



Comment prédire les réactions des riverains d'aéroports face à l'évolution de leur environnement sonore : Présentation d'une méthodologie en laboratoire

Patricia CHAMPELOVIER, Jacques LAMBERT, Régis BLANCHET, Agnès CHAUMOND

IFSTTAR-LTE, 25 Avenue F. Mitterrand, case 24, 69675 Bron cedex

patricia.champelovier@ifsttar.fr ; jacques.lambert@ifsttar.fr

Résumé

Cette présentation a pour objectif de montrer à travers un projet comment on essaie de prédire les réactions des riverains d'aéroports afin de minimiser la gêne occasionnée par le bruit des avions. Elle met l'accent sur la méthodologie originale utilisée (en laboratoire) et sur l'utilisation de scénarios spécifiques prenant en compte de manière virtuelle des changements prévus dans le volume et la composition du trafic des avions, mais aussi dans les caractéristiques acoustiques « futures » de ces avions. Ceci afin de les faire évaluer et ainsi de prédire ce que pourrait être la réaction des riverains d'aéroports face à ces changements. C'est le déroulement des pré-tests réalisés avant les expérimentations finales qui sont détaillées ici.

Mots-clefs

Bruit d'avion, environnement sonore, expérimentation, protocole expérimental, scénarios, gêne, activité, tâche cognitive, test.

Introduction

Les recherches menées dans l'équipe PAC de l'Ifsttar-LTE¹ se situent dans le champ de la psychologie environnementale appliquée au domaine des transports. Elles concernent principalement la réponse humaine face à différentes situations environnementales, appréhendées en termes de perception, de représentations, de gêne, ou d'acceptabilité.

Deux méthodologies sont principalement utilisées, il s'agit des enquêtes psychosociales et des expérimentations en laboratoire (situation d'écoute ou immersion).

Dans ce papier est présenté un exemple de recherche menée actuellement en laboratoire et qui a trait au bruit des avions. Il s'agit d'un projet européen intitulé COSMA (Community Oriented Solutions to Minimize aircraft noise Annoyance : *Solutions destinées à la communauté visant à minimiser la gêne due au bruit des avions*) qui a débuté en Juin 2009 et se terminera en Septembre 2012.

¹ Equipe PAC : Perception, Acceptabilité et Comportement
LTE : Laboratoire Transports et Environnement.

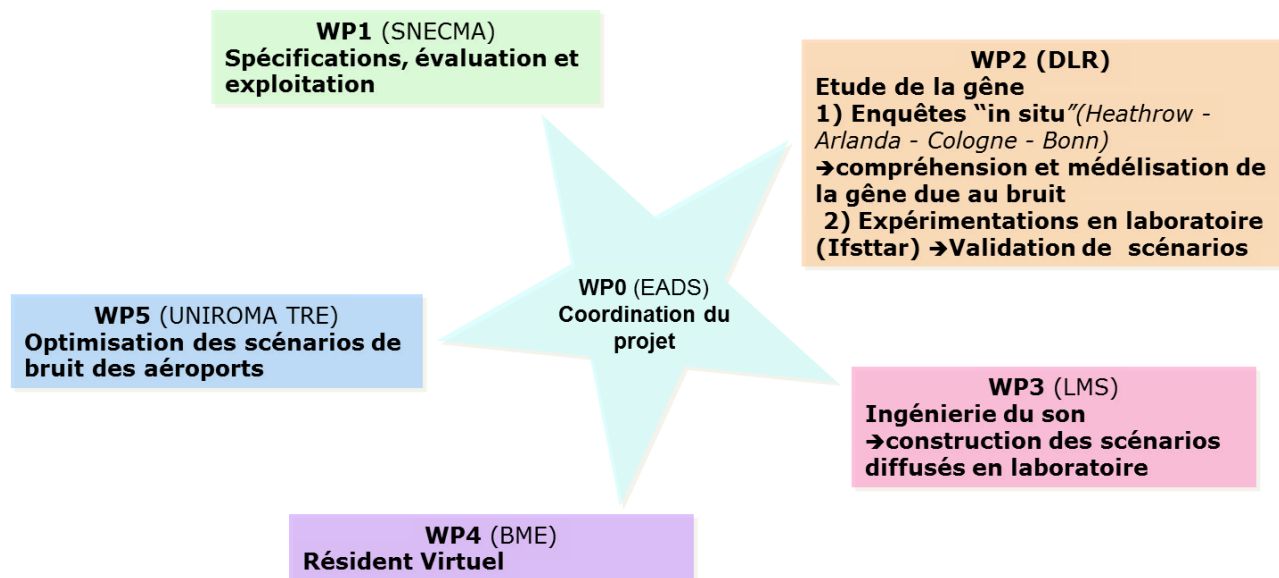


21 partenaires (Universités, Industries, Instituts de recherche...) constituent ce projet et 9 pays (Allemagne, Grande-Bretagne, Suède, Pays-Bas, Hongrie, France, Italie, Belgique, Espagne) sont représentés.

Les principaux objectifs de ce programme de recherche sont :

- Améliorer la compréhension des effets du bruit des avions chez les populations résidant autour des aéroports
- **Développer des techniques de modélisation de l'impact** du bruit des avions autour des aéroports afin de pouvoir simuler la réaction d'un « Résident virtuel »
- **Fournir des recommandations** et méthodes mettant en oeuvre des conceptions appropriées et des pratiques opérationnelles visant à minimiser la gêne due au bruit des avions.

Schéma 1 : Organisation du projet



1. Objectifs des expérimentations en laboratoire

3 laboratoires participent aux expérimentations en laboratoire, il s'agit de l'université de Cergy-pontoise, de l'Université de Budapest et du LTE-Ifsttar. Les principaux objectifs de celles-ci sont :

- Évaluer la gêne de court terme
- Évaluer la perception d'évènements sonores isolés
- Comparer des scénarios d'évolution des bruits d'avion. Il s'agit des scénarios « bruit actuel » c'est-à-dire constitué à partir du bruit des avions actuels et anticiper sur le futur en construisant des scénarios « bruit du futur » c'est-à-dire constitués de bruits d'avion modifiés en fonction d'un certain nombre de critères (détaillés plus loin) et ainsi prédire les réactions des riverains confrontés à ce type de bruit.



Dans chacun des 3 laboratoires, 100 riverains de chacun des aéroports concernés (l'aéroport Paris Charles de Gaulle pour l'Université de Cergy-pontoise, l'aéroport de Lyon-St-Exupéry pour le LTE et l'aéroport de Budapest pour le BME) seront impliqués.

2. Méthode

La méthode utilisée est celle de la simulation sonore de scénarios, diffusés à des participants qui devront réaliser une tâche cognitive et répondre à un questionnaire d'auto-évaluation.

2.1 Caractéristiques des scénarios

Deux types de scénarios seront utilisés dans le cadre de ces expérimentations.

2.1.1 Les scénarios « bruit actuel » : ce sont les scénarios réalisés à partir du bruit des avions qui circulent aujourd'hui.

Un certain nombre de caractéristiques ont été retenues pour la construction des scénarios sonores. Tout d'abord, ils devaient être représentatifs de la période de soirée. En effet, c'est le moment où le trafic est important, mais aussi celui où les personnes sont à leur domicile et sont pratiquées les activités sensibles au bruit telles que les repas, les conversations en famille, la lecture, l'écoute de la télévision etc.. La composition des scénarios a tenu compte : de la diversité des types

Ils sont composés de différents types d'avions (Airbus, ...) et d'un nombre de survols variable. Le niveau d'exposition dans le salon expérimental devait être (fenêtre entre ouverte) : LAmax 68-77 dB(A), LAeq 53-57 dB(A). la durée d'un scénario était de 45 mn.

Enfin, un bruit de fond est diffusé dans le laboratoire pendant toute la durée des expérimentations et avant que le participant ne rentre dans le salon expérimental. Ceci dans un soucis de réalisme en effet, le bruit d'avion n'est jamais isolé, il y a des accès aux aéroports et donc du bruit routier. Le bruit de fond est constitué d'un bruit routier dont le niveau est : LAeq = 40 dB(A).

2.1.2 Les scénarios « du futur » : ce sont les scénarios réalisés à partir des bruits d'avion modifiés en fonction de différentes actions.

4 scénarios du futur seront ainsi testés. Il s'agit de scénarios modifiés:

- 1) à partir sur la base des résultats obtenus via la « Sound Machine ». Un certain nombre de personnes « tout-venants » (30 par laboratoire) seront invités à écouter au casque des passages d'avion (15 à 20 secondes) et à les modifier à l'aide d'une interface avec plusieurs curseurs : un curseur ayant un effet sur une composante du bruit (voir Photo X). Ceci afin de les rendre moins gênant. Les modifications possibles portent sur les différentes composantes du bruit (moteur, pénétration dans l'air ...), sur le timbre ou les fréquences, mais avec une intensité sonore constante.



Photos 1 et 2 : Participant effectuant le test de la Sound Machine

- 2) à partir des procédures d'atterrissage et de décollage optimisées. Il est ici question de « l'approche à pente constante » des avions pour réduire l'impact du bruit au sol.
- 3) à partir du nombre de survols. En effet on peut faire varier la taille et le nombre d'avions pour un même nombre de passagers transportés.
- 4) à partir de « Concepts innovants futurs » c'est-à-dire des actions possibles sur le niveau de bruit : ce sont les nouveaux avions moins bruyants.

2.2 Les pré-tests : réalisation dans 3 laboratoires différents

Avant de réaliser les expérimentations définitives, des pré-tests ont été mis en oeuvre.

Ces pré-tests avaient 2 objectifs principaux :

- 1) **Tester le protocole expérimental** : il s'agit de définir le déroulement précis de l'ensemble de l'expérimentation : le temps de passation, le rythme et l'enchaînement des différents tests à réaliser et des différentes séquences sonores diffusées. Il fallait aussi contrôler la charge pour les participants en termes de compréhension des consignes, des questionnaires ... mais aussi de ressources mobilisées pour la réalisation de la tâche cognitive, de pertinence du choix de celle-ci compte tenu de l'objectif des expérimentations.
- 2) « **Contrôler** l'effet laboratoire » : En effet rappelons que ces expérimentations se déroulent dans 3 laboratoires différents et donc des environnements différents, même si le protocole suivi est strictement le même, et nous souhaitons contrôler cet effet, avoir une indication sur son niveau.

2.2.1 Les scénarios sonores utilisés lors des pré-tests

2 scénarios « bruit actuel » contrastés (S1 et S4) ont été utilisés pour la réalisation de ces pré-tests. Ils variaient en termes de nombre de mouvements, niveaux max et plus modestement de niveau moyen (voir tableau 1). Les 2 configurations : S1-S4 et S4-S1 ont évidemment été testées.



Tableau 1 Scénarios des pré-tests

	S1	S4
Type de mouvements	Take off	Take off
Nombre de mouvements	22	11
LAeq Séquence	57 décibels (dB)	53 dB
Niveaux max	68 à 78 dB	68 à 71 dB

2.2.2 Les participants

20 personnes par laboratoire ont participé aux pré-tests. Une répartition équilibrée entre l'âge (10 moins de 40 ans et 10 plus de 40 ans) et le sexe (10 femmes et 10 hommes) a été adoptée.

Tableau 2 : Répartition des participants aux pré-tests (pour chaque laboratoire)

Age → Ordre des séquences ↓	Moins de 40 ans	Plus de 40 ans	Total
Séq 1-Séq 4	5	5	10
Séq 4-Séq 1	5	5	10
Total	10	10	20

2.2.3 Le LSEE

Les pré-tests réalisés par l'Ifsttar-LTE se sont déroulés au LSEE (Laboratoire de Simulation et d'Evaluation de l'Environnement). C'est un équipement scientifique destiné aux expérimentations sur les impacts environnementaux des transports. L'objectif de cet outil est de simuler des situations qui n'existent pas dans la réalité grâce à l'utilisation de la réalité virtuelle, à immerger une ou plusieurs personnes dans un cadre familier reconstitué et ainsi prédire les réactions des participants s'ils étaient confrontés à ces situation, dans la réalité.



Photos 3 et 4 : Le salon expérimental du LSEE



2.2.4 Le déroulement du protocole

Les participants étaient accueillis dans le salon expérimental du LSEE (cf : Photos 4 et 5) où leur était expliqué le déroulement du protocole. Quand ils entraient dans le salon expérimental le bruit de fond était déjà diffusé et le sera durant toute la durée des pré-tests. Après les informations générales la consigne générale de mise en situation de riverain à son domicile leur était donnée.

Durant la diffusion de la 1^{ère} séquence, ils alternaient activité de lecture et tâche cognitive. Cette dernière consistait en un test de mémorisation de mots avec une tâche distractive de calcul mental. Les consignes pour cette alternance leur étaient données oralement à partir d'une bande sonore pré-enregistrée.

A la fin de chaque scénario, les participants remplissaient un questionnaire d'auto-évaluation sur ordinateur. Celui-ci portait sur la perturbation des activités et la gêne de court terme.

La durée totale de l'expérimentation était de 2 heures et 30 minutes.

A noter que le bruit de fond était diffusé pendant toute la durée de l'expérimentation.

Tableau 3 : Déroulement du protocole expérimental

Phases	Activité ou tâche	Exposition au bruit	Durée
Accueil	Informations générales Consigne + Questionnaire 1	Bruit de fond	10 mn
Partie 1	Lecture	Bruit de fond + Scénario 1	30 mn
	Test de Mémorisation de mots + tâche distractive de calcul mental		5 mn
	Rédiger un courrier	Bruit de fond	10 mn
	Questionnaire 2 : Gêne de court terme/perturbation des activités	Bruit de fond	5 mn
Pause	Changement de scénario	Bruit de fond	10 mn
Partie 2	Lecture	Bruit de fond + Scénario 2	30 mn
	Test de Mémorisation de mots + tâche distractive de calcul mental		5 mn
	Rédiger un courrier	Bruit de fond	10 mn
	Questionnaire 3 : Gêne de court terme/perturbation des activités +	Bruit de fond	5 mn
	Questionnaire 4 final : gêne au domicile, attitudes vis-à-vis de l'aéroport, sensibilité au bruit ...	Bruit de fond	10 mn
Fin de l'expérimentation	Debriefing	Bruit de fond	15 mn
<i>Temps total</i>			<i>145 mn</i>



3. Premiers résultats

3.1 L'effet du scénario

L'analyse statistique des résultats a montré l'existence d'une différence significative en fonction du scénario, concernant :

- la gêne : en effet, les participants sont plus souvent « très gênés » pour le scénario 22 avions,
- l'activité de lecture : les participants se disent plus souvent « très gênés » pour le scénario 22 avions lorsqu'ils lisent.

Cette analyse aussi permis de révéler qu'il n'y avait pas de différence significative entre les 2 scénarios (11 ou 22 avions) concernant :

- l'activité de rédaction d'un courrier (S1=S4),
- les résultats au test de mémorisation de mots (S1=S4).

3.2 L'effet « labo »

L'« effet labo » c'est-à-dire le fait qu'une même expérimentation, un même protocole, se déroule dans des lieux et avec des participants différents, a aussi été testé.

Les résultats obtenus ont mis en évidence une différence significative entre les 3 laboratoires en ce qui concerne la gêne, et les activités perturbées. En effet, à Lyon les participants se sont révélés plus gênés, et plus perturbés que dans les 2 autres laboratoires.

Par ailleurs, si des différences entre les 3 laboratoires ont bien été observées en termes de scénario, de gêne, d'activité de lecture, de tâche cognitive (mémorisation de mots), les conclusions se révèlent cependant être de même nature.

Conclusion

Ces résultats posent la question de la validation du protocole. Nous pouvons cependant dire que l'« effet labo » n'est pas surprenant dans la mesure où ce ne sont évidemment pas strictement les mêmes conditions et de plus, on a affaire à des échantillons de faible effectif. Ce qu'il est important de noter c'est que cet effet ne perturbe pas les résultats observés sur la gêne.

Les résultats obtenus à la tâche cognitive posent la question du choix d'une tâche suffisamment sensible à l'environnement sonore, de sa durée. Des tests avec le Test de Stroop sont actuellement en cours.

Enfin, les pré-tests ont montré le bon enchaînement des différentes activités, tâches et questionnaires et le débriefing a rendu compte de la bonne compréhension par les participants du protocole expérimental.