

## Contre le bruit des automobiles, des tramways et des bus avec les fontaines et les cours d'eau

Quand et comment le bruit de l'eau peut-il rendre le bruit du trafic routier plus supportable et rendre le séjour urbain plus agréable ?



Fontaine à l'angle du parc Dreirosen à Bâle  
Photo : Regina Bucher

### Résumé

Le bruit d'une fontaine ou d'un cours d'eau peut enrichir et valoriser acoustiquement les lieux de séjour en milieu urbain tels que les places, les parcs ou les cours intérieures. Ils constituent ainsi, non seulement sur le plan visuel mais également sur le plan sonore, un élément d'aménagement urbain important ([Evaluation de la qualité sonore des cours intérieures, des places et des parcs en milieu urbain comme espaces de détente](#)).

De plus, s'ils sont correctement accordés au lieu, ils peuvent atténuer ou réduire les nuisances liées au bruit de la circulation ou du moins à certaines de ses composantes. Le bruissement et le clapotis des cours d'eau ou des fontaines sont particulièrement adaptés pour lutter contre les bruits de roulement. Ils sont en revanche moins efficaces par rapport aux composantes tonales des moteurs. A faible vitesse, le bruit du moteur l'emporte sur les bruits de roulement. Ce rapport va néanmoins s'inverser avec l'augmentation de l'électromobilité et le poids plus élevé des véhicules électriques. Si le bruit du moteur recule au profit des bruits de roulement, cela devrait augmenter à terme les chances d'atténuer la gêne occasionnée par le bruit de la circulation par le bruit de l'eau.

Le son des fontaines, des ruisseaux et des rivières est généralement perçu positivement par la population, et ce d'autant plus lorsque le bruit omniprésent de la circulation est relégué au second plan. Il est donc recommandable de mettre à profit ces sources sonores dans l'aménagement des espaces extérieurs pour améliorer la qualité de séjour dans l'espace public. Pour cela, il faut prendre en considération certaines règles de base et les possibilités et les limites qui en découlent.

La présente publication aborde la question de l'usage des sons de l'eau dans les zones d'habitation à l'aide d'exemples concrets, en montrant leurs potentiels mais aussi leurs limites par rapport au bruit de la circulation. Elle donne enfin des pistes d'optimisation acoustique.

De nombreux exemples sont illustrés par un enregistrement binaural donnant un aperçu de la situation sans pour autant se substituer à une visite sur place. Pour l'écoute, il convient d'utiliser de bons écouteurs circum-auriculaires ou supra-auriculaires. Le choix d'intégrer des échantillons sonores dans la publication explique le fait qu'elle ne soit disponible qu'en format électronique PDF et non en version imprimée.

## Table des matières

Introduction : Complémentarité de la qualité sonore et de la lutte contre les îlots de chaleur.....	3
<b>Sons de l'eau</b> .....	4
A quel moment l'eau sonne-t-elle bien à l'oreille ? .....	4
L'eau en chute libre : fontaines et jets d'eau .....	5
Cours d'eau - points de turbulence souhaités .....	6
Bien fort à légèrement trop élevé .....	7
<b>Le bruissement de l'eau dans l'espace sonore</b> .....	8
La taille a son importance .....	8
L'environnement agit à l'unisson .....	9
Plans d'eau dans l'espace sonore.....	10
<b>Bruit de la circulation en ville</b> .....	11
Les acteurs de la cacophonie .....	11
Dans quelle mesure le bruit de la circulation peut-il être masqué par le bruit de l'eau ? .....	12
<b>Le son de l'eau contre le bruit de la circulation</b> .....	13
Effets principaux .....	13
Situations exemplaires : Fontaines .....	13
Situations exemplaires : Cours d'eau.....	14
<b>Aménagement de l'espace sonore avec de l'eau</b> .....	15
Faire résonner l'eau de multiples façons.....	15
Ajuster l'eau à l'environnement .....	16
Mettre l'eau en place contre le bruit de la circulation .....	17
Moduler et faire varier l'écoulement d'eau .....	18
Rendre l'eau visible et audible .....	19
Tutto compreso: La Piazza Michele Ferrero ad Alba .....	20
<b>Annexe</b> .....	21
Annexe 1 Fontaine à la Dreirosenanlage (rapport de mesures).....	21
Annexe 2 Mesure de l'isolation acoustique au rideau d'eau à Dietikon.....	22

### Echantillons sonores - techniques d'enregistrement



Les échantillons sonores sont conçus pour être restitués via à un casque. Ils ont été enregistrés avec deux microphones à distance d'oreille. Il s'agit respectivement des microphones omnidirectionnels de Schoeps sur une tête (artificielle) et des microphones directionnels (cardioïdes) Blue Hummingbird formant un angle à 90° comme sortie stéréo d'un [enregistrement 3D à 8 canaux](#). En raison de l'origine différente des enregistrements, il n'a pas été possible de calibrer le volume de manière continue sur toutes les pistes audios. Cependant, lorsque les échantillons englobent plusieurs situations, le rendu du volume sonore est homogène.

## Mentions légales

Version : 8.3, mars 2023

Auteur : [Beat W. Hohmann](#) et [le groupe spécialisé dans l'aménagement d'espaces sonores](#) du Cercle Bruit Suisse

Photos : sauf mention contraire : Beat Hohmann, Regina Bucher

Audio: sauf mention contraire : Beat Hohmann, enregistré sur la [carte des enregistrements sonores 3D](#) de la SGA-SSA

### Auteur

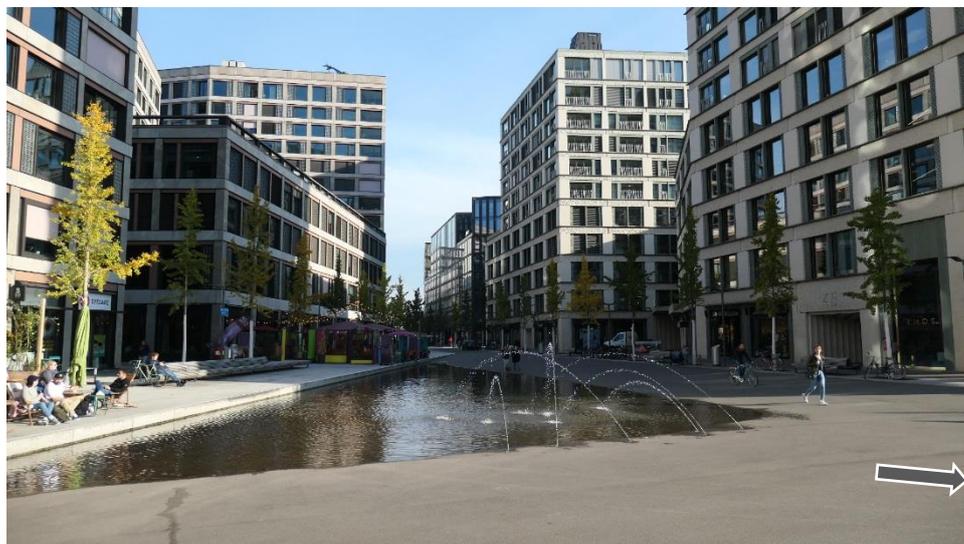
Beat W. Hohmann, Dr sc. techn. EPF, a étudié l'électrotechnique/acoustique à l'EPFZ. Il a travaillé dans le domaine de la prévention de la Suva, notamment pour la prévention des lésions auditives, et est membre du comité directeur de la Société Suisse d'Acoustique [SGA-SSA](#). Au sein du groupe spécialisé dans l'aménagement des espaces sonores du Cercle Bruit, il s'engage pour la qualité acoustique des espaces extérieurs publics et documente leurs paysages sonores avec des enregistrements sonores en 3D en technique 8 canaux et binaurale.

## Introduction : Complémentarité de la qualité sonore et de la lutte contre les îlots de chaleur

De Bâle à Lugano, de Genève à Saint-Gall en passant par Zurich, les autorités doivent faire face aux enjeux des changements climatiques. Il importe d'adopter des mesures "vertes" et "bleues", c'est-à-dire de planter des arbres mieux adaptés à la chaleur, en plus grande quantité, et prévoir plus d'éléments aquatiques tels que les fontaines, les jets d'eau, les lacs, les étangs, les ruisseaux, les jeux d'eau accessibles ou des brumisateurs urbains.

L'eau contribue à rafraîchir les espaces habités, en particulier les jours de canicule. Les surfaces d'eau en mouvement, ouvertes, ainsi que les cours d'eau naturels refroidissent également leur environnement grâce au phénomène d'évaporation. Plus la surface de l'eau est grande et plus la différence entre la température de l'eau et celle de l'air est élevée, plus l'effet rafraîchissant est important. Les plans d'eau doivent donc être préservés et valorisés. Les éléments d'eau artificiels peuvent également avoir une fonction rafraîchissante quand ils sont aménagés à des endroits appropriés. En effet, les surfaces d'eau peuvent diminuer la température ressentie de plus de 5 degrés. L'effet de rafraîchissement peut d'ailleurs s'étendre jusqu'à 6 mètres. Dans le cas d'une fontaine, il peut être ressenti jusqu'à une distance d'environ dix fois sa hauteur, à plus forte raison dans le sens du vent [Canton d'Argovie : [Hitzeangepasste Siedlungsentwicklung - Leitfaden für Gemeinden](#) p. 55]. Les douches brumisateurs d'extérieurs peuvent même réduire localement la température de l'air jusqu'à 11 degrés. Les éléments aquatiques tels que les piscines en plein air, les pataugeoires, les fontaines ou les jeux d'eau contribuent non seulement à rafraîchir l'air, mais aussi à améliorer la qualité du séjour et à augmenter le bien-être lorsque l'on en fait l'expérience directe [Canton de Bâle-Ville : [Stadt Klimakonzept zur klimangepassten Siedlungsentwicklung](#), p. 70].

Les exemples ci-dessous montrent qu'en plus de leur effet rafraîchissant, de telles mesures ont une influence positive sur la qualité sonore de l'environnement.



