

# **Rapport d'Analyse : Le Phénomène des « Voix du Torrent » – Une Investigation Géophysique et Psychoacoustique**

## **Section 1 : Introduction – Le Torrent qui Parle : Observation et Question Scientifique**

### **1.1. Présentation du Phénomène Observé**

L'expérience rapportée, consistant en la perception de sons s'apparentant à des voix humaines dans l'enregistrement audio d'une lave torrentielle, constitue un point de départ fascinant pour une investigation scientifique rigoureuse. Cette perception, partagée par plusieurs auditeurs, est d'autant plus intrigante qu'elle est corroborée par une observation technique préliminaire : une analyse spectrographique de l'enregistrement révèle une énergie sonore significative dans la bande de fréquences comprise entre 0 et 4000 Hz. Cette observation est cruciale, car elle coïncide avec des plages fréquentielles fondamentales pour la perception de la parole humaine. Le présent rapport a pour objectif d'analyser ce phénomène de manière exhaustive, en s'appuyant sur les connaissances actuelles en géophysique, en acoustique, en psychoacoustique et en sciences cognitives.

### **1.2. Validation et Cadrage de l'Investigation**

Il convient d'emblée de valider cette expérience perceptive. Loin d'être anormale ou de relever du paranormal, la sensation d'entendre des voix dans un bruit complexe et aléatoire est un phénomène documenté et explicable. Il résulte d'une interaction prévisible entre une source sonore aux caractéristiques physiques particulières et les

mécanismes de traitement de l'information du cerveau humain, notamment ses puissants systèmes de reconnaissance de formes.

L'investigation sera donc structurée autour de deux axes d'analyse complémentaires, visant à répondre à deux questions fondamentales :

1. **Qu'est-ce qui, dans le son généré par une lave torrentielle, peut physiquement ressembler à une voix humaine?** Cette première partie se concentrera sur la source, en disséquant les caractéristiques acoustiques de l'écoulement torrentiel.
2. **Pourquoi le cerveau humain est-il prédisposé à interpréter ce type de son comme des voix?** Cette seconde partie se focalisera sur le récepteur, en explorant les mécanismes psychoacoustiques et neurocognitifs de la perception auditive.

En synthétisant ces deux approches, ce rapport fournira une explication intégrée du phénomène. Il se conclura par une mise en perspective culturelle et historique, montrant comment cette interaction entre la nature et la perception humaine a pu façonner mythes et légendes, avant de proposer des pistes pour une analyse plus approfondie de l'enregistrement en question.

## **Section 2 : L'Anatomie Acoustique d'une Lave Torrentielle**

Pour comprendre pourquoi le son d'une lave torrentielle peut être perçu comme des voix, il est impératif de déconstruire d'abord la nature physique de ce son. Il ne s'agit pas d'un bruit simple et uniforme, mais d'une signature acoustique complexe, produit d'une multitude de processus physiques violents se déroulant simultanément.

### **2.1. La Physique du Chaos : Sources Sonores d'un Écoulement Torrentiel**

Une lave torrentielle, ou *debris flow*, est un écoulement rapide d'un mélange d'eau, de sédiments et de débris rocheux dans un chenal à forte pente. La génération de son est intrinsèquement liée aux mécanismes de transport solide qui la composent.<sup>1</sup> On distingue principalement trois modes de transport, chacun contribuant de manière

distincte à la cacophonie générale :

- **Le charriage de fond (*bedload transport*)** : Les blocs et galets les plus lourds roulent, glissent et se heurtent au fond du lit, générant des chocs puissants et des sons de basse fréquence.<sup>3</sup>
- **La saltation** : Les particules de taille intermédiaire (graviers, sables grossiers) se déplacent par bonds successifs, créant une série de multiples impacts plus aigus et transitoires.<sup>3</sup>
- **La suspension (*suspended load*)** : Les particules fines (limons, argiles, sables fins) sont maintenues dans la colonne d'eau par la turbulence de l'écoulement.<sup>1</sup>

