

ARTICLE11

MARDI 2 FÉVRIER 2010

[Politiques du son](#)

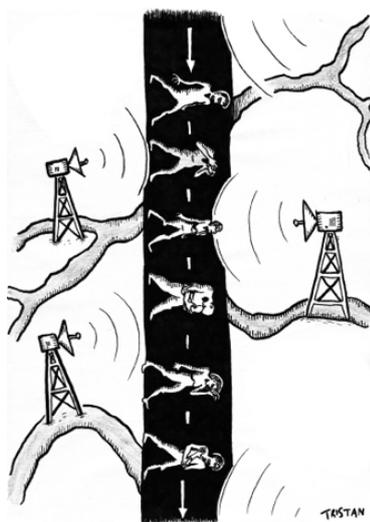
posté à 09h07, par [Juliette Volcler](#)

[34 commentaires](#)

LE SON COMME ARME [1/4] : ASPECTS TECHNIQUES DE L'AUDITION & INFRASONS



Tu traînes tes guêtres dans les manifs et sur Article XI, alors on n'a sans doute plus grand chose à t'apprendre sur la matraque, les lacrymos, le canon à eau, le tazer et le flash-ball. Mais on s'est dit qu'on allait te familiariser avant que tu n'y goûtes avec une nouvelle catégorie d'armes dites « non-létales » : les armes soniques. Et on s'intéresse plus généralement aux usages militaires et policiers du son.



dessin de Tristan¹

Un grand merci à Solenn Moreau, Claude Ollivier, Alexandra et aux lecteurs d'Article XI pour leurs relectures avisées.

Pour amorcer cette nouvelle série d'articles, sur les usages politiques et sociaux du son, on s'intéresse à de nouvelles armes, dites soniques ou acoustiques, qui équipent les polices, les armées, les commerces et même les particuliers de divers pays. Tour d'horizon de la panoplie existante, depuis les armes infrasoniques (1/4), en passant par [les fréquences moyennes & la musique](#) (2/4) et [jusqu'aux très hautes fréquences et aux ultrasons](#) (3/4), majoritairement employées dans le domaine sécuritaire. Et premières ébauches d'une [résistance sonore](#) (4/4). Et voilà le [pdf de l'article complet](#) (cet article a été légèrement amendé en janvier 2011).

« LES OREILLES N'ONT PAS DE PAUPIÈRES »² : ASPECTS TECHNIQUES DE L'AUDITION

Considérée d'un point de vue guerrier, l'oreille est une cible vulnérable : on ne peut pas la fermer, on ne choisit pas ce qu'elle entend, et les sons qui lui arrivent peuvent modifier profondément notre état psychologique ou physique. Les premières recherches militaires et scientifiques sur l'impact du son sur l'organisme remontent à la Seconde Guerre mondiale, à une époque où les États-Unis s'inquiètent de

l'avance de l'URSS dans le domaine du lavage de cerveau³, et de l'inventivité nazie dans celui de l'armement⁴. La CIA, conjointement avec les services secrets canadiens et britanniques, se lance alors dans de savantes expérimentations sur les manipulations sensorielles, notamment auditives⁵. C'est surtout à partir des années 1960 que la recherche se structure – et dans les années 1970, les Russes développent des techniques de « *psychocorrection* », autrement dit de manipulation mentale, qui s'appuient sur les propriétés de l'audition afin de contrôler les dissidents, de les démoraliser, et de briser les émeutes. Dans les années 1990, les premières armes deviennent publiques, puis certaines d'entre elles, notamment dans les années 2000, trouvent une application dans le domaine civil.

Avant d'entrer dans le détail, petit détour par la technique pour capter comment tout ça fonctionne. Le son est une vibration acoustique dans un milieu élastique (solide, liquide ou gazeux) qui se propage dans le temps et dans l'espace. Il est caractérisé par sa fréquence, son amplitude, sa vitesse. Le spectre sonore se décline en fréquences (c'est le nombre d'oscillations de la vibration acoustique en une seconde), et l'unité de mesure de la fréquence est le hertz (Hz). Quand la vibration est rapide (fréquence élevée), cela donne un son aigu, quand la vibration est lente (fréquence basse), un son grave : le « la » du diapason correspond par exemple à 440 Hz⁶. Or, première caractéristique qui intéresse (notamment) les militaires, l'oreille humaine n'entend qu'une partie du spectre sonore : en gros, en dessous de 20 Hz (les « *infrasons* ») et au dessus de 20 000 Hz (les « *ultrasons* »), le son existe mais nous ne l'entendons pas. Entre les deux, c'est ce qu'on appelle le « *domaine d'audibilité* », ce qu'on entend : entre 20 Hz et 20 000 Hz, c'est le domaine des basses fréquences (sons graves), entre 200 et 2000 Hz celui des fréquences moyennes (sons médium), et entre 2000 et 20 000 Hz des hautes fréquences (sons aigus). La capacité à entendre les basses et hautes fréquences varie d'une personne à une autre, selon l'âge et selon la santé. Par ailleurs, la sensibilité de l'oreille varie selon la fréquence du son : l'oreille est moins sensible aux basses fréquences (le point le plus sensible se situant entre 3000 et 4000 Hz), et on perçoit mieux les fréquences graves et aiguës à fort niveau. Enfin, l'oreille a besoin de silence pour récupérer, et cet espace de silence doit être plus important lorsque l'on a subi de fortes intensités. Deuxième caractéristique notable : il n'y a pas que l'oreille qui perçoit les sons – en réalité, tout notre corps (et tout corps en général) y réagit : mets-toi près d'une enceinte qui crache des basses et tu sentiras tes intestins tressauter. Notre corps peut y compris percevoir une partie des infrasons et des ultrasons, inaudibles à la seule oreille.

A vrai dire, pour que tes intestins tressautent, il faut jouer sur une autre propriété du son : non seulement sa fréquence (basse), mais son intensité (le volume). Elle se mesure, elle, en décibels (dB). 0 dB correspond au minimum que l'oreille humaine peut percevoir : c'est le « *seuil d'audibilité* », et non le silence absolu. Tes chuchotements montent environ à 20 dB, ta machine à laver à 50 dB, une route passante à 80 dB, et un avion au décollage à 140 dB⁷. Le seuil de douleur arrive aux alentours de 120 dB (plus bas ou plus haut, cela varie selon les personnes, et selon les fréquences utilisées),

mais l'oreille peut subir des dommages à partir de 85 dB. A 160 dB, tes tympans se déchirent, et à 200 dB tes poumons se fissurent. Le son, ça paraît immatériel, mais c'est tout ce qu'il y a de plus physique : à certaines fréquences et certaines amplitudes, le son a donc un impact plus ou moins fort sur les objets et notamment sur le corps humain.

Ultime précision avant d'aborder le concret : à chaque corps donné correspond une fréquence qui le fait vibrer de façon maximale, c'est ce qu'on appelle la « *fréquence de résonance* » (les fréquences harmoniques, qui sont des multiples entiers de la fréquence de résonance, font aussi vibrer un corps mais de façon moins importante). Chaque corps a sa propre fréquence. Le son, qui est une vibration de l'air (une onde), touche tous les corps autour de lui. Les corps transforment ça en énergie mécanique : ils vibrent - comme tes intestins, ou bien, pour prendre une image non sonore, comme la surface de l'eau quand on y envoie un caillou. Quand la fréquence du signal qui leur arrive coïncide avec leur fréquence de résonance, ils vibrent de plus belle : si la Castafiore parvient à casser des verres, c'est que la fréquence qu'elle émet est la fréquence de résonance des verres – sous l'effet conjugué de la fréquence (la note), de l'intensité (le volume du chant de la Castafiore) et de la durée (elle sait tenir sa note), les verres vibrent de plus en plus fort, jusqu'à se briser. Même chose pour un pont qui peut être détruit par un vent faible si la fréquence de ce vent est la fréquence de résonance du pont⁸.

« LE FANTÔME DANS LA MACHINE » : LES BASSES FRÉQUENCES ET LES INFRASONS

Même si le développement est aujourd'hui majoritairement orienté vers les armes à très hautes fréquences, c'est le domaine des infrasons et des basses fréquences qui a d'abord intéressé chercheurs et militaires. Et pour cause : les fréquences infrasoniques sont susceptibles d'entrer en résonance avec les fréquences propres du corps humain (les ondes cérébrales oscillent par exemple aux alentours de 7 Hz, le cœur à 72 Hz). Les infrasons sont présents partout dans la nature, à une intensité qui ne nous est pas dangereuse : les vagues de l'océan, les chutes d'eau, les volcans, les tremblements de terre, émettent ainsi des fréquences infrasoniques que les oreilles animales perçoivent d'ailleurs bien mieux que les nôtres (les éléphants entendraient ainsi à partir de 0,1 Hz, ce qui leur permet d'être passablement plus réactifs). L'industrialisation, avec son cortège de machines et de moteurs, a ensuite multiplié le nombre d'infrasons présents dans la vie quotidienne – et les nuisances liées à ce qu'on a ensuite nommé la « *pollution sonore* ».

La découverte du potentiel nocif des infrasons a été faite par hasard, par un acousticien français, le docteur Gavreau, qui officiait au Laboratoire d'électro-acoustique de Marseille. En 1967 (ou 1957 selon les sources), il observe que les chercheurs de son équipe sont sujets à des nausées et des maux de tête aussi violents qu' inexplicables. Après moultes recherches, ils s'avisent qu'un ventilateur est la cause de leurs problèmes : la machine en tournant émettait une fréquence de 7 Hz qui, amplifiée par le conduit d'aération où elle était encastrée, devenait humainement insupportable quoiqu'in audible. Gavreau du coup abandonne ses recherches en cours pour se concentrer sur les infrasons, leurs effets sur le corps humain, et les armes infrasoniques qui pourraient en résulter. Il construit un gigantesque orgue à infrasons qui, une fois démarré, fait vibrer tout le bâtiment, et cause à l'équipe de très sérieux spasmes intestinaux et pulmonaires durant plusieurs jours : les fréquences de l'orgue entraient en résonance avec les fréquences des organes internes, mettant ceux qui y étaient longtemps exposés en danger de mort⁹. Gavreau poursuivra ensuite ses recherches, en construisant sifflets et orgues de fréquences et d'intensité variables.

Une expérience similaire, quoique moins extrême et sans application dans le domaine de l'armement, est racontée par des chercheurs britanniques de l'Université de Coventry, Vic Tandy et Tony R. Lawrence, dans un papier intitulé « *Le fantôme dans la machine* »¹⁰. Vic Tandy travaille, en 1998, dans un laboratoire réputé pour être « *hanté* ». Très sceptique, Tandy observe néanmoins plusieurs phénomènes étranges : un sentiment de dépression diffus qui atteint les personnes dans une pièce précise, y compris lui-même, des frissons, les cheveux qui se hérissent sur la nuque, l'impression de voir des formes grises se déplacer furtivement dans la pièce. Le fantôme était en réalité encore une fois un ventilateur qui émettait un infrason. La fréquence était cette fois de 19 Hz, et, suffisamment amplifiée par la gaine d'aération qui l'entourait, faisait notamment vibrer les globes oculaires (d'où les apparitions grises et autres troubles de la vision) et induisait des difficultés respiratoires et un sentiment d'oppression diffus.

Cette « *angoisse* » infrasonique a d'ailleurs été analysée par des chercheurs britanniques s'intéressant aux causes scientifiques des sentiments religieux¹¹ : les infrasons (17 Hz, mais à un volume faible de 6 à 8 dB) produits par l'orgue n'étaient pas tout à fait étrangers à la chair de poule, à l'augmentation du rythme cardiaque et autres manifestations spirituelles qu'éprouvaient les fidèles. L'industrie cinématographique a également exploité les fréquences infrasoniques ou les très basses fréquences : dans la première demi-heure d'*Irreversible*, Gaspard Noé a ainsi ajouté dans la bande son une infra-basse de 28 Hz (proche de la fréquence d'un tremblement de terre), à peu près in audible, mais très efficace pour transmettre un incompréhensible sentiment de peur. La police états-unienne, pour améliorer sa capacité de persuasion, a, elle, équipée ses véhicules de « *rumbler* » (littéralement « *grondement* »), des sirènes qui utilisent, notamment, des basses (de 182 à 400 Hz selon le site du constructeur, Federal Signal Corporation¹²), faisant vibrer les voitures et les personnes à proximité¹³.

Le DEFRA (un équivalent britannique du Ministère de l'environnement) a produit en 2003 un rapport sur les basses fréquences¹⁴, où il mentionne, parmi les effets sur le corps humain : le vertige, le déséquilibre, un sentiment de gêne extrême, la désorientation, l'incapacité d'agir, la nausée, les spasmes gastriques, la vibration de l'abdomen ou du cœur. Il indique également que des ouvriers exposés à des infrasons industriels de 5 à 10 Hz à un niveau de 100 à 135 dB pendant 15 minutes témoignaient de fatigue, d'apathie, de dépression, de pressions dans les oreilles, de perte de concentration, de confusion et de vibration des organes internes. Des effets sur le système cardiovasculaire et respiratoire étaient par ailleurs prouvés.

Les infrasons sont actuellement utilisés par les militaires comme outils de détection¹⁵, mais comme armes à proprement parler, ils ne sont pas forcément pratiques, pour plusieurs raisons : les ondes infrasoniques sont longues, peu directionnelles, demandent beaucoup d'énergie pour avoir une certaine intensité et elles traversent les matériaux (tout comme les basses de la chaîne de ton voisin) – pas terrible quand on n'a pas forcément beaucoup d'énergie à disposition, qu'on veut viser une cible précise et accessoirement épargner l'opérateur de l'arme. Comme armes anti-matériel, les infrasons peuvent être efficaces, puisqu'ils ont la capacité, à forte intensité, de détruire un bâtiment – en revanche, ils ne sont pour l'instant pas utilisés (du moins publiquement) comme armes anti-personnel (contre des personnes).

Cela ne fait pas faiblir l'enthousiasme de certains chercheurs, comme en atteste ce brevet, « *Subliminal acoustic manipulation of nervous systems* »¹⁶ (Manipulation subliminale acoustique des systèmes nerveux – « *subliminale* » devant s'entendre non pas comme « *magique* », on y reviendra plus tard, mais comme « *inconsciente* »), déposé en 2000 aux Etats-Unis – son auteur mentionne, au titre des qualités de son invention, que « *la fréquence sonore de 2,5 Hz peut induire le ralentissement de certains processus cérébraux, une somnolence et une désorientation.* », et de conclure : « *elle peut être employée comme arme non létale dans le cadre de missions de maintien de l'ordre.* ». En 1998, une société maintenant disparue, Synetics Corporation, avait par ailleurs reçu du gouvernement américain l'autorisation de développer¹⁷ un rayon infrasonique « *pouvant blesser ou tuer* », et notamment utilisable comme « *moyen non légal de contrôle des foules et d'autodéfense policière ou personnelle* ».

[À suivre : « Les fréquences moyennes et la musique \(2/4\) »](#)

-
- 1 Dont tu peux visiter le site : bordmann.free.fr
 - 2 Pascal Quignard - *La Haine de la musique* (Calmann-Lévy, 1996)
 - 3 Suzanne Cusick - *Music as torture / Music as weapon*, un papier sur lequel on revient plus précisément dans la suite de l'article
 - 4 Les armes soniques des nazis sont demeurées à un stade expérimental et peu d'informations sont disponibles – on citera notamment le Luftkanone, ou « *Canon à air* », censé produire des sons insupportables à partir d'explosions d'air et de méthane amplifiées par des nuages jouant un rôle de « *miroirs soniques* »
 - 5 Alfred McCoy – *A Question of torture*, cité dans Cusick
 - 6 Si tu veux frimer en renommant toutes les notes de musique, tu peux aller te documenter par [là](#)
 - 7 Voir une échelle du bruit sur <http://www.moinsdebruit.com/le-brui...>
 - 8 Plein d'explications en images [ici](#), où tu peux même voir un verre brisé par le son, et un hélico de Mc Gyver se tirer de justesse d'un problème de résonance.
 - 9 Pour une description plus complète des expérimentations de Gavreau, voir [ici](#)
 - 10 Téléchargeable en PDF : « *The Ghost in the machine* »
 - 11 Voir la recherche avec extraits musicaux : Sara Angliss, « *Infrasonic – haunted music ?* », et, vu que certains liens sont cassés sur le site original, l'article de Jonathan Amos - « *Organ music 'instils religious feelings'* » (BBC News Online science staff, 08/09/2003)
 - 12 <http://www.fedsig.com/products/inde...>
 - 13 Voir les vidéos sur « *The rumbler* » (*Weird Vibrations*, novembre 2009)
 - 14 « *Low Frequency Noise Report 2003* » (pdf)
 - 15 Voir [ce contrat récent](#) entre le Ministère de la Défense des Etats-Unis et la branche australienne du groupe Thales, pour des Générateurs Acoustiques Infrasoniques Avancés (Infrasonic Advanced Acoustic Generator, ou IAAG) utilisés comme sonars anti-mines.
 - 16 Loos, Hendricus G., brevet américain n°6017302 : « *Subliminal acoustic manipulation of nervous systems* »
 - 17 Voir le site du Department of Defense (équivalent du Ministère de la Défense), avec en 2e position sur la liste le [contrat passé avec Synetics Corporation](#)