### L'eau rafraîchit et apaise

Envisagée du point de vue actuel, l'Europa-Allee à Zurich peut sembler être un exemple discuté d'une prise de conscience du thème de la chaleur urbaine. Cela dit, avec sa surface de 10 x 60 m, la "flaque" de la Gustav Gull-Platz (2019), rafraîchit son environnement immédiat. Les 7 fontaines, quant à elles, masquent de manière intermittente le bruit de la circulation provenant du côté ouvert de la place (flèche). Elles occupent l'espace sonore lorsque la circulation est interrompue et donnent ainsi l'impression que la place est plus calme.

[Zurich Place Gustav Gull](#)

La flaque d'eau a également une dimension ludique car les enfants, petits et grands, peuvent y jouer sans danger, patauger dedans et y rouler à vélo ou tricycle.



### L'eau refroidit et résonne

Revitalisé en 1992, le Nebelbach, dans le Seefeld à Zurich rafraîchit et végétalise ce tronçon à circulation réduite qu'est la Wildbachstrasse, malgré ses dimensions restreintes.

Grâce à ses différences de dénivelé (sur la photo, par exemple, sous le pont), il est discrètement audible de partout et imprègne l'atmosphère de la rue sans déranger les riverains. Le canal amplifie les bruits d'eau, avec ses parois parallèles et verticales, mais cet effet est néanmoins contrebalancé par la présence de végétation.

[Zurich Nebelbach dans le canal](#)

En comparaison directe avec le "son de tuyau" du même ruisseau 100 m plus haut (début de l'enregistrement), le clapotis et le ruissellement sonnent particulièrement bien.

Lorsque de nouveaux points d'eau sont prévus ou des points d'eau existants sont réaménagés, il convient d'accorder une attention particulière à l'intégration de leurs sons dans le paysage sonore comme le suggèrent les exemples suivants.

# Sons de l'eau

Le son de l'eau va de gouttes presque imperceptibles à la source jusqu'au grondement des chutes du Rhin. Mais quel type de son d'eau produit un effet particulièrement agréable ?

## A quel moment l'eau sonne-t-elle bien à l'oreille ?

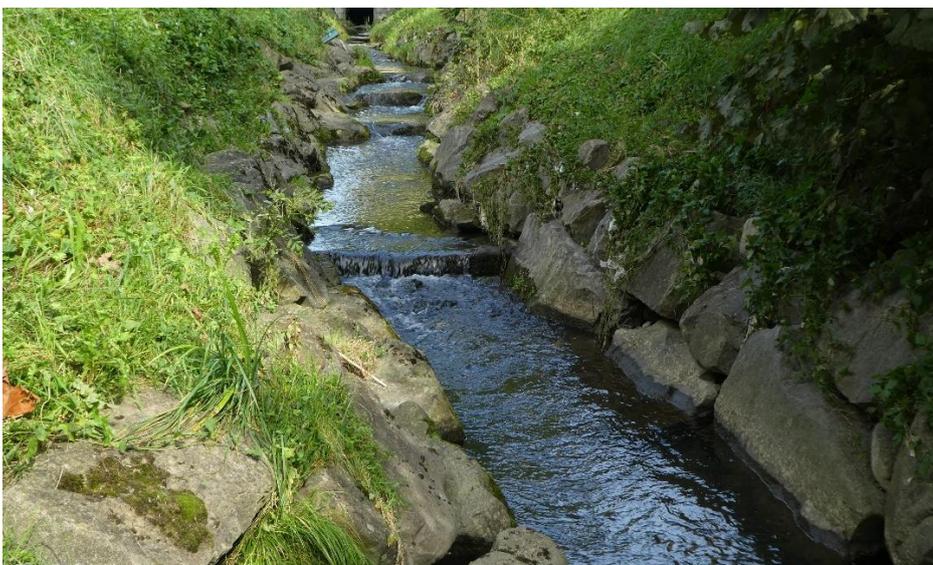


### Le son idéal

Dans le cas d'un ruisseau forestier, on n'entend pas seulement un beau son, à la fois varié et apaisant, mais on peut également voir comment il émerge :

Des obstacles de taille et de rugosité composites, une pente au dénivelé irrégulier et des berges naturelles conduisent à un écoulement d'eau qui non seulement absorbe une grande quantité d'oxygène mais produit en outre un son à large bande de fréquences, particulièrement varié et dépourvu de résonances. L'acoustique particulière de la forêt, avec ses réflexions diffuses et brisées ("douces"), de par la présence de végétation, crée un son plein et harmonieux – similaire à celle d'une salle de concert.

[🔊 Ruisseau de la forêt](#)



### Semi-naturel

Dans le cadre d'une renaturation "douce", le Dorfbach, au centre de Horw (LU), a été étagé sur plusieurs niveaux. Des pierres ont été déposées dans son lit et des berges irrégulières ont été aménagées à l'aide de rochers. Ainsi, sur le chemin qui longe le ruisseau du village, on peut entendre, parmi de nombreux autres sons, un léger bruit d'écoulement qui n'a rien d'artificiel.

[🔊 Horw ruisseau du village](#)

Lors d'une renaturation, l'enjeu du point de vue acoustique (ou auditif) est moins de restituer une situation antérieure que de faire entendre un cours d'eau sous un nouveau jour tout en tenant compte de son environnement actuel. Ce qui correspond également à une forme de revitalisation.



### Bruit "étroit" provenant d'un canal étroit

L'eau qui s'écoule dans un canal en béton à surface lisse produit un son "étroit", caractérisé par des résonances :

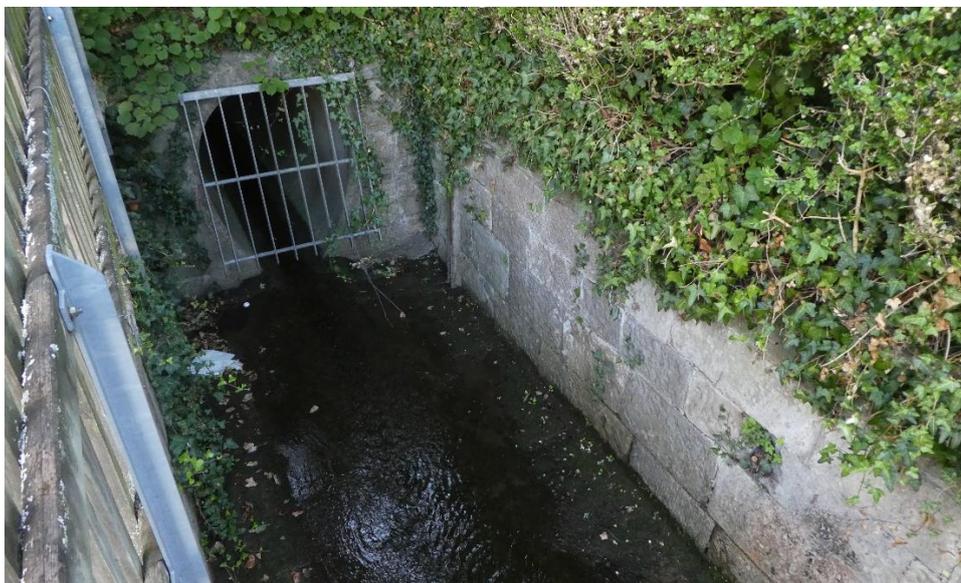
[🔊 Canal d'eau](#)

Le Hornbach ou le Werenbach (photo) dans le quartier zurichois de Seefeld, ne fait émerger qu'un bruit faible à l'échelle du caniveau, lequel est facilement couvert par le bruit de la circulation. Cela s'explique par l'absence de points de turbulence et par sa situation encaissée.

Dans les moments calmes, on entend également la cavité sous le petit pont d'où a été effectué l'enregistrement.

Le Hornbach peut aussi résonner différemment : grâce à une pente plus prononcée et à trois niveaux de hauteur, son bruissement couvre le bruit routier au niveau du chemin de promenade à côté du jardin botanique :

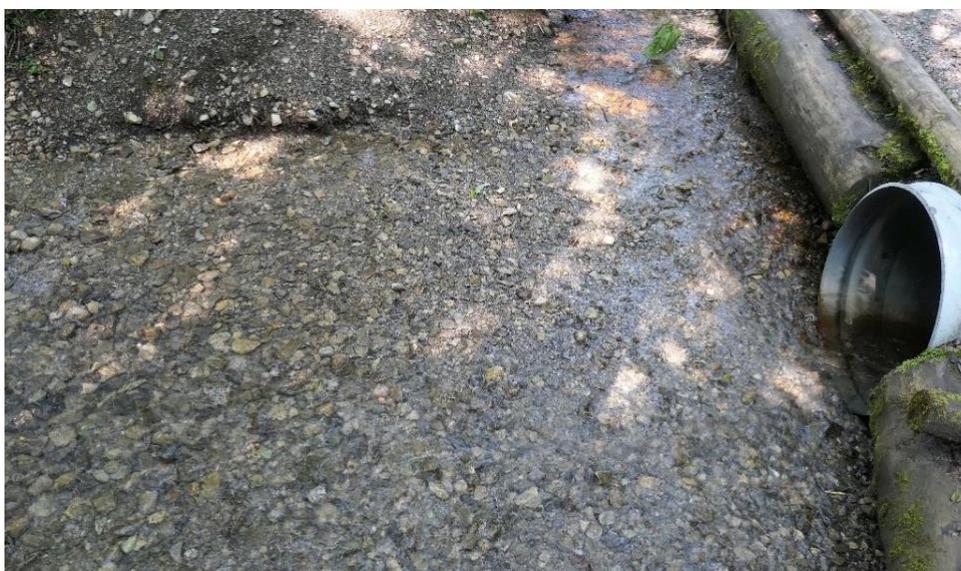
[🔊 Zurich Hornbach \(deux positions\)](#)



### Son des tubes

Un tube rond avec ses résonances prononcées produit un son creux, presque métallique :

[Zurich torrent en tube](#)



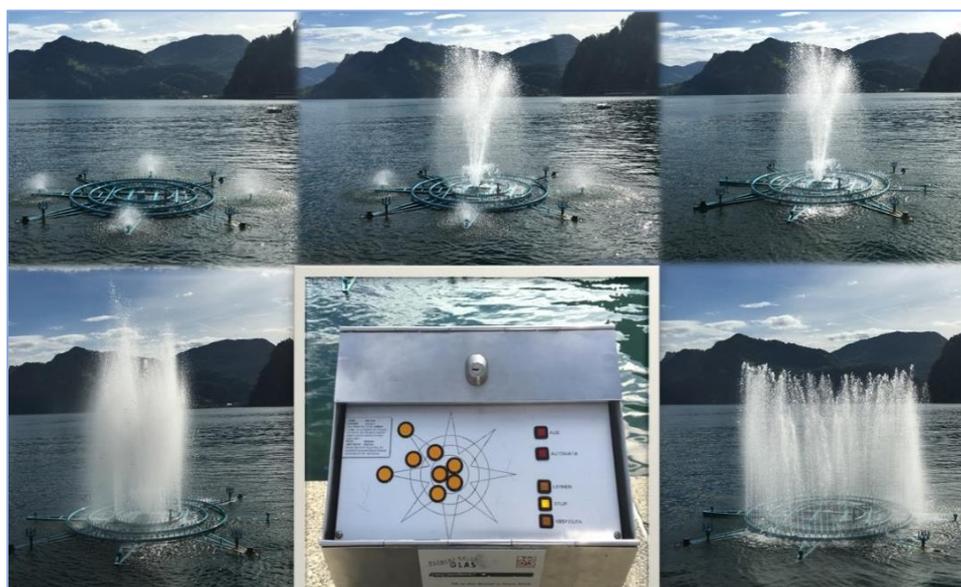
### Ruissellement et tubes

Les colorations sonores dans le tube en fer blanc à droite sont particulièrement perceptibles par rapport au son naturel du ruisseau qui s'écoule librement sur les petites pierres à gauche.

[Lauenenbach](#)

Ici, dans le petit bois idyllique (au bord du lac de Lauenen, près de Gstaad), cette coloration du son ne dérange absolument pas. Elle donne au contraire à l'eau une qualité presque musicale, d'autant plus que le courant fluctuant dans le tube produit un glouglou naturel.

## L'eau en chute libre : fontaines et jets d'eau



### Fontaines à la carte

Les fontaines ou les jets d'eau peuvent également produire une gamme de son très variée.

Le jeu d'eau dans le lac des Quatre-Cantons près de la Glasi à Hergiswil NW permet de découvrir de manière interactive comment sonnent les différentes constellations de jets d'eau dans des conditions constantes (grande surface d'eau, champ sonore libre sans réflexions latérales).

[Hergiswil Jeu d'eau Glasi](#)

Un jet d'eau fin ou un dispersé finement ne produit à l'impact que des sons clairs, alors qu'un jet d'eau épais produit également des sons graves. La diffusion d'un son grave suppose généralement une plus grande surface (le haut-parleur de basses est plus grand que le haut-parleur d'aigus).

Quiconque veut proposer ou concevoir un tel jeu d'eau devrait auparavant aller jouer à Hergiswil !

## Cours d'eau - points de turbulence souhaités



### Bruit du trafic au lieu du bruit de la rivière

Sur les rives de la Limmat du Platzspitzpark, le courant régulier du fleuve n'est pas audible; le bruit de la circulation provenant du Neumühlequai, en face, amplifié par les larges et hautes façades d'immeubles est beaucoup plus élevé. Son bruissement constant et son bourdonnement léger et fluctuant génèrent un niveau sonore moyen de 58 dB(A).

Une place assise à l'ombre des arbres serait pourtant attrayante pour un séjour.

[Zurich Platzspitz sur la Limmat](#)

Les oiseaux marins assurent néanmoins occasionnellement un enrichissement acoustique.



### Modulation du son de l'eau en fonction du débit

Les gradins constituent le lieu de séjour privilégié du Wipkingerpark.

En période d'eaux basses (photo), lorsque les pierres se trouvent dans une zone où le courant est calme, le bruit de la Limmat qui s'écoule tranquillement se perd dans le bruit constant de la circulation sur le pont Escher-Wyss (100 m en amont, flèche) et dans le bruit du grand chantier tout proche.

Il en va autrement lorsque le débit de la Limmat augmente après quelques jours de pluie. Les pierres (et les marches les plus basses des gradins) sont alors largement inondées, et la Limmat devient non seulement audible, mais masque le bruit du pont Escher-Wyss. La vidéo suivante montre cette différence :

[Zurich Wipkingerpark avec Limmat avec peu ou beaucoup d'eau](#)



### Un ruissellement frais, un bruissement puissant

Au-delà de la passerelle à l'extrémité du parc, les bancs de gravier et les pierres saillantes de la Limmat produisent, à marée basse, un son varié et agréablement "frais" et "pétillant" (acoustiquement, un bruissement plus clair), presque semblable à celui d'une eau minérale avec des bulles.

La promenade très populaire vers le couvent de Fahr, sur la rive droite, en bénéficie d'autant plus que les routes à fort trafic ne longent pas directement le fleuve. Elles en sont séparées par la rangée d'immeuble sur les deux rives.

En revanche, lorsque le débit de la Limmat est important, les bancs de gravier sont submergés et le ruissellement se transforme en un puissant grondement :

[Zurich Limmat vers Ampère-Steg avec faible et fort débit du cours d'eau](#)

Un cours d'eau peut changer non seulement de volume mais aussi de qualité sonore en fonction du débit.

## Bien fort à légèrement trop élevé



### Un barrage dans la ville

Le barrage de la Limmat près du Platzspitz à Zurich est un barrage incliné avec un cours d'eau adjacent et produit un bruit étonnamment fin car l'eau ne tombe pas en chute libre.

Que ce soit au-dessus de la "chaire" (photo) ou en dessous, le bruit est assez fort (environ 70 dB(A)) mais reste agréable, du moins lorsqu'on n'habite pas à côté. Ce qui est le cas.

Mais si la Limmat déverse davantage d'eau, le barrage devient plus bruyant - 77 dB(A) en haut, 73 dB(A) en bas - et la source sonore se déplace de la surface inclinée vers les premiers mètres d'eau sous le barrage, où elle semble bouillonner. Le son y semble plus fort et plus profond, mais aussi plus étroit. En tant que source de surface horizontale, l'eau rayonne ensuite le son vers le haut.

[Déversoir de la Limmat](#) : peu d'eau entendu en amont, peu d'eau entendu en aval, beaucoup d'eau entendu en aval.

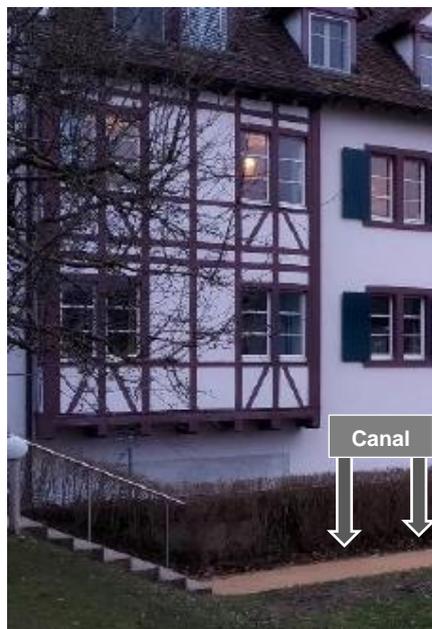


### Un barrage en forêt

A cet endroit, près de Noiraigue, éloigné des zones d'habitation, le grondement de l'eau de l'Areuse en chute libre ne dérange pas, au contraire : la forte proportion de basses fréquences rend le bruit particulièrement impressionnant. La lisière de la forêt en arrière-plan renforce encore cet effet, car elle réfléchit le son de manière diffuse.

[Noiraigue Areuse Barrage](#)

Photo : Ludovic Péron sur Wikipedia



### Trop est l'ennemi du bien

Au Mühleleich de Riehen, un ruisseau situé près d'un ancien moulin, de grosses pierres ont été introduites dans le ruisseau pour permettre le passage des poissons. Le bruit de l'eau est réverbéré et amplifié à plusieurs reprises par les parois verticales lisses de part et d'autre du canal, ce qui peut faire monter le niveau sonore près de la maison jusqu'à 70 dB(A) de jour comme de nuit, selon le débit de l'eau. Les valeurs limites pour les zones d'habitation sont respectivement de 60 dB(A) le jour et de 50 dB(A) la nuit, mesurées au milieu d'une fenêtre ouverte. Un bruit constant et familier n'est guère dérangeant. Cependant, lorsque le débit de l'eau est élevé, les conversations dans la pièce – environ 60 dB(A) – peuvent être accompagnées d'un bruissement pouvant atteindre jusqu'à 40 dB(A), y compris lorsque les fenêtres sont fermées (env. 30 dB d'atténuation). Il faut s'y habituer. Certains s'en accommodent, d'autres déménagent.

# Le bruissement de l'eau dans l'espace sonore

## La taille a son importance

La manière dont un élément d'eau sonorise un espace sonore ne dépend pas seulement de son volume (qui dépend lui-même de différentes [caractéristiques](#)), mais aussi de son étendue, car il en résulte une diminution différente du niveau sonore avec la distance.



### Les fontaines à jet unique sont des sources ponctuelles

La fontaine sur le Münsterhof Zurich, avec son jet unique, est une source ponctuelle. Son niveau sonore diminue de 6 dB à chaque doublement de la distance :

[Zurich Brunnen Münsterhof](#)

En d'autres termes, si l'on s'en éloigne trois fois plus, on l'entend deux fois moins fort (10 dB de moins).

A mesure que l'on s'éloigne de la fontaine en traversant la place du Münsterhof, le bruit de la circulation le long du Stadthausquai émerge. Les véhicules, respectivement leurs conducteurs, qui aiment se faire remarquer, deviennent nettement audible.

Si l'on peut tout de même deviner acoustiquement la fontaine à une distance de 16 mètres pendant les pauses sonores, c'est aussi grâce aux réflexions sur les maisons voisines. Mais nous y reviendrons [plus tard](#).



### Les cours d'eau peuvent être des sources linéaires

Le Louwibach à Gstaad, avec ses nombreux points de turbulence et ses différents niveaux d'élevation, bruisse de manière homogène, c'est-à-dire avec la même intensité. Il apparaît donc comme une source acoustique linéaire. Malgré son affaissement, il reste clairement audible, même si l'on s'en éloigne latéralement, car dans le cas d'une source acoustique linéaire (pour autant qu'elle produise à peu près le même bruit sur toute sa longueur visible), le niveau sonore ne diminue que de 3 dB par doublement de la distance.



### Les grandes fontaines à plusieurs jets apparaissent (ou non) comme des sources planes

La fontaine de la foire de Vienne, avec ses douze jets d'eau projetés sur une même surface peut laisser penser à une source plane (limitée) ... du moins si l'on se place dans une perspective aérienne. Pour les piétons, les points d'impact des fontaines se trouvent sur une ligne, de sorte que la fontaine apparaît comme une source acoustique linéaire limitée. Cela donne la possibilité de rendre la fontaine audible à l'échelle de la place malgré le bruit de la circulation routière sans pour autant créer un niveau sonore trop élevé aux abords immédiats de la fontaine.

A partir d'une distance d'un tiers de la "longueur du clapotis", le niveau diminue de 6 dB par doublement de la distance, comme pour une source ponctuelle.

En revanche, selon l'emplacement, le [barrage de la Limmat](#) peut apparaître comme une source plane limitée.

## L'environnement résonne avec

Le volume du bruit de l'eau dépend :

- de la quantité d'eau
- de la hauteur de la chute de l'eau
- de la vitesse d'écoulement
- du nombre, de la taille et de la perméabilité des obstacles (zones de perturbation) dans le cours d'eau
- du matériau sur lequel un ou plusieurs jets d'eau sont projetés (eau, pierre, gazon, mousse, etc.).

Si l'on veut élargir spatialement la zone efficacement sonorisée sans entraîner une plus grande consommation d'eau (potable), l'environnement immédiat doit être conçu de manière à agir comme un réflecteur et un résonateur pour renforcer le son de l'eau.



### La fontaine comme temple

Cette fontaine sur la place Louis-Favre se trouve dans un espace ouvert entre la Zollstrasse et les voies ferrées de la gare centrale de Zurich. Dans cet environnement bruyant par intermittence elle doit être entendue le plus loin possible. Son clapotis est amplifié à dessin par la surface supérieure de l'édifice agissant sur toutes ses faces comme un réflecteur et par la grande hauteur de chute du jet principal. Il en résulte un espace sonore intérieur dans un espace extérieur. Un deuxième jet horizontal provenant du bord de la fontaine offre une source d'eau potable aux passants et enrichit le son.

[Zurich Fontaine Louis Favre](#)



### La fontaine, un "produit de niche"

Le clapotis de la fontaine en niche du Nadelberg à Bâle est amplifié par son aménagement, couvert en retrait de la rue. En effet, les murs d'enceinte, le plafond et les colonnes agissent comme des réflecteurs et accentuent toutes les tonalités sonores. C'est pour cela qu'on entend le clapotis jusqu'à la cour (Rosshof) située en face, ce qui serait presque impossible si la fontaine était installée en plein air.

Toutefois, la raison de cette installation n'était pas l'acoustique mais la sécurité routière. Bien que provenant des mêmes canalisations que dans le voisinage, l'eau faisait l'objet de louanges et des personnes se rassemblaient inlassablement près de la fontaine au milieu de la rue. La fontaine a été déplacée et la maison construite ultérieurement a dû l'intégrer.

Photo : Regina Bucher



### La fontaine tient une cour

La fontaine en fonte au milieu du Zentralhof (l'ancien Posthof) à Zurich a été construite en 1877 à la place de l'ancien abreuvoir pour chevaux. Dans la cour intérieure fermée de tous côtés, avec ses multiples réflexions sur les façades et les porches des bâtiments environnants, le son de la fontaine est parfaitement mis en valeur et valorise toute la cour sur le plan acoustique.

[Zurich Zentralhof](#)

## Plans d'eau dans l'espace sonore

Une grande surface d'eau confère une sensation d'espace – également sur le plan acoustique. Il faut tenir compte des propriétés acoustiques "passives" de l'eau : le son se propage particulièrement bien sur les surfaces réfléchissantes de l'eau et par le biais des variations de température au-dessus de l'eau fraîche. C'est pourquoi on entend mieux les bruits provenant de l'autre rive qu'au-dessus d'une prairie (qui absorbe en outre partiellement le son) ou d'une surface goudronnée. La propagation est encore meilleure avec le vent. D'autre part, les plans d'eau offrent un habitat aux oiseaux aquatiques, et la zone riveraine est appréciée des oiseaux.



### L'eau comme espace libre

Contrairement à ce que l'on observe ailleurs en ville, les vastes étendues d'eau d'un lac ou d'un fleuve ne produisent pas de réflexions à courte distance. Les échos liés à la présence de grands bâtiments de l'autre côté d'une rive peuvent toutefois être entendus au-dessus de la surface de l'eau : L'espace devient ainsi perceptible sur le plan acoustique. De la même façon, le son des sources situées à la surface de l'eau - comme ici à Bâle, celui du bateau sur le Rhin - peut être réfléchi sur les berges.

La très bonne propagation du son au-dessus d'une surface d'eau peut également présenter des inconvénients, notamment si un bruit gênant est généré sur l'autre rive.

Photo : Regina Bucher



### La nature ici et le bruit là-bas

Lorsqu'une route ou une ligne de chemin de fer passe de l'autre côté d'une rive, comme c'est le cas à la Promenade Robert-Hainard à Yverdon, le bruit du chemin de fer ou surtout des motos poussant le moteur à plein régime est parfaitement audible malgré la grande distance, en raison de la bonne propagation du son sur le lac et du faible bruit ambiant. Ce phénomène est encore amplifié pour les sources sonores sur le lac, généralement les bateaux à moteur.

Cette rive du lac de Neuchâtel est également une halte appréciée des oiseaux migrateurs qui participent malgré tout à créer un très beau paysage sonore.

[Yverdon Promenade Robert-Hainard](#)



### Loin mais bruyant

Le tracé du Zentralbahn se situe sur l'autre rive du paisible parc et lieu de baignade de Rüteli, sur le lac des Quatre-Cantons à Horw (à vol d'oiseau, 1,1 km). Le train traverse un pont en béton et passe devant un mur en béton : Les conditions « optimales » sont donc réunies pour une « bonne » propagation du son au-dessus du lac vers la zone d'habitation et de loisirs située en face sur la presqu'île de Horw.

[Horw Rüteli-Anlage](#)

Lors d'interventions urbaines sur de grandes surfaces d'eau, il faut toujours penser aux répercussions acoustiques sur l'autre rive !

# Bruit de la circulation en ville

Comment sonne le trafic urbain ? Les composantes du bruit du trafic urbain peuvent avoir des caractéristiques sonores très différentes et sont donc plus ou moins faciles à masquer par le bruit de l'eau.

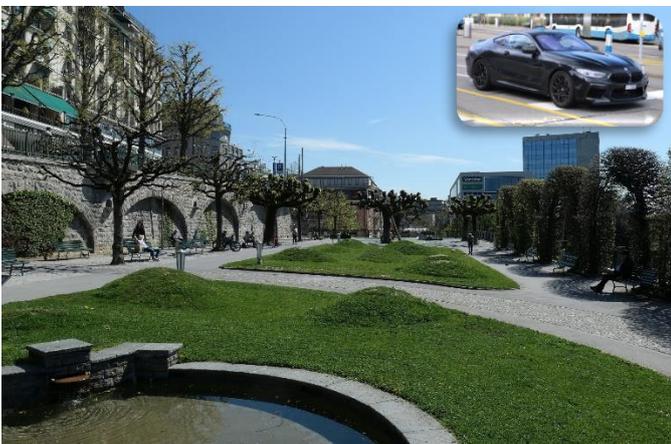
## Les acteurs de la cacophonie



### Voiture de tourisme

Les voitures actuelles peuvent être conduites silencieusement car leurs moteurs font preuve de suffisamment de puissance à bas régime. A vitesse constante, au-delà de 20 km/h, le bruit de roulement domine. Celui-ci dépend du poids du véhicule, de la largeur des pneus et de leur profil. Les voitures électriques génèrent un peu plus de bruit de roulement que les voitures à combustion car elles sont jusqu'à 40% plus lourdes dans la même catégorie. Avec l'e-mobilité, les bruits à forte composante tonale et le vrombissement des moteurs diminueront mais dans le même temps les bruits de roulements deviendront prépondérants. Jusqu'à 20km/h les voitures électriques doivent néanmoins émettre un signal d'avertissement particulier (Acoustic Vehicle Alert System AVAS) pour donner une indication sur la vitesse et les éventuelles accélérations ou freinages du véhicule.

[AVAS Renault Zoe](#)



### Les berlines « sportives », les coupés et les SUV sports

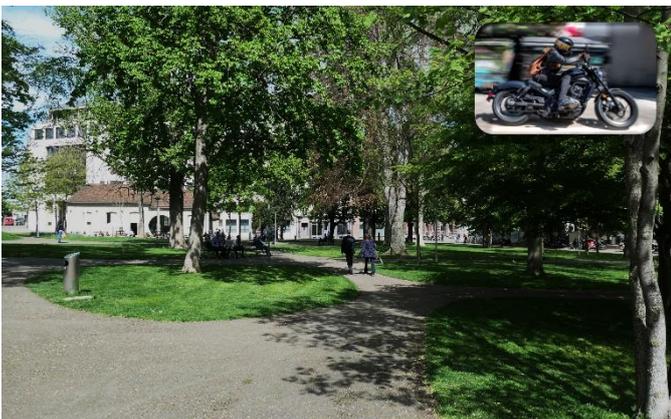
Il n'y a pas que les voitures de « tuning » qui sont conçues pour produire un bruit de moteur tonitruant (riche en harmoniques) mais également de plus en plus de berlines et de modèles sportifs de SUV (par exemple Audi RS, BMW M, ...). Un tel son se détache du bruit de la circulation avec une tonalité et des fréquences basses particulièrement élevées :

[Lausanne Promenade Derrière Bourg](#)

La mobilité électrique laisse de l'espoir. En mode "zéro émission", même les modèles puissants de voitures électriques et hybrides n'émettent aucun vrombissement. Les constructeurs de voitures électriques sportives veulent combler cette "lacune" et déclencher, au-delà de 25 km/h, un bruit "émotionnel" aussi fort que celui d'un véhicule à combustion et inutile du point de vue de la sécurité :

[Porsche Electric Sport Sound](#) [Générateur de son Abarth 500e](#)

Ce type de son ne peut pas être masqué par des bruits d'eau.



### Motos

Ce qui a été évoqué pour les voitures "sportives" vaut encore davantage pour les motos. Avec leurs sonorités tonales, riches en harmoniques et la vitesse de rotation élevée du moteur, la plupart d'entre elles (il existe des exceptions louables) se distinguent du bruit général de la circulation et du bourdonnement urbain. D'autant plus lorsque le moteur tourne inutilement à plein régime :

[Bâle Elisabethenanlage, parc De-Wette](#)

Certes, pour des raisons de poids et d'espace, la marge de manœuvre pour les mesures de lutte contre le bruit est plus réduite que pour les voitures de tourisme. Cependant, les pots d'échappement des motos sont moins conçus pour assurer une atténuation phonique maximale que pour produire un son marquant.

Le passage à la propulsion électrique devrait apporter une nette amélioration dans ce domaine.



### Véhicules utilitaires légers

Les moteurs des camionnettes sont davantage sollicités en raison de leur poids plus élevé. Malgré l'aide d'un turbocompresseur, ils tournent plus vite au démarrage lors du passage à un feu et sont donc plus audibles.

[Accélération camionnette](#)

Les livreurs doivent souvent emprunter une zone piétonne et y manœuvrer pour livrer la marchandise. Ils s'approchent ainsi plus facilement de certains lieux de détente urbains que d'autres véhicules.

Il est donc d'autant plus souhaitable de passer rapidement à la propulsion électrique comme c'est le cas de plus en plus de services de livraison. Certes, la lourde batterie peut aujourd'hui encore réduire la charge utile mais les véhicules électriques se prêtent particulièrement bien aux arrêts et démarrages fréquents des services de livraison.



### Bus et camions

Bourdonnant mais nécessaire : le poids élevé des bus et des camions nécessite beaucoup de puissance lors de l'accélération, ce qui ne se fait pas sans bruit. En raison de leurs pneus tout-terrain, les camions peuvent en outre émettre son tonal à partir de 50 km/h, qui se distingue du bruit de roulement des autres usagers de la route par sa tonalité et sa plage de fréquence.

Les trolleybus ont été les pionniers de la mobilité électrique sur les routes. Dans les bus hybrides d'aujourd'hui, le moteur diesel se met seulement en route lorsque le véhicule a besoin de plus d'énergie ou lorsque la batterie est épuisée. Ici, dans le centre de Horw (LU), le bus hybride reprend la route dans un doux ronronnement :

[Départ Bus diesel vs bus hybride](#)

La propulsion purement électrique va progressivement élargir son champ d'application grâce à de nouvelles approches telles que la recharge partielle de la batterie au terminus.



### Tram

Le spectre des bruits des tramways s'étend du bruit de roulement silencieux sur des voies ferrées en bon état (surtout si elles sont insérées dans une surface absorbante comme les dalles alvéolées) au crissement assourdissant dans les virages et aux secousses bruyantes sur des voies ferrées usées ou au niveau des croisements de rails. Si les tramways lourds promettent un fonctionnement silencieux, ils surchargent néanmoins le matériel ferroviaire. Ce qui entraîne des irrégularités au niveau des rails et des réparations fréquentes et donc du bruit.

[Tramway à la gare d'Enge, Zurich](#)

Photo : Iwouldstay Wikimedia

## Dans quelle mesure le bruit de la circulation peut-il être masqué par le bruit de l'eau ?

Les caractéristiques sonores dévoilées précédemment permettent déjà d'estimer dans quelle mesure les différentes composantes du bruit de la circulation peuvent être masquées par le bruit de l'eau.

Le tableau ci-dessous se réfère au parc automobile actuel. L'influence de l'e-mobilité sur le bruit est discutée ci-dessus.

Une extrapolation dans le futur vaut la peine car le bruit de l'eau que l'on planifie aujourd'hui doit faire face au bruit de la circulation de 2030.

Source de bruit	Volume sonore	Qualité sonore	Masquage sonore *
Voiture de tourisme roulant à vitesse constante	Faible	Bruissement, bruit large bande sans tonalité	Tout à fait possible
Camionnette roulant à vitesse constante	Généralement faible	Bruissement	Possible
Camion roulant à vitesse constante	Moyen	Tonalité (constante : son tonal des pneus)	Possible partiellement
Voiture de tourisme accélérant rapidement	Moyen - fort	Avec tonalité, augmentation de la fréquence	Presque impossible
Moto roulant à vitesse constante	Faible - moyenne	Éventuellement tonale, fréquence constante	Éventuellement possible
Moto qui accélère	Bruyant - très bruyant	(Très) tonal, fréquence variable	Impossible
Tram roulant à vitesse constante	Moyen	A basse fréquence	Possible
Tram roulant sur un croisement de rails	Très bruyant	Basses fréquences, bruits de secousses, bruits solidiens	Impossible

\* masquage sonore par les sons de l'eau, c'est-à-dire par le bruissement (dépend de son niveau sonore et de son spectre de fréquences)

L'e-mobilité va s'accompagner d'une baisse des composantes tonales et du bourdonnement des bruits de moteur et d'une hausse des bruits de roulement. A l'avenir, le bruit de la circulation devrait donc être plus facile à masquer par les sons de l'eau que celui d'aujourd'hui, sous réserve que la diffusion de bruits de moteurs artificiels vers l'extérieur – autres que les dispositifs d'avertissements sonore obligatoire – ne cesse.

# Le son de l'eau contre le bruit de la circulation

## Effets fondamentaux

Au-delà de leur évaluation positive, les sons de l'eau peuvent réduire la perception du bruit de la circulation.

Concrètement, ils peuvent

- réduire la dynamique du bruit de la circulation et par là son omniprésence en comblant partiellement les pauses sonores
- masquer le bruit du trafic, c'est-à-dire le couvrir (partiellement) acoustiquement, ce qui est ressenti comme un soulagement, y compris dans un contexte où le niveau sonore global est élevé ;
- détourner l'attention du bruit de la circulation au profit du bruit de l'eau, plus attrayant (si celui-ci est varié ou variable dans le temps) ;
- "absorber" et "réinterpréter" le bruit de la circulation, à condition qu'il provienne de la même direction et qu'il présente un spectre de fréquences similaire. Le bruit de la circulation est alors associé à une source sonore connotée et évaluée positivement telle qu'une rivière ou une fontaine.

La manière dont les sons de l'eau masquent le bruit de la circulation est également étudiée du point de vue de l'activité cérébrale, par exemple dans [ce travail](#).

Les situations exemplaires suivantes serviront d'illustration au masquage du bruit de la circulation par les sons de l'eau.

## Situations exemplaires : fontaines



### Bâle, fontaine près de la Dreirosenanlage

Le bruit fort au large spectre sonore comprenant des fréquences à partir de 200 Hz est produit grâce à l'impact de sept jets d'eau sur la surface de l'eau en mouvement. Il en résulte un bruit très varié.

Les bruits de la rue sont surtout audibles en provenance de la Dreirosenbrücke (à gauche). Les voitures de tourisme qui passent sont en grande partie masquées. Avec les bruits routiers, on atteint un niveau sonore de 62 dB(A), et jusqu'à 64 dB(A) avec ceux du tram.

Les événements bruyants ne se détachent plus autant du fond sonore grâce à la fontaine. Les suspensions intermittentes du trafic sont occupées du point de vue sonore par la fontaine. La dynamique du bruit de la circulation est ainsi réduite. Le réglage non-homogène de l'intensité des sept jets d'eau offre une expérience sonore variée. La fontaine a été placée de manière optimale afin de masquer le bruit de la circulation.

En revanche, le grondement des lourds tramways à l'endroit où les rails se croisent n'est pas masqué.

[Bâle Dreirosenanlage \(avec et sans fontaine\)](#)



### Lausanne, Parc de Milan

Dans le parc du même nom à Lausanne, la Fontaine de Milan à cinq jets masque efficacement, sur la grande pelouse, le bruit de la circulation de l'avenue de Milan derrière la haie.

[Lausanne Parc Milan](#)

Cela fonctionne d'autant mieux que les véhicules y restent invisibles et que le trafic s'écoule à une vitesse régulière de 50 km/h de sorte que les bruits de roulement prédominent et se fondent dans celui des fontaines.

La puissance des fontaines peut toutefois être perçue comme un peu trop élevée et agressive. En effet, on mesure encore 56 dB(A) au niveau du microphone situé au premier plan de la photo et environ 60 dB(A) sur la pelouse en arrière-plan. Pour les conversations informelles, cela peut déjà représenter une contrainte. Mais le Parc de Milan est grand, on peut s'en écarter : Sur le Crêt de Montriond, au milieu du parc, le bruit de fond n'est plus que de 44 dB(A).

Un bruit de circulation élevé nécessite, pour être masqué, des sons d'eau d'intensité équivalente, ce qui peut nuire à la qualité de séjour. Cette limite est atteinte lorsqu'il n'est plus possible d'avoir une conversation sans lever la voix dans une zone de détente.

## Situations exemplaires : cours d'eau



### Bienne, parc de l'île de la Suze

Renaturée il y a quelques années et désormais accessible aux poissons, la Suze (Schüss), située dans le parc de l'île de la Suze à Bienne ne présente qu'une faible déclivité. Malgré cela, le son de l'eau est bien audible aux quelques endroits perturbés et confère une atmosphère bucolique au parc. Du moins, lorsque le bruit ambiant dans cette zone industrielle (près du nouveau bâtiment Swatch) n'est pas trop élevé. Les voitures qui passent derrière la petite digue parviennent atténuées jusqu'aux oreilles. C'est dommage qu'il n'y ait pas de places assises directement au bord de l'eau (qui devraient bien sûr être conçues de manière submersible).

[📍 Bienne île de la Suze](#)

Les zones de turbulence sont précieuses non seulement pour l'écologie aquatique (l'eau absorbe l'oxygène), mais aussi pour la qualité sonore.



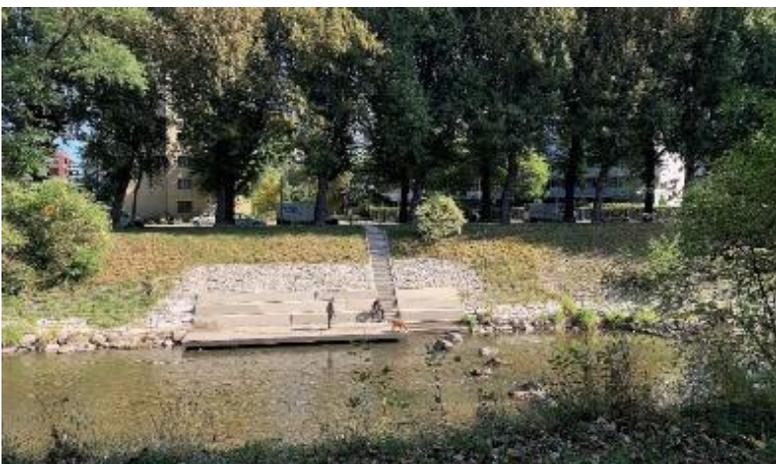
### Bâle, au bord de la Wiese, devant Wiesendamm 62

La section de la petite rivière allant du Wiesendamm 76 au pont de la Gärtnerstrasse montre pas moins de trois relations différentes entre le bruit de l'eau et celui de la circulation.

A la hauteur de la maison Wiesendamm 62, il n'y a pratiquement pas de points de turbulence. L'eau s'y écoule donc de manière silencieuse : sur le remblai au premier plan, on mesure environ 50 dB(A). Les bruits de roulement de la Hochbergerstrasse (flèche) atteignent par moments 59 dB(A). Lorsque les véhicules ont une vitesse constante, on n'entend seulement le bruit des moteurs des camions et des bus diesel.

Les véhicules ne sont pas visibles derrière les buissons. Ainsi, leurs bruits paraissent plus diffus et plus lointains.

[📍 Bâle Wiesendamm 62](#)



### Bâle, au bord de la Wiese, devant Wiesendamm 24/28

Sur la digue de la prairie au premier plan, la Wiese, avec ses quelques points de turbulence, atteint un niveau sonore d'environ 55 dB(A). Cela permet de masquer presque entièrement les bruits pneumatiques des voitures roulant à vitesse régulière. Cependant, comme celles-ci sont visibles, il est plus difficile d'en détourner l'attention. La présence d'un buisson entre le talus et la route pourrait dans ce cas être utile. Les voitures "sportives" sont bien audibles tout comme les camions et les bus diesel sans oublier les ambulances.

[📍 Bâle Wiesendamm 24](#)

Le lieu de séjour le plus « prisé » est constitué par les gradins et la plate-forme situés de l'autre côté de la rive, au niveau du talus escarpé sous la Hochbergerstrasse. Celui qui s'y trouve est à l'abri du bruit direct de la circulation routière par le talus et peut entendre au plus près le bruissement discret de la petite rivière. Cela rend le séjour à cet endroit très agréable.



### Bâle, au bord de la Wiese, devant Wiesendamm 76

Sur le plan acoustique, les accélérations de courant (rapides) sont bien plus efficaces que quelques pierres. Ainsi, à débit identique, la rivière devient plus bruyante. Le tronçon de rivière en face de l'hôtel Stücki avoisine les 60 dB(A) sur la digue de Wiesen (au premier plan) avec les rapides et un rejet temporaire d'eau en provenance du chantier. Cela permet ainsi de masquer le bruit de roulement des voitures et des camionnettes et d'atténuer les pics sonores tels que ceux des camions et de l'actuel chantier actuel.

[📍 Bâle Wiesendamm 76](#)

Pour une partie des riverains du Wiesendamm, la rivière est toutefois quelque peu bruyante la nuit à cet endroit, car l'effet d'absorption du talus cesse d'agir pour les étages supérieurs, et la gamme des sons à haute fréquence liés à l'écoulement de l'eau y est plus audible.

# Aménagement de l'espace sonore avec de l'eau

**Les fontaines sont, après les plantes, le principal ornement des jardins (...).**

M. Conan, Dictionnaire historique de l'art des jardins, Hazan, Paris 1997, p. 104

## Faire résonner l'eau de multiples façons



### La fontaine pour les chiens

Le gain acoustique apporté par un abreuvoir pour chiens, à savoir celui d'un dédoublement du son pour une consommation d'eau identique, est très bien illustré par la fontaine du parc Krämerstein à Horw :

[Horw Krämerstein](#)

Un abreuvoir ne fait pas que le bonheur des chiens !

Il faudrait aussi réfléchir à cela pour les nouvelles fontaines : le son pour les êtres humains, l'eau pour les animaux.



### Résonnance harmonieuse avec une fontaine à plusieurs niveaux

On savait déjà au 16<sup>e</sup> siècle qu'une fontaine à plusieurs niveaux permettait de tirer de l'eau des sons plus nombreux et plus variés. C'est ce que montre par exemple la Fontana degli Uccellini dans un coin tranquille du Giardino di Boboli à Florence :

[Firenze Giardino di Boboli](#)

Quand il y a du soleil, le bassin d'eau le plus bas fait danser de beaux reflets de lumière sur la colonne, comme en témoigne la vidéo de l'association "Per Boboli" :

[Vidéo Fontana degli Uccellini](#)

Une raison de plus de prévoir aussi un bassin d'eau tout en bas !



### "Selon la nature", même dans le son

La fontaine de la place Markus Roth à Lenzbourg (Bob Gramsma 2016) a une sonorité variée (surtout lorsque l'écoulement est bouché, comme sur cet enregistrement) qui rappelle l'eau dans les montagnes - une association très positive donc. Il sonne ainsi comme son apparence le suggère et forme un net contraste avec l'aspect sobre de la place.

[Lenzbourg Place Markus Roth](#)

La place est également marquée par le bruit des trains car la gare de Lenzbourg se trouve juste derrière ces bâtiments. Ces derniers font certes en grande partie écran au bruit. Ils laissent néanmoins des brèches à travers lesquels le bruit des trains continue de s'engouffrer et de se faire entendre.

## Ajuster l'eau à l'environnement

Le son des fontaines urbaines va du léger clapotis d'eau jusqu'au bruit puissant voire le sifflement d'un jet d'eau à haute pression généré par des buses (exemple parfait : Jet d'eau à Genève, 140 m). Mais qu'est-ce qu'il convient le mieux et où ?



### Fontaine à Cannobio, lac Majeur

Dans un endroit calme telle qu'une cour intérieure protégée, le son de la fontaine doit se manifester discrètement. Il ne doit pas prédominer ni même perturber les conversations à voix basse. La fontaine de la cour de l'église de Cannobio IT répond de ce point de vue à tous les critères :

[Cannobio Église de la Maddalena](#)

*"Le son de l'eau doit raconter une histoire. Il augmente l'attention portée au lieu ; la signification, la forme de la fontaine et son intégration dans l'environnement immédiat commencent alors à être perceptibles. Outre la qualité de détente, l'identification joue un rôle décisif. Celle-ci naît par exemple de la restauration de souvenirs liés au lieu".*

Andres Bosshard, artiste sonore



### Fontaine Hundertwasser à Vienne

Dans un environnement relativement calme mais où le vrombissement de la circulation est audible, il convient de prendre des mesures pour renforcer les composantes sonores à basse fréquence de la fontaine.

Dans le cas de la fontaine de Friedensreich Hundertwasser à Vienne, la voûte et les cavités à l'arrière-plan renforcent les basses fréquences et contribuent à rendre plus volumineux le son de la fontaine dans cette ruelle sans circulation, que le bourdonnement de la ville masque moins facilement. Le son est également riche parce que l'eau tombe sur trois niveaux et la conception "tordue" entraîne des hauteurs de chute légèrement différentes.

[Vienne Hundertwasser \(2 perspectives\)](#)

Enregistrements sonores : Niklas Esterbauer, Vienne



### Fontaine Sardona à Zurich

Pour que la fontaine [Timon Reichle, 2020] ne disparaisse pas acoustiquement, il faut sortir les grands moyens à cet endroit bruyant situé entre les deux voies de circulation du quai de la Limmat : La plus grande quantité d'eau, concentrée en un seul jet, et la grande hauteur de chute produisent un bruit d'eau puissant mais peu varié :

[Zurich Fontaine de Sardona](#)

Un autre petit jet provenant de l'arrière du bassin offre de l'eau potable aux passants assoiffés mais n'émerge pas acoustiquement.

Contrairement à Münsterhof (également dotée d'une fontaine à jet unique), le son n'est ici renforcé par aucune réflexion latérale. Il n'y a pas non plus de sièges pour s'asseoir.

## Mettre l'eau en place contre le bruit de la circulation

Il ne faut pas seulement tenir compte de l'endroit de la fontaine mais aussi de l'angle sous lequel son bruit apparaît vue (et entendu !) depuis le parc ou la zone de détente.

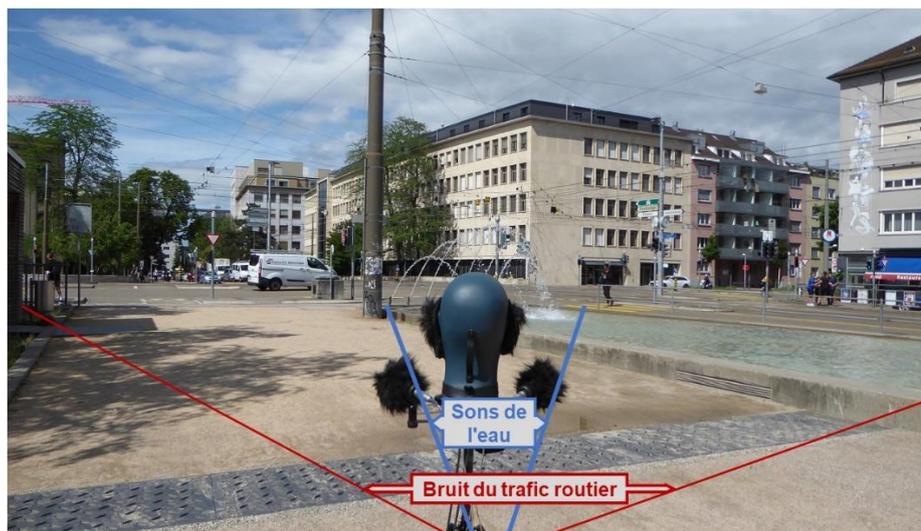


### Position de la fontaine

Le choix de placer la « fontaine à projection » de la Dreirosenanlage (Bâle) entre une zone de détente et un carrefour routier, s'avère audacieux et efficace. L'idée première est en effet souvent de placer une belle fontaine au milieu de la zone de détente.

Malheureusement, le canal immergé (en pointillés jaunes) qui évacue l'eau reste inaudible.

Certes, un bruissement n'est pas aussi facile à localiser à l'oreille qu'un cliquetis ou un craquement. Cependant, la variété des sons produits par l'impact des jets d'eau sur la surface d'eau du bassin permet d'entendre d'où provient le bruit. C'est pourquoi la position de la fontaine est importante.

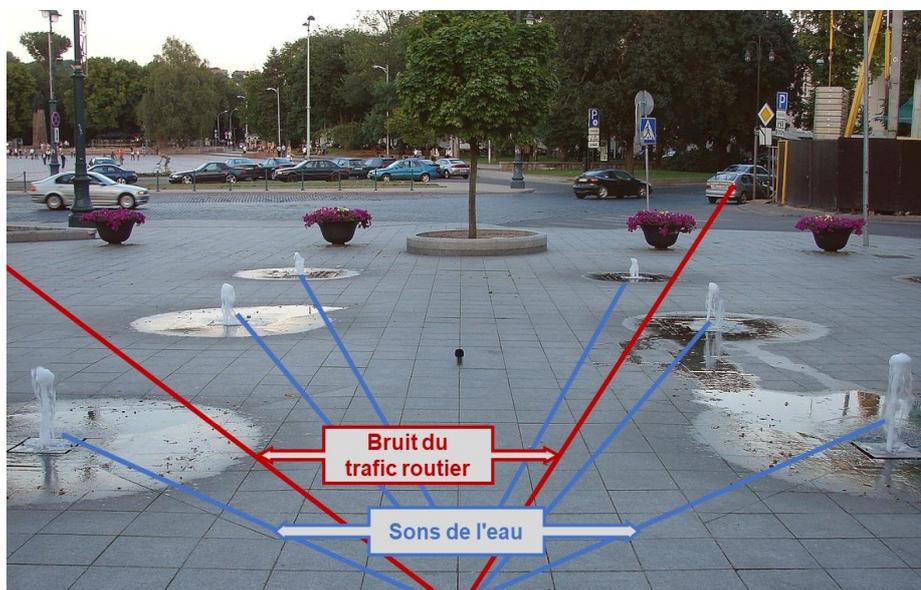


### Directivité restreinte des sons de l'eau

Cela étant, le bruit de cette fontaine couvre un champ plus limité que le bruit de la circulation. Il en résulte que le trafic au niveau du carrefour est efficacement masqué mais pas celui des routes d'accès de gauche et de droite.

Verticalement, en revanche, l'angle d'incidence des sons de l'eau (la source acoustique étant l'impact des jets d'eau sur la surface de l'eau dans le bassin) se superpose avec celui de l'angle d'incidence du bruit de la circulation à masquer. Par la nature des choses, le masquage est plus facile à obtenir verticalement qu'horizontalement.

[Bâle Dreirosenanlage](#)



### Directivité plus large des sons de l'eau

Dans le meilleur des cas, l'angle d'incidence du bruit de l'eau coïncide horizontalement et verticalement avec celui du bruit de la circulation. Sur l'Odminių Skveras à Vilnius, le masquage des bruits de roulement de la route voisine est obtenue grâce aux fontaines insérées dans la zone piétonne. L'effet de masque s'opère aussi bien horizontalement que verticalement car les bruits de roulement des voitures comme composantes sonores à camoufler se produisent juste au-dessus du sol.

[Vilnius Odiminių Skveras](#)

## Moduler et faire varier l'écoulement d'eau

Des modulations ou des variations rapides peuvent permettre à un bruit d'eau de retenir davantage l'attention : "Que va-t-il se passer ?" Mais des brèves coupures d'eau peuvent aussi ramener à la conscience le bruit de la circulation. La situation sonore locale est déterminante.



### Modulation ludique

Sur la vaste place de la Libération, piétonne depuis 2006, devant le palais des Ducs de Bourgogne à Dijon, trois rangées de jets d'eau, d'hauteur variable (en fonction de la pression) jaillissent du sol et s'interrompent de temps en temps. Etant donné que le bruit de la circulation au niveau de cette grande zone piétonne n'est perceptible que sous la forme d'un bourdonnement lointain, de telles interruptions du bruit de l'eau agissent de manière avantageuse. Elles apportent une dimension de divertissement sans pour autant que l'attention soit distraite par le bruit de la circulation.



### Variation musicale

La *Fontaine Musicale* d'Évian a été aménagée comme un jeu d'eau pour accompagner une musique diffusée par deux haut-parleurs. Le même principe pourrait être appliqué sans musique sur une place plus exposée au bruit de la circulation que cette promenade au bord du lac. Les différentes combinaisons de buses se succèdent parfaitement, créant un bruit d'eau continu et sans cesse renouvelé. Il en résulte un masquage infaillible du bruit de la circulation. Dans le même temps elle attire inlassablement l'attention du public :

*Elle fait la joie de tous ceux qui y passent.*



### Variation "sismique"

Le jeu d'eau Aquaretum près du port Enge dans la ville de Zurich a reçu une nouvelle forme en 2019 (Andres Bosshard / Metallatelier Fuchs GmbH / Fischer Architekten AG) : douze buses d'eau sphériques, divisées en quatre groupes, flottent en cercle sur le lac et projettent des jets laminaires à trois hauteurs (jusqu'à 35 mètres). En tombant, les jets d'eau forment des arcs fermés, dessinant une voûte et se modifient en permanence en raison de l'activité sismique instantanée mesurée par l'EPFZ.

Le masquage du bruit de la circulation n'est ici ni recherché ni nécessaire. Mais l'Aquaretum montre néanmoins comment un jeu d'eau peut se transformer en permanence grâce à un pilotage moderne.

Image : Fischer Architekten, Zurich

## Rendre l'eau visible et audible

Mettre en scène l'eau aide à la rendre audible et perceptible malgré le bruit ambiant et à ce qu'on lui accorde une plus grande attention. Cela peut se faire de manières très différentes comme le montrent les trois exemples suivants.



### Une fenêtre sur la rivière

La fenêtre en verre blindé dans le mur de protection contre les crues permet de voir la Birsig à Bâle. Le cours d'eau est fortement canalisé mais son acoustique est revalorisée par des points de turbulence laissant croire que le bruit entendu provient de la rivière et non du trafic sur le pont (camion de livraison de la poste) ou des rues adjacentes – une supercherie à laquelle on se laisse volontiers prendre.

C'est justement lorsque le bruit de l'eau est en concurrence avec un bruit de circulation acoustiquement similaire que l'on peut mettre en scène visuellement l'eau afin d'orienter l'association du son en conséquence : ce qui est visible devient audible !



### Un rideau d'eau

Le rideau d'eau à Dietikon ZH (Andres Bosshard / Metallatelier David Fuchs, 2022) invite au jeu et à la découverte.

Lorsque l'on se tient à côté du rideau, la surface d'eau verticale fermée fait écran à tous les bruits provenant de l'autre côté ([résultats des mesures en annexe](#)). Lorsque le flux d'eau est interrompu, il ne reste qu'une grille métallique qui laisse passer les sons et les conversations.

Toutefois, l'eau qui tombe du rideau dans la Reppisch est plus bruyante à certains endroits dans les environs (64 dB(A) près du banc) que le bruit naturel de la Reppisch (57 dB(A) au même endroit). Une optimisation est étudiée.

► [Vidéo rideau d'eau](#) (Vidéo : Urbanidentity)

Placé entre la circulation et un lieu de séjour, un tel rideau d'eau peut, s'il est suffisamment grand, "dis-simuler" le bruit de la circulation comme dans le cas du [rideau d'eau d'Alba](#).



### Une fontaine grince et fait des bruits

La fontaine Tinguely ou Fasnachtsbrunnen à Bâle attire sans cesse l'attention par ses bruits variés et atypiques, qui vont bien au-delà du clapotis habituel des fontaines. Elle détourne ainsi habilement l'attention du grondement tonitrueux du tram dans la rue adjacente.

Pour attirer l'attention, il faut aussi divertir et pas seulement augmenter le volume sonore !

► [Bâle Fontaine de Tinguely](#)

Photo et prise de son : Candid Rütter  
En écoutant l'enregistrement, on patauge soi-même dans la fontaine de Tinguely.

## Tutto compreso: La Piazza Michele Ferrero ad Alba (2008–2021)

De 2008 à 2021, la Piazza Michele Ferrero à Alba (Piémont) avec son rideau d'eau pouvait presque être considérée comme un résumé de cette publication, car plusieurs des effets discutés précédemment s'y complétaient.



### Le rideau d'eau clôturait la piazza

Le rideau d'eau de 30 mètres de long (en bleu clair sur la photo aérienne) était l'élément d'aménagement le plus important.

Si l'on s'éloignait du rideau d'eau sur la piazza, le volume sonore ne diminuait que lentement sur les 10 premiers mètres (ligne rouge) car le rideau d'eau se comportait encore comme une source linéaire. Au-delà de ce périmètre on retrouvait un décroissement de niveau sonore habituel de 6 dB pour chaque doublement de la distance (Image GoogleMaps 2021)

Le décroissement limité du niveau sonore à l'avant de la piazza était déjà un point positif en soi, mais – plus important encore – l'extension sur les côtés du rideau d'eau conduisait à couvrir visuellement et acoustiquement de manière attrayante presque tout l'espace séparant la place de la rue bruyante, en particulier le rond-point (à droite sur l'image) où les véhicules freinent et accélèrent en permanence. Ce bruit se serait propagé librement sur la place sans le rideau d'eau.



### Le rideau d'eau faisait écran au bruit de la circulation et le détournait

Un rideau d'eau bien hermétique a le même effet qu'un rideau antibruit de même taille constitué d'une bâche de camion (⇒ [Mesure au rideau d'eau de Dietikon](#), annexe). C'est la masse surfacique qui est déterminante. Outre une atténuation des fréquences les plus élevées provenant de la direction horizontale, le rideau permettait de "réinterpréter" de tels bruits grâce à son spectre à large bande : Depuis la place, le bruit du trafic était intuitivement attribué au rideau d'eau visible et non à la circulation invisible dans la rue derrière.

Cet effet ne fonctionnait toutefois pas lorsqu'il s'agissait des sources de bruits présentant des caractéristiques très différentes telles que le vrombissement d'un camion ou le bruit d'une moto en surrégime.



### Le rideau d'eau recevait une aide discrète

L'illusion auditive était renforcée par le fait que le mur solide, situé sur le côté exposé du rideau d'eau, à savoir sur le rond-point, faisait écran contre le bruit de la circulation. Les véhicules, en tant que sources de bruit, n'étaient donc pas directement audibles, mais seulement indirectement par un effet de diffraction et de réflexion. Cela atténuait leur bruit (il devenait plus amorti et diffus), brouillait leur localisation et diminuait leur prééminence.

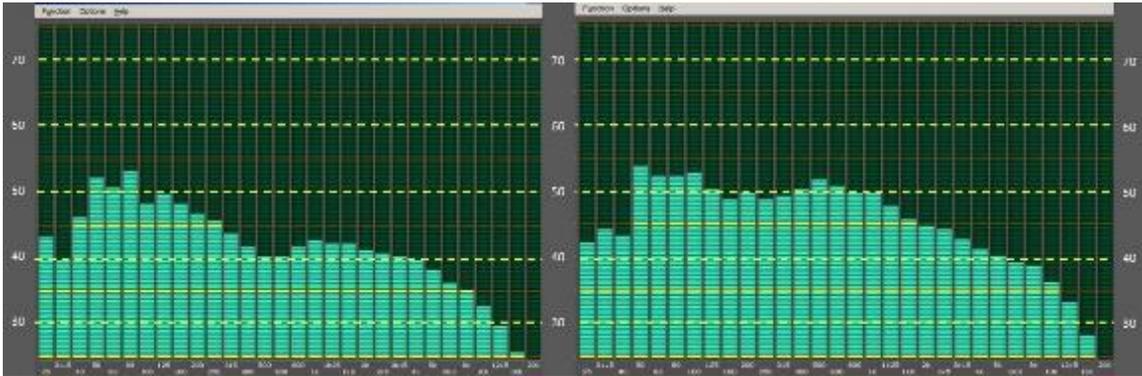
Le jeu d'eau ici visible, du côté de la circulation, n'avait qu'une fonction décorative. Il n'était pas audible depuis la piazza.

Photo : Thomas Gastberger

Lors de la rénovation de la Piazza en 2022, le rideau d'eau et le mur qui se trouvait derrière ont été supprimés et remplacés par une fontaine ronde au centre de laquelle se trouve une sculpture de Valerio Berruti de 12 mètres de haut, à nouveau offerte par la Fondazione Ferrero.

# Annexe

## Annexe 1 Fontaine à l'angle du parc Dreirosen (protocole de mesure)

Lieu	<b>Zone de détente Dreirosen</b>
Position	Près du banc, près de la fontaine (voir photo)
Coordonnées	47.57041084865523, 7.589871844420124
Photo	
Bruit de la circulation	Bruit très fort des wagons de tram lourds avec un fort martèlement au niveau des croisements de rails. Les voies de circulation longeant immédiatement la place en provenance du Dreirosenbrücke (voiture de livraison blanche) sont en pente, de sorte que les conducteurs raisonnables laissent leur voiture rouler au lieu d'écraser l'accélérateur. De plus, le passage piétons oblige à rouler prudemment lorsqu'on bifurque à droite sur la Klybeckstrasse.
Bruit de l'eau	Bruit d'eau élevé à large bande, y compris à des fréquences plus basses (200 Hz), grâce à l'impact de sept jets d'eau sur la surface de l'eau en mouvement. Dans la bande d'octave de 500 Hz, la fontaine élève le niveau sonore d'environ 10 dB, dans la bande d'octave de 1 kHz d'environ 7 dB (voir les spectres en tiers d'octave).
Enregistrements	 <a href="#">3D binaural</a> (démonstration avec vs. sans fontaine)
Spectre par bande de tiers d'octave (25 Hz à 20 kHz, moyenne à court terme, dB SPL sans pondération fréquentielle) : Bruit de fond urbain (sans circulation au carrefour), sans/avec fontaine	 <p style="text-align: center;">Spritzbrunnen hors service                      Spritzbrunnen en service</p>
Résumé de la situation : Bruit de l'eau et bruit de la circulation	<p>L'impact de l'eau provenant de 7 buses réglées à différentes hauteurs sur la surface d'eau en mouvement produit un bruit variable et à large bande, même avec des fréquences basses relativement fortes. Il atteint jusqu'à 59 dB(A) avec le bruit de la ville mais sans le trafic à proximité.</p> <p>Le niveau sonore du bruit de fond urbain, sans le bruit de l'eau et avec peu de circulation à proximité, équivaut à 55 dB(A). Il comporte également une proportion élevée de basses fréquences comme c'est généralement le cas pour la rumeur urbaine.</p> <p>Les bruits de la rue sont davantage audibles depuis le pont (à gauche). Les voitures de tourisme qui passent sont largement dissimulées sur le plan acoustique à l'inverse des véhicules lourds (camions et tramways). Le niveau de pression acoustique moyen atteint jusqu'à 62 dB avec le bruit de la rue, jusqu'à 64 dB(A) avec le tram voire davantage lors de secousses.</p>

### Annexe 3 Mesure de l'isolation acoustique du rideau d'eau à Dietikon

Le niveau d'absorption d'un rideau d'eau de 2 à 3 mm d'épaisseur a pu être mesurée à Dietikon (canton de Zurich).

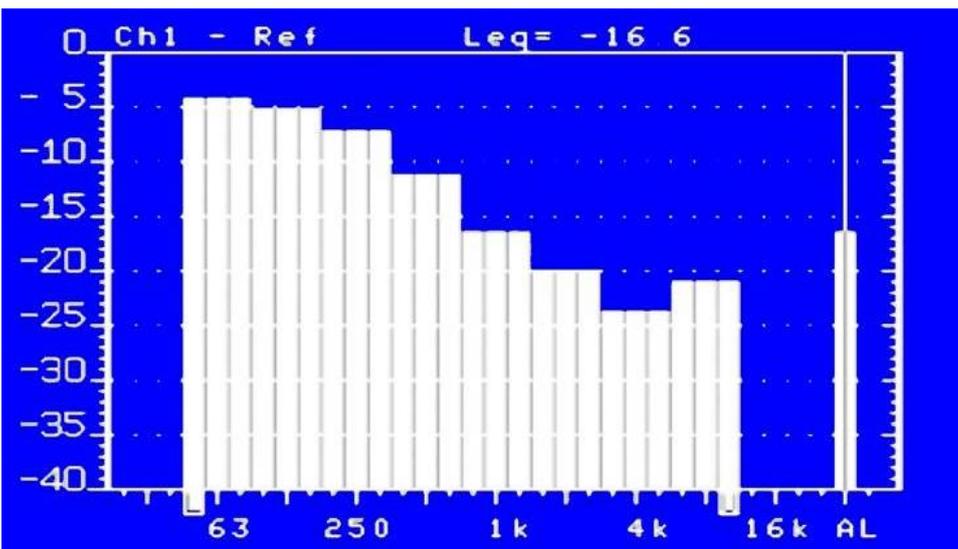


Deux haut-parleurs placés l'un sur l'autre (pour gagner en directivité) en direction du rideau d'eau émettaient un bruit à large bande avec toutes les fréquences de 100 Hz à 10kHz (un bruit rose à bande limitée). Le fait que la couche d'eau n'absorbe pas le son mais le renvoie est bien audible du côté où l'on génère l'énergie sonore car avec la réflexion sur le rideau d'eau le bruit mesuré devient nettement plus fort.



De l'autre côté se trouvaient les microphones de mesure, protégés des projections d'eau par une bonnette anti-vent en fourrure.

Les haut-parleurs et les microphones étaient placés relativement près de la couche d'eau afin de minimiser les perturbations liées à l'écoulement dans la Rep-pisch, située 3 m plus bas, et de limiter l'influence des dimensions limitées du rideau d'eau.



L'atténuation par bande d'octave est dérivée vers le bas sous forme de réduction de niveau sonore : Elle augmente de 5 dB à 63 Hz à plus de 20 dB dans les hautes fréquences. Pour un bruit à spectre plat (bruit rose), la réduction de niveau pondérée A atteint environ 16 dB.

Cette courbe d'isolation correspond approximativement à un indice d'affaiblissement acoustique pondéré  $R'_w$  de 16 dB – semblable à celui d'une bâche de camion. D'après la courbe de masse, on pourrait s'attendre à une telle isolation pour un poids surfacique de 2 kg/m<sup>2</sup>, ce qui correspond dans le cas présent à une couche d'eau de 2 mm.