La combinaison de ces actions produit un bruit dont les sources acoustiques primaires sont :

- **Les impacts inter-particulaires** : Les collisions incessantes entre les roches, les blocs et les galets de toutes tailles, ainsi que leurs impacts contre le lit et les berges du torrent, sont une source majeure d'énergie acoustique. Ces chocs génèrent des sons transitoires (courts et intenses) sur une large bande de fréquences.<sup>4</sup>
- **La friction et l'abrasion** : Le frottement continu de la masse de débris contre le chenal produit un bruit de fond soutenu et rugueux, un véritable "grincement" à l'échelle géologique.<sup>6</sup>
- **La turbulence du fluide** : L'écoulement chaotique du mélange eau-sédiments lui-même engendre des fluctuations de pression qui se traduisent par un grondement sourd, principalement dans les basses fréquences.<sup>7</sup>
- **Les vibrations du sol (ondes sismiques et infrasons)** : L'énergie colossale de l'événement est transmise au sol, générant des ondes sismiques et infrasoniques de forte amplitude. Ces vibrations se propagent à la fois dans le sol et dans l'air, contribuant au grondement global ressenti et entendu.<sup>8</sup>

## 2.2. La Signature Spectrale du Torrent : Un Bruit Complexe à Large Bande

L'analyse spectrale des signaux enregistrés par des sismomètres et des microphones à infrasons lors de laves torrentielles réelles confirme cette complexité. Le son n'est pas confiné à une seule bande de fréquences mais s'étend des infrasons inaudibles aux fréquences audibles, voire aux ultrasons.

## Composantes Infrasoniques et Sismiques (< 100 Hz)

La majeure partie de l'énergie acoustique d'une lave torrentielle se situe dans les très basses fréquences, souvent en dessous du seuil de l'audition humaine (20 Hz).

- Les signaux **infrasoniques** (captés par des microphones spécifiques) émis par les laves torrentielles présentent généralement des fréquences de pic situées entre **3 Hz et 10 Hz**.<sup>9</sup> Pour les crues torrentielles (*debris floods*), plus diluées, cette fréquence peut être légèrement plus élevée, typiquement supérieure à 7 Hz.<sup>8</sup>
- Les signaux **sismiques** (captés par des géophones) montrent des pics d'énergie dans une bande légèrement plus haute, typiquement entre **10 Hz et 50 Hz**.<sup>9</sup>

Ces fréquences très basses constituent le "grondement" puissant et sourd, la vibration physique que l'on peut ressentir autant qu'entendre. Elles forment la toile de fond énergétique de l'événement, une sorte d'onde porteuse sur laquelle viennent se superposer des informations plus aiguës.

## Composantes Audibles (> 100 Hz)

Bien que moins dominantes en termes d'énergie totale, les composantes dans le spectre audible sont essentielles pour expliquer la perception des voix. La recherche scientifique confirme la présence significative d'énergie dans cette plage :

- Les **laves torrentielles pierreuses** (*stony debris flows*), riches en blocs et galets, génèrent des signaux acoustiques et sismiques avec des fréquences de pic plus élevées que les écoulements plus visqueux et boueux. Des études montrent des pics acoustiques entre **15 Hz et 40 Hz** et des pics sismiques entre **15 Hz et 50 Hz**.<sup>12</sup> Cela démontre que la composition de la lave influence directement sa signature sonore ; un écoulement plus "rocheux" est plus susceptible de générer les hautes fréquences nécessaires à l'illusion perceptive.
- Les **éboulements** (*rockfalls*), qui sont une composante fréquente des laves torrentielles, sont particulièrement riches en hautes fréquences. Une étude acoustique détaillée d'éboulements a identifié une plage de fréquences représentative entre **200 Hz et 1000 Hz**. Des impacts individuels de blocs ont

montré des pics nets à 315 Hz, 800 Hz, et même 1 kHz, avec une énergie significative jusqu'à 2 kHz.<sup>13</sup> Cette donnée est fondamentale : elle prouve l'existence de la "matière première" acoustique, dans la bonne plage de fréquences, que le cerveau pourra ensuite interpréter à tort comme une voix.

Le tableau suivant synthétise les caractéristiques spectrales de différents types de mouvements de masse, illustrant la diversité des signatures sonores.

Type d'Événement	Type de Capteur	Plage de Fréquences de Pic (Hz)	Sources
Lave Torrentielle (Visqueuse)	Infrason	~5	8
Lave Torrentielle (Visqueuse)	Sismique/Géophone	10 - 20	9
Lave Torrentielle (Pierreuse)	Acoustique	15 - 40	12
Lave Torrentielle (Pierreuse)	Sismique/Géophone	15 - 50	12
Crue Torrentielle ( <i>Debris Flood</i> )	Infrason	>7	8
Éboulement ( <i>Rockfall</i> )	Acoustique	200 - 1000+	13

Un point essentiel à retenir est le caractère dynamique et non-stationnaire du son. Les spectrogrammes des laves torrentielles montrent souvent une forme caractéristique en "fuseau" (*spindle shape*), où l'énergie et les fréquences augmentent à l'approche du front de la lave, puis diminuent progressivement après son passage.<sup>9</sup> De plus, l'écoulement se fait par vagues ou "poussées" successives (

*surges*), chacune avec sa propre signature. Cette nature évolutive, avec ses variations de rythme, d'intensité et de contenu fréquentiel, rend le son beaucoup plus apte à déclencher les mécanismes de reconnaissance de formes du cerveau qu'un bruit simple et constant. Un son qui change est plus susceptible d'être interprété comme un signal porteur d'information, comme la parole.

## Section 3 : Le Cerveau à l'Écoute – De l'Onde Sonore au Sens

Si la physique de la lave torrentielle fournit la "matière première" acoustique, c'est bien le cerveau humain qui la sculpte pour y percevoir des voix. L'audition n'est pas un enregistrement passif à la manière d'un microphone ; c'est un processus actif, prédictif et interprétatif.

### 3.1. Le Traitement du Signal Auditif : Une Approche Neuro-Cognitive

Le son, une fois transformé en vibrations mécaniques par le tympan et les osselets, est converti en influx nerveux dans la cochlée. Ces signaux remontent ensuite vers le cortex auditif pour y être analysés.<sup>14</sup> Cependant, ce traitement "ascendant" (

*bottom-up*), de l'oreille vers le cerveau, n'est qu'une partie de l'histoire.

Un mécanisme tout aussi crucial est le traitement "descendant" (*top-down*). Le cerveau ne se contente pas de recevoir passivement les données sensorielles ; il utilise activement les connaissances, les souvenirs, les attentes et le contexte pour interpréter ces données et leur donner un sens.<sup>15</sup> Face à un stimulus ambigu, le cerveau formule en permanence des hypothèses pour répondre à la question : "Qu'est-ce qui a bien pu produire ce son?". Pour ce faire, il compare le signal entrant à une vaste bibliothèque de modèles sonores appris tout au long de la vie. Lorsqu'une correspondance, même partielle, est trouvée, le cerveau "verrouille" cette interprétation, comblant les lacunes pour former une perception cohérente.

### 3.2. La Paréidolie Auditive : Quand le Bruit Prend un Sens

Le phénomène perçu dans l'enregistrement de la lave torrentielle est un cas d'école de **paréidolie auditive**. La paréidolie est une tendance psychologique à identifier une forme familière ou un motif signifiant dans un stimulus vague, ambigu ou aléatoire.<sup>18</sup> Si l'exemple le plus connu est visuel (voir un visage dans les nuages ou sur la surface de Mars), le phénomène existe à l'identique pour l'audition : entendre des voix ou de la musique dans le bruit d'un ventilateur, le murmure du vent, ou le grondement d'un

torrent.<sup>20</sup>

Il est fondamental de distinguer la paréidolie d'une hallucination au sens clinique.

- La **paréidolie** (ou **hallucinoïde**) est une illusion, c'est-à-dire une *mauvaise interprétation d'un stimulus externe réel*. Le son du torrent existe bel et bien ; c'est son interprétation en tant que "voix" qui est illusoire. Souvent, la personne reste critique face à sa perception et sait qu'il ne s'agit pas réellement de voix.<sup>20</sup>
- L'**hallucination** clinique est la perception d'un son en l'*absence totale* de stimulus externe. Elle est généralement associée à des troubles psychiatriques ou neurologiques spécifiques.<sup>24</sup>

La paréidolie n'est pas un signe de dysfonctionnement, mais plutôt la manifestation d'une caractéristique fondamentale du cerveau humain. Les circuits neuronaux de notre lobe temporal sont extraordinairement sensibles à la détection de motifs liés à la présence d'autres êtres vivants, en particulier les visages et les voix.<sup>16</sup> Cette hypersensibilité a probablement conféré un avantage évolutif majeur pour la communication sociale et la détection des menaces.<sup>19</sup> Le cerveau est tellement optimisé pour cette tâche qu'il préfère commettre une erreur par "faux positif" (détecter une voix qui n'est pas là) plutôt qu'un "faux négatif" (manquer une voix bien réelle). La perception de voix dans le torrent est donc une conséquence directe du fonctionnement normal, bien que non infaillible, de ce système de détection ultra-performant.

L'expérience est d'ailleurs extrêmement commune et largement rapportée dans des contextes non pathologiques. De nombreux témoignages décrivent la perception de conversations étouffées, de musique lointaine ou de chuchotements provenant de bruits de fond domestiques comme ceux d'un climatiseur, d'un réfrigérateur ou d'une machine à laver.<sup>20</sup>

Enfin, le rôle de l'attention et de la suggestion est primordial. Le fait qu'une personne signale entendre des voix prédispose les autres auditeurs à les entendre également. Le cerveau, ainsi "amorcé", abaisse son seuil de détection et oriente son traitement descendant vers la recherche de ce motif spécifique. Des études ont montré que le simple fait de s'attendre à entendre un son augmente la probabilité de le percevoir, qu'il soit réellement présent ou non, en activant les mêmes zones cérébrales que lors d'une perception réelle.<sup>25</sup> La nature collective de l'expérience rapportée par l'utilisateur est donc un amplificateur cognitif puissant du phénomène de paréidolie.

## Section 4 : Synthèse – La Rencontre du Torrent et de la Voix

La perception de voix dans le son de la lave torrentielle naît de la convergence entre les propriétés physiques du son et les mécanismes cognitifs de l'auditeur. C'est la superposition entre le spectre acoustique du torrent et celui de la parole humaine qui fournit au cerveau la "clé" pour construire cette illusion perceptive.

### 4.1. Superposition Spectrale : La Clé de l'Illusion Perceptive

Pour comprendre cette superposition, il faut d'abord analyser les composantes acoustiques de la voix humaine.

- **La fréquence fondamentale (F0) :** C'est la fréquence de vibration des cordes vocales, qui détermine la hauteur (le caractère grave ou aigu) de la voix. Elle se situe en moyenne entre **100 et 150 Hz pour un homme** et entre **200 et 300 Hz pour une femme.**<sup>29</sup>
- **Les harmoniques et les formants :** Le son initial produit par les cordes vocales est un son complexe, riche en harmoniques (multiples entiers de F0). Ce son est ensuite filtré par les cavités de résonance (pharynx, bouche, cavités nasales) qui agissent comme des résonateurs, amplifiant certaines bandes de fréquences appelées "formants". La position de ces formants détermine le timbre de la voix et, surtout, permet de distinguer les voyelles.<sup>31</sup>
- **La zone cruciale de l'intelligibilité :** Si les voyelles contiennent une grande partie de l'énergie de la voix, l'intelligibilité de la parole – la capacité à comprendre les mots – dépend de manière critique de la perception des consonnes (telles que p, t, k, s, f, ch...). Or, ces consonnes sont des bruits de plus haute fréquence, dont l'énergie se concentre principalement dans la bande de **1000 à 4000 Hz (1-4 kHz).**<sup>34</sup> Une perte d'audition dans cette zone spécifique, ou le masquage de ces fréquences par un bruit ambiant, dégrade radicalement la compréhension.<sup>34</sup>

C'est ici que la "coïncidence révélatrice" se produit. L'observation initiale d'une énergie sonore significative jusqu'à 4000 Hz dans l'enregistrement de la lave torrentielle est précisément le facteur déclenchant. Le son de la lave torrentielle est un bruit à large bande qui fournit au cerveau des "ingrédients" acoustiques dans

toutes les plages de fréquences pertinentes pour la parole :

1. Le **grondement fondamental** de l'écoulement, situé dans les basses fréquences (10-100 Hz), peut agir comme un analogue de la fréquence fondamentale (FO) d'une voix grave et puissante.
2. Les **pics d'énergie aléatoires** dans les médiums, générés par la turbulence et les frictions, peuvent être interprétés par le cerveau comme des structures formantiques semblables à celles des voyelles.
3. Les **transitoires rapides et aigus**, générés par les myriades d'impacts de roches<sup>13</sup>, fournissent une énergie chaotique dans la bande critique de 1-4 kHz, que le cerveau, dans sa quête de sens, peut assimiler à des consonnes.

Le tableau ci-dessous met en évidence cette superposition spectrale.

Composante Acoustique	Parole Humaine	Lave Torrentielle
<b>Hauteur / Grondement</b>	Fréquence fondamentale (FO) : 100-300 Hz	Grondement sismique et infrasonique : 3-50 Hz
<b>Timbre / Couleur</b>	Formants des voyelles : pics d'énergie fixes dans la bande 300-3000 Hz	Pics d'énergie aléatoires dus à la turbulence et aux résonances du chenal
<b>Intelligibilité / Texture</b>	Consonnes : bruits transitoires dans la bande 1000-4000+ Hz	Transitoires à haute fréquence dus aux impacts de roches : 200-1000+ Hz

Cette table illustre comment le cerveau, face à un signal acoustique complexe comme celui du torrent, peut trouver des correspondances statistiques avec les structures qu'il connaît le mieux, à savoir celles de la parole.

#### 4.2. Le « Problème du Cocktail Party » à l'Échelle Géologique

Ce processus peut être compris à travers l'analogie du "problème du cocktail party".<sup>37</sup> Dans une pièce bruyante où plusieurs conversations se superposent, notre système auditif est capable de se focaliser sur la voix d'un seul interlocuteur et d'ignorer les autres. Cet exploit de ségrégation de signal est réalisé par le cerveau, qui utilise des indices comme la direction de la source, la hauteur de la voix et la continuité du

discours pour "extraire" le flux sonore pertinent.<sup>37</sup>

Dans le cas de la lave torrentielle, le cerveau applique les mêmes mécanismes de ségrégation. Il est confronté à un bruit de fond massif (le grondement) contenant une multitude de petits signaux transitoires (les impacts). Il tente alors d'organiser ce chaos en flux auditifs cohérents. Étant donné sa prédisposition à détecter la parole, l'interprétation la plus "logique" pour lui est de regrouper certains de ces sons aléatoires pour former le contour d'une voix ou d'une conversation. Le "signal" qu'il extrait n'est cependant pas réel ; il est une construction, une illusion forgée à partir du bruit lui-même.

La perception finale n'est donc pas celle d'une voix claire et distincte, mais plutôt, comme souvent décrit par les personnes expérimentant la paréidolie auditive, celle de voix étouffées, de murmures indistincts ou d'une conversation lointaine.<sup>27</sup> Cela s'explique par le fait que le cerveau travaille avec des données acoustiques incomplètes et aléatoires. Il perçoit des fragments qui ressemblent à de la parole et "comble les vides" pour créer une perception cohérente, mais nécessairement floue. La voix perçue est une synthèse cognitive, un fantôme acoustique né de la rencontre entre un chaos sonore et un cerveau en quête d'ordre.

## **Section 5 : Échos Culturels – La Voix de la Nature dans les Mythes et l'Histoire**

Le phénomène de paréidolie auditive, loin d'être une simple curiosité de laboratoire, plonge ses racines dans l'expérience humaine fondamentale du monde naturel. La tendance à entendre des voix dans le grondement d'un torrent est le reflet moderne d'une longue tradition culturelle qui a toujours prêté une voix et une intention à la nature.

### **5.1. Folklore et Personnification : Les Rivières qui Parlent**

L'anthropomorphisme, qui consiste à attribuer des caractéristiques humaines à des objets ou des phénomènes naturels, est une constante dans les mythes et légendes

du monde entier. Les sons de la nature, en particulier ceux de l'eau et du vent, ont souvent été la source de ces personnifications.

- De nombreuses mythologies peuplent les rivières et les points d'eau d'esprits, de nymphes ou de divinités dotées de voix.<sup>40</sup> Dans la mythologie grecque, les fleuves étaient des dieux (Potamoi) et les sources étaient habitées par les nymphes (Okeanides).<sup>41</sup>
- La figure de la **Lorelei** sur le Rhin est emblématique. C'est une nymphe dont le chant envoûtant attire les marins à leur perte.<sup>43</sup> Ici, le danger du fleuve (ses courants, ses rochers) est personnifié par une voix séductrice et mortelle.
- Dans le folklore britannique, on trouve des récits sur la rivière Dart, dont on dit qu'elle "pleure" (*the cry of the Dart*) juste avant de réclamer une vie par noyade.<sup>42</sup> Cette croyance lie directement un son spécifique du fleuve (probablement un bruit de vent ou d'eau dans des conditions particulières) à une intention et une action humaines.
- De manière plus poétique, des traditions comme celles des Haudenosaunee (Iroquois) décrivent les rivières comme des "gardiens du savoir" dont les voix "parlent à l'unisson" du lien entre tous les êtres vivants.<sup>44</sup> Dans le folklore péruvien, il existe des légendes où les montagnes voisines se parlent la nuit.<sup>45</sup>

Ces exemples montrent une tendance universelle à interpréter les sons complexes et évocateurs de la nature non pas comme de simples bruits, mais comme des formes de langage ou de communication. Le mécanisme cognitif de la paréidolie auditive peut être considéré comme le terreau sur lequel ces récits culturels ont germé. Une expérience perceptive partagée et répétée ("à cet endroit, le vent dans les rochers sonne comme un gémissement") peut, au fil des générations, se cristalliser en une légende structurée ("c'est l'esprit de la montagne qui gémit").

## 5.2. Témoignages Historiques : Décrire l'Indicible

Au-delà du folklore, les témoignages historiques de catastrophes naturelles révèlent une difficulté similaire à décrire des sons inconnus et terrifiants. Face à un phénomène acoustique sans précédent, le cerveau humain a recours à des analogies issues de son répertoire d'expériences.

- Les récits de grands tremblements de terre, comme celui de Charleston en 1886 ou de San Francisco en 1906, décrivent fréquemment des sons de "grondement" (*roaring*) ou de "précipitation" (*rushing*).<sup>46</sup> Un rapport de 1938 sur des séismes en

Angleterre compile des descriptions sonores variées : "détonations", "vent violent", "sons étouffés" et même "une immense compagnie de perdrix en vol".<sup>46</sup>

- Dans un article de 1952, S. M. Mukherjee analyse les "sons explosifs" associés aux tremblements de terre et aux glissements de terrain en Inde, notant que ces sons sont un élément récurrent des témoignages.<sup>48</sup>
- Plus récemment, des auteurs ont noté que nous attribuons des descriptions animalières aux sons des catastrophes : la tornade "gronde", l'avalanche "rugit", la terre "gémit".<sup>49</sup>

Ces descriptions ne sont pas purement métaphoriques. Elles illustrent le processus cognitif qui consiste à catégoriser une expérience sensorielle nouvelle et complexe en la rapprochant du modèle connu le plus proche. Le son d'une lave torrentielle est acoustiquement unique. Pour un cerveau qui cherche à le nommer, l'analogie avec un "chœur de voix indistinctes et menaçantes" est une catégorisation cognitive et linguistique tout à fait plausible, en particulier lorsque les conditions spectrales décrites précédemment sont réunies. La question scientifique moderne posée par l'utilisateur rejoint ainsi une quête humaine ancestrale : donner un sens aux "voix" de la Terre.

## Section 6 : Conclusion et Recommandations

### 6.1. Synthèse Finale : Une Convergence Explicable

L'analyse menée dans ce rapport permet de conclure que la perception de voix dans l'enregistrement de la lave torrentielle est une expérience perceptive authentique, non pathologique, et scientifiquement explicable. Elle ne résulte pas de la présence de voix réelles dans le torrent, mais de la convergence de deux ensembles de facteurs bien définis :

1. **La nature acoustique de la source** : La lave torrentielle produit un son d'une extrême complexité. Il s'agit d'un bruit à très large bande, dominé par un grondement puissant de basse fréquence, mais contenant également une multitude de sons transitoires aléatoires et d'énergie dans les moyennes et hautes fréquences (notamment entre 1000 et 4000 Hz), générés par les

innombrables impacts de roches. Cette signature acoustique partage des caractéristiques spectrales et dynamiques avec la parole humaine.

2. **La nature cognitive de l'auditeur** : Le cerveau humain n'est pas un récepteur passif. Il est doté d'un système de reconnaissance de formes ultra-sensible et est évolutionnairement prédisposé à détecter des signaux signifiants, en particulier la parole. Via le mécanisme de la paréidolie auditive, il est capable d'imposer un modèle de "voix" sur ce stimulus sonore ambigu, créant ainsi une illusion perceptive cohérente à partir de données aléatoires.

L'observation initiale de l'utilisateur, qui a identifié via un spectrogramme la présence d'énergie dans la bande 0-4000 Hz, constitue le lien critique entre ces deux facteurs. Elle témoigne d'une excellente intuition scientifique, ayant permis de pointer précisément vers la "matière première" acoustique que le cerveau utilise pour construire cette perception fascinante.

## 6.2. Recommandations pour une Analyse Poussée

Pour approfondir l'investigation de cet enregistrement spécifique, les pistes suivantes pourraient être explorées :

1. **Analyse Spectrale Avancée** : Au lieu d'une analyse globale, il serait intéressant de réaliser une analyse temps-fréquence plus fine (par exemple, un spectrogramme avec une haute résolution temporelle et fréquentielle). L'objectif serait de rechercher, dans la bande critique de 1-4 kHz, des structures transitoires qui pourraient présenter des motifs quasi-harmoniques ou des schémas répétitifs. Corréler l'apparition de ces micro-structures acoustiques avec les moments où les "voix" sont perçues le plus nettement pourrait permettre d'identifier les "déclencheurs" acoustiques précis de la paréidolie.
2. **Filtrage et Écoute Sélective** : Appliquer des filtres passe-bande à l'enregistrement pour isoler différentes plages de fréquences. Par exemple, écouter uniquement la bande 1-4 kHz, débarrassée du grondement des basses fréquences, pourrait révéler si la texture sonore de cette plage seule est suffisante pour évoquer des voix. Inversement, supprimer cette bande et n'écouter que le reste du spectre permettrait de vérifier si l'illusion disparaît.
3. **Expérience Perceptive Contrôlée** : Mener une petite expérience informelle de type "écoute en aveugle". Il s'agirait de faire écouter l'enregistrement à de nouvelles personnes *sans jamais mentionner au préalable la possibilité*

*d'entendre des voix*. On leur demanderait simplement de décrire le plus précisément possible ce qu'elles entendent. Les résultats seraient ensuite comparés aux témoignages des premiers auditeurs qui, eux, avaient été prévenus. Cette démarche permettrait d'évaluer la part respective du stimulus acoustique brut et de la suggestion (biais cognitif) dans la force et la prévalence de l'illusion.

## Sources des citations

1. Guide technique pour la mesure et la modélisation du transport solide, consulté le juin 22, 2025, [https://www.observatoire-poissons-seine-normandie.fr/wp-content/uploads/espace-prive/GP2021\\_TransportSolideRiviere.pdf](https://www.observatoire-poissons-seine-normandie.fr/wp-content/uploads/espace-prive/GP2021_TransportSolideRiviere.pdf)
2. Programme ARAI 3 - Érosion, transport solide et dynamique torrentielle des rivières de Polynésie française - Net.pf, consulté le juin 22, 2025, [https://www.service-public.pf/dca/wp-content/uploads/sites/26/2023/07/BRGM\\_RP-60251-FR\\_Erosion-transport-solide-et-dynamique-torrentielle-des-rivieres-de-PF.pdf](https://www.service-public.pf/dca/wp-content/uploads/sites/26/2023/07/BRGM_RP-60251-FR_Erosion-transport-solide-et-dynamique-torrentielle-des-rivieres-de-PF.pdf)
3. ANALYSE SPECTRALE DE TRANSPORT SOLIDE PAR SUSPENSION DANS LE BASSIN VERSANT DE BENI AMRAN, consulté le juin 22, 2025, <https://repository.enp.edu.dz/jspui/bitstream/123456789/9654/1/GUESMIA.Khadidja.pdf>
4. From Signals to Features: Acoustic and Seismic Clustering for Debris Flow Analysis - Research Collection, consulté le juin 22, 2025, [https://www.research-collection.ethz.ch/bitstream/handle/20.500.11850/721277/Debris\\_Flow\\_Detection\\_ref.pdf?sequence=6](https://www.research-collection.ethz.ch/bitstream/handle/20.500.11850/721277/Debris_Flow_Detection_ref.pdf?sequence=6)
5. Debris flow seismo-acoustic wave in a finite layer waveguide - E3S Web of Conferences, consulté le juin 22, 2025, [https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2023/52/e3sconf\\_dfhm82023\\_03032.pdf](https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2023/52/e3sconf_dfhm82023_03032.pdf)
6. The sound before the slide | Ingenia, consulté le juin 22, 2025, <https://www.ingenia.org.uk/articles/the-sound-before-the-slide/>
7. THE PHYSICS OF DEBRIS FLOWS, consulté le juin 22, 2025, <https://mechanism.ucsd.edu/bill/ModelsAndPrediction/papers/1997.iverson.PhysicsDebrisFlows.Rev.pdf>
8. A review on acoustic monitoring of debris flow - ResearchGate, consulté le juin 22, 2025, [https://www.researchgate.net/publication/271439937\\_A\\_review\\_on\\_acoustic\\_monitoring\\_of\\_debris\\_flow](https://www.researchgate.net/publication/271439937_A_review_on_acoustic_monitoring_of_debris_flow)
9. A review on acoustic monitoring of debris flow - WIT Press, consulté le juin 22, 2025, <https://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/DEB12/DEB12007FU1.pdf>
10. Acoustic module of the Acquabona (Italy) debris flow monitoring system - NHES, consulté le juin 22, 2025, <https://nhess.copernicus.org/articles/5/211/>
11. Low-Frequency Ground Vibrations Generated by Debris Flows Detected by a Lab-Fabricated Seismometer - PMC - PubMed Central, consulté le juin 22, 2025,

- <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9740104/>
12. ACOUSTIC SIGNALS AND GEOPHONE RESPONSE INDUCED BY STONY-TYPE DEBRIS FLOWS - CiteSeerX, consulté le juin 22, 2025, <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=3edc162e91fb1379ac0045e99154690d3e22b82e>
  13. Combining Ground Based Remote Sensing Tools for Rockfalls ..., consulté le juin 22, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8070385/>
  14. Psychoacoