit.

Les courbes de niveau de bruit au voisinage des aéroports

Parallèlement aux efforts techniques pour réduire le bruit des aéronefs, c'est-à-dire le bruit à la source, les pouvoirs publics ont conçu un zonage acoustique autour des aéroports. Dès 1962 les Britanniques (4) ont travaillé cette question et proposé un indice

acoustique utilisable pour la délimitation des différentes zones et qui montre une bonne liaison avec la gêne des populations riveraines.

En France on utilise l'indice psychologique IP. Le trafic de nuit étant considéré comme dix fois plus gênant que celui de jour, il est pondéré par un facteur 10. La détermination, par le calcul, de IP suppose de connaître : le trafic en nombre de mouvements et par type d'appareil, les niveaux de bruit des avions à la source, les trajectoires, les lois de propagation du son dans l'air (3).

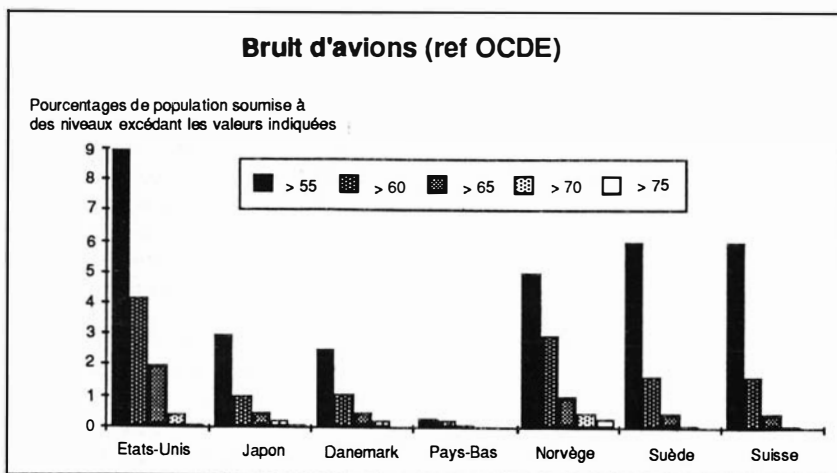
La question que se posent tous les gestionnaires du bruit des aéroports est la correspondance entre les indices acoustiques et les effets du bruit sur l'homme.

Les effets du bruit des avions sur les populations

- On les rappelle sous forme très résumée.
- effets sur le système auditif : risques très limités.
- intelligibilité de la parole : perturbée, voire inexistante au passage d'un avion.
- effets sur le sommeil : ils se maintiennent dans la durée, ce qui rend délicate la gestion nocturne des vols.
- effets non auditifs : effets végétatifs, cardiovasculaires et sur la santé. Les divers travaux internationaux ont des résultats contradictoires, notamment pour la prise de médicament plus forte chez les riverains d'aéroports qu'en zone témoin.
- la gêne due au bruit des avions. Elle est évaluée par enquêtes psychologiques, dont les résultats servent à valider les indices acoustiques.

En ne prenant en compte que les bruits de mouvements d'avion, les indices actuellement utilisés négligent un certain nombre de sources de bruit ; celles-ci peuvent apparaître négligeables au regard de la puissance émise par un avion en survol. Mais ces sources secondaires contribuent à remplir les périodes de silence relatif entre deux mouvements d'avions, ce qui se traduit entre autres par la réception de bruits graves, à une certaine distance des pistes ou des hangars.

Les indices ne prennent pas en compte : les survols peu bruyants (PNL < 80 PNdB) dans NNI, le bruit de roulage des avions, le bruit au point fixe avant décollage, le bruit des essais des moteurs (malgré des efforts



N.B. : Selon les cas l'unité utilisée est le Leq de jour (6 h à 22 heures ou 8 h à 20 heures) ou Leq sur 24 heures. Source : OCDE.

très coûteux pour insonoriser les hangars) le bruit du trafic routier ou ferroviaire induit.

Ces sources secondaires ne sont pas considérées pour les autres modes de transport ; le train et la voie ferrée notamment, sont considérées comme un couloir bruyant sans sources annexes aux extrémités.

Pour la prise en compte des sources secondaires et pour caractériser au plus près le niveau de bruit, il conviendrait alors d'utiliser l'indice Leq. Cependant, les événements bruyants secondaires n'étant guère prévisibles on ne peut pas établir une prévision des effets de telle ou telle action, à court terme, ni les niveaux de bruit à moyen terme.

Pour conclure quant à la gêne subjective même, une synthèse relative à 11 enquêtes (sur les bruits des moyens de transports) dans plusieurs pays a été publiée en 1978 par Schulz ; son auteur montre que le pourcentage de personnes très gênées est corrélé dans tous les cas à l'indice DNL "ou L_{DN}" (il s'agit du niveau sonore équivalent Leq sur 24 h, avec pondération de 10 dB pour la période nocturne de 22 à 7 heures) d'une façon à peu près constante et suggère que la courbe moyenne qui en résulte permet de prédire la gêne de la population due aux moyens des transports ; ce travail a été passablement critiqué par la suite et à même donné lieu à des controverses.

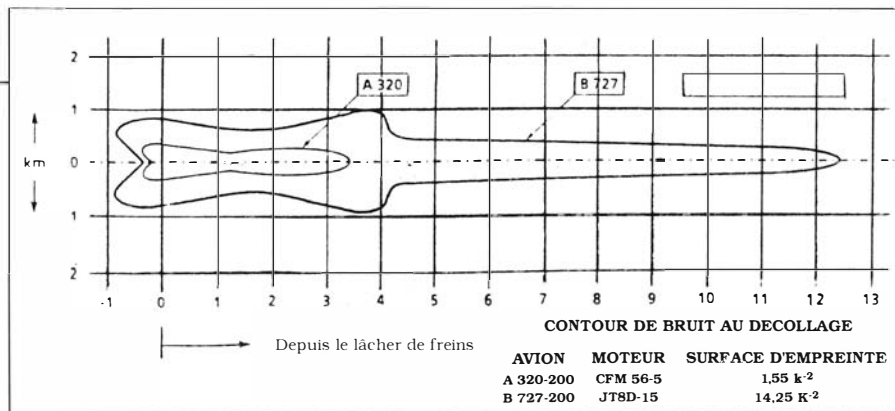
La répétition d'enquêtes (de contrôle) autour des mêmes aéroports en Grande-Bretagne (Heathrow, etc.), en France (Orly) et aux Pays-Bas (Schiphol) après 10-20 ans, n'a pas permis de déceler des différences significatives du degré de gêne des riverains en fonction de l'indice de bruit et suggère que les anciens résultats demeurent toujours valables.

Toutefois, l'étude anglaise effectuée dans le périmètre des aéroports de Heathrow et de Gatwick a fait apparaître que Leq (niveau sonore équivalent) en dB (A) était mieux corrélé à la gêne que l'indice NNI en vigueur dans ce pays et que le pourcentage de personnes très gênées augmente plus fortement mais de façon à peu près linéaire à partir d'une valeur de Leq (24 h) de 57 dB (A) environ. Les auteurs indiquent qu'une valeur de Leq (24 h) de 55 dB (A) correspondrait au seuil de la gêne et qu'une valeur de 70 dB (A) provoquerait une forte gêne chez les deux tiers des riverains exposés. L'indice NNI, utilisé en Suisse également, suscite de nombreuses critiques (il ne prend pas en compte les survols dont le niveau de bruit perçu PNL est inférieur à 80 PNdB, etc.), et va être remplacé très probablement au Royaume-Uni par Leq, ou un indice fondé sur Leq. Une étude de la Commission des Communautés Européennes sur le bruit des avions menée conjointement en Grande-Bretagne, en France et aux Pays-Bas, a également établi que Leq (sur 24 h) était tout aussi bien relié à la gêne de la population exposée que les indices nationaux de ces pays. Il semble donc que l'on s'achemine lentement sur le plan international, malgré quelques réticences, vers un indice commun fondé sur Leq et qui serait éventuellement pondéré de manières différentes par les divers pays.

Conflits et indemnisation des riverains

Les riverains des aéroports de Nice et d'Orly ont intenté des actions en justice pour obtenir réparation des préjudices subis du fait du bruit des avions. La commune de Villeneuve-le-Roy a obtenu gain de cause en 1977, puis en 1982 les riverains d'Orly, puis ceux de Roissy en 1986.

Pendant cette période de procédure, les Pouvoirs Publics ont mis en place un système original de taxe parafiscale, défini par le



Décret du 13.2.1973. Aéroport de Paris percevait une taxe sur tous les passagers d'Orly et de Roissy. Les sommes importantes collectées sont utilisées au rachat entre 1973 et 1986 de pavillons très exposés (396), à l'insonorisation des logements (510) et des équipements publics (129). La commission Gabolde créée en 1984 orientait l'usage des fonds et émettait des suggestions (4).

L'année 1987 marque un tournant dans ce système d'indemnisation. Le Conseil d'Etat donne raison le 6 février 1987 aux Compagnies aériennes qui se sont retournées contre l'Aéroport de Paris, disant que les avions dérangent les riverains en raison de l'implantation même de l'aéroport et des consignes du contrôle aérien. Par son arrêt du 13 novembre 1987, le Conseil d'Etat a supprimé la redevance, qui avait remplacé la taxe parafiscale (Décret du 11.1.1984) parce qu'elle ne représentait pas une rémunération pour service rendu. L'indemnisation des riverains est donc suspendue depuis cette date.

Les moyens de réduire le bruit du trafic aérien

Les actions possibles sont finalement nombreuses :

- la réduction du bruit à la source : c'est le domaine de la certification des avions relevant de l'OACI.
- la régulation du trafic : sa dispersion dans le temps et dans l'espace.
- la définition de trajectoires dont l'impact sur la population est minimisée.
- l'isolation acoustique des bâtiments.
- la politique d'urbanisme et le zonage acoustique.

L'efficacité de ces moyens doit être mesurable et, pour cela, on utilise des indicateurs acoustiques.

Les critères d'homologation des aéronefs sont internationaux mais les indices destinés à évaluer l'impact du bruit d'avion autour des aéroports sont de responsabilité locale. On peut ainsi décompter, dans le monde, 57 méthodes d'évaluation différentes. Plus que leur diversité, ces méthodes présentent l'inconvénient d'être peu compréhensibles pour les non spécialistes. Le brouillard technique correspondant n'est pas favorable à la communication.

Une formule adaptée à une meilleure communication consiste à se fonder sur "l'empreinte" acoustique du décollage ou/et

de l'atterrissage d'un avion : la surface - et la population résidente incluse - pour lesquelles les niveaux de bruit dépassant telle limite L_s constituent une méthode d'évaluation simple.

Il reste cependant aux spécialistes à déterminer les limites L_s pour lesquelles beaucoup pensent que l'unité acoustique dB (A) utilisée pour les autres trafics serait tout à fait satisfaisante.

Une tâche plus complexe est de combiner les empreintes des divers avions et mouvements d'avions. En attendant, l'empreinte acoustique permet aisément de comparer des aéronefs. La figure ci-dessus montre ainsi les progrès acoustiques considérables dus à l'Airbus dont la surface d'empreinte atterrissage et décollage est de l'ordre du dixième de celle du B727-200.

L'urbanisme et le zonage acoustique autour des aéroports

Les avions sont mobiles et les réglementations d'urbanisme concernent le sol, elles n'ont de sens que lorsqu'on maîtrise bien la régulation du trafic. La répartition du trafic dans le temps mais surtout dans l'espace renvoie toujours au choix entre une action de concentration du trafic et donc des nuisances, accompagnée de mesures énergiques et une action d'étalement des nuisances.

Un progrès très notable a été obtenu grâce à la définition de trajectoire à impact réduit. Cette politique suppose qu'il existe autour de la plate-forme des trouées d'espaces non construits ; ce n'est pas le cas à Orly ni au Bourget, mais cela s'est révélé très positif à Roissy.

Après plusieurs années de conflit les riverains ont obtenu :

- un relèvement du palier de prise en charge de la trajectoire par les systèmes automatiques de guidage et un accroissement des pentes de descente, permettant ensemble de réduire les zones de bruit. Cette action demandée par les collectivités locales a été bien reçue par les pilotes, malgré la faible coopération des contrôleurs aériens, très soucieux de sécurité.

- un relevé de trajectoires effectuées par rapport aux trajectoires souhaitées, qui montre des dispersions importantes. Néanmoins, ces modifications des trajectoires ont divisé par 4 la population exposée.

ISOLATION ACOUSTIQUE EXIGÉE POUR LES CONSTRUCTIONS RIVERAINES D'AÉROPORTS.				
Zones	A	B	C	proche de la zone c
HABITATIONS nécessaires à l'activité aéronautique l'entreprise de l'aérodrome	42 dB (A) (1)	35 dB (A) (1)	35 dB (A) (2)	30 dB (A) (2)
LOGEMENTS individuels et collectifs	exclus	exclus	35 dB (A) individuel seulement	30 dB (A) (2)
LOCAUX D'ENSEIGNEMENT et de soins, logements de fonction des zones d'activités spécialisées	(3) 47 dB (A) (1)	(4) 40 dB (A) (1)	35 dB (A)	30 dB (A)
LOCAUX à usage de bureaux ou recevant du public	42 dB (A) (1)	35 dB (A) (2)	30 dB (A) (2)	-
ETABLISSEMENTS recevant du public nécessaires à l'activité aéronautique dans l'emprise de l'aérodrome. Entrepôts et ateliers industriels et commerciaux	étude particulière	étude particulière	-	-

(1) sauf étude particulière
(2) une étude particulière est souhaitable pour les grands immeubles
(3) exceptionnellement admis sauf logements de fonction des zones d'activités
(4) exceptionnellement admis.

Des textes réglementaires et législatifs ont associé aux zones exposées au bruit des aéronefs des contraintes d'urbanisme.

Les conditions de construction aux abords des aérodromes ont fait l'objet, en 1977, d'une directive d'aménagement national (décret n° 77.1066 du 22 septembre 1977, complété par décret n° 881.533 du 12 mai 1981).

Les documents d'urbanisme, et notamment les plans d'occupation des sols, doivent être compatibles avec les règles d'urbanisme que la directive institue dans les différentes zones des plans d'exposition au bruit ; ces règles sont de plus opposables aux autorisations d'utilisation du sol.

Elle prévoit une procédure d'élaboration des P.E.B. tournée vers le public : consultation des communes, de la commission consultative de l'environnement, quand elle existe, et soumission à enquête publique du projet de P.E.B. A l'issue de cette procédure, le P.E.B. est approuvé et annexé aux plans d'occupation des sols concernés (5).

On notera que les maires étant désormais responsables de l'urbanisme, on peut se demander qu'elle sera leur attitude vis-à-vis de la construction de logements dans la zone C. On ne sait pas encore si la préfé-

rence va à des constructions industrielles ou bien à accepter des maisons ou immeubles collectifs, dont l'isolation est soignée ; en effet dans chacune des zones, les possibilités de constructions nouvelles sont restreintes, en particulier la construction d'habi-

Les limitations apportées à la construction dans les différentes zones et les modalités d'établissement des plans d'exposition au bruit (P.E.B.) ont été fixées en termes détaillés par la circulaire n° 81.75 du 13 août 1981.

Dans les secteurs non urbanisés de la zone A, c'est-à-dire à l'intérieur de la courbe isopsonique 96 ne sont autorisés que les constructions d'habitation et les équipements nécessaires à l'activité aéronautique, ainsi que les équipements publics indispensables aux populations existantes.

En zone B et dans les secteurs déjà urbanisés de la zone A entre 96 et 89 sont en outre autorisés les logements de fonction nécessaires aux activités individuelles, commerciales ou agricoles.

En zone C (inférieure à 89) sont en outre admises les constructions individuelles non groupées situées dans les secteurs déjà urbanisés et les opérations de rénovation des quartiers ou de réhabilitation de l'habitat existant, dès lors qu'elles n'entraînent qu'un faible accroissement de la capacité d'accueil d'habitants exposés aux nuisances.

La loi n° 85.696 du 11 juillet 1985 relative à l'urbanisme au voisinage des aérodromes, édictée dans le cadre de l'article L.111.1.1. du Code de l'Urbanisme, a réaffirmé l'objectif d'intérêt national de maîtrise de l'urbanisation autour des aérodromes.

méthode complète est décrite dans l'appendice 1 de l'annexe 16 OACI, pendant 10 pages très denses.

(3) Les publications de OACI (1988) et le STNA (Service Technique de la Navigation Aérienne) (1987) donnent les détails des méthodes de calcul.

(4) On trouvera dans un rapport préparé pour l'OCDE (Barraqué 1988) un historique plus complet.

(5) La définition des zones du P.E.B. a été précisée par le décret prévu aux articles L 147-3 et 4 du Code de l'Urbanisme. Celle des zones A et B demeure inchangée. Par contre la valeur de l'indice psophonique définissant la courbe extérieure limite de la zone C pourra être choisie par le Préfet, Commissaire de la République du département où se trouve l'aérodrome entre les valeurs 84 et 78.802 communes sont concernées.

tations en zone A ou B est interdite et les normes minimales suivantes d'isolation acoustique rappelées sur le tableau joint doivent être respectées.

Depuis la circulaire du 19/1/1988 toutes ces dispositions sont encore améliorées :

- le P.E.B. est élaboré selon une procédure consultative élargie ;
- les commissions consultatives de l'environnement des aérodromes sont institutionnalisées ;
- les situations particulières de certains aérodromes sont prises en compte ;
- la limite inférieure de la zone C peut descendre jusqu'à 75.

CONCLUSION

Pendant la dernière décennie, l'accroissement constant du trafic aérien a été compensé pour ce qui est de la production du bruit, par l'amélioration acoustique des avions de ligne ainsi que par l'augmentation de leur capacité qui a limité la multiplication des mouvements. Cette situation favorable ne va pas se prolonger et la gêne des riverains d'aéroports pourra constituer un sérieux obstacle à l'expansion des aéroports et aux mouvements d'avions. Les problèmes les plus difficiles seront probablement soulevés par la croissance du frêt aérien et les perspectives de décollages pendant la nuit. Quant à la pollution de l'air, elle constitue une contrainte croissante et d'ailleurs déjà déterminante pour la conception d'éventuels nouveaux supersoniques.

Claude LAMURE
Michel VALLET
INRETS - Rhône-Alpes

RÉFÉRENCES

1. BARRAQUE B. - 1988
Les politiques de lutte contre le Bruit. Le cas de la France
Rapport à l'OCDE.
2. BONNEAU B. - 1988
Normes de bruit : les lois du silence ou la raison des plus puissants. INTERAVIA - 9 - 817 - 820.
3. Le Guide du Bruit Aéronautique - 1987
Ministère des Transports - STBA - STNA - 94 p.
4. OACI - 1988 - Méthode recommandée pour le calcul des courbes de niveau de bruit au voisinage des aéroports.
Circulaire 205. Montréal 33 p.
5. OACI - 1988
Protection de l'Environnement. Annexe 16.
Bruit des aéronefs 2e édition. Montréal - 125 p.
6. RABINOWITZ J. - 1989
Bruit des avions n° spécial de Médecine et Hygiène
n° 1822, pp. 1-18.
7. SCHULTZ J.J. - 1978
Synthesis of Social surveys on noise annoyance. J. Acoust
Soc. Am. 64, 377-405.
8. VALIN J.Y. - 1989
Les conséquences des nuisances phoniques au niveau des aéroports. Le cas d'Aéroport de Paris. Congrès sur l'aviation à grande vitesse - Strasbourg.

(1) La deuxième édition (1988) de l'annexe 16 des normes pour la protection de l'environnement, éditée par l'OACI donne à la fois l'historique et l'état actuel de la réglementation.

L'annexe 16 a été adoptée en 1971, suite aux travaux préparatoires de 1966 (Londres), 1967 (Montréal), 1968 (Buenos Aires).

(2) Les niveaux maximaux de bruit des avions sont fixés pour les avions du chapitre 2 dont la demande de certificat pour le prototype a été acceptée avant le 6/10/1977. Les niveaux maximaux pour les avions du chapitre 3 (certifiés depuis le 6/10/1977) sont aussi déterminés. Il faut mesurer 3 propriétés physiques de la pression acoustique : le niveau, la distribution des fréquences et les variations dans le temps. Il est nécessaire de mesurer les niveaux dans chacune des 24 bandes de tiers d'octave du bruit, pour chaque intervalle de 0,5 sec., lors du passage de l'avion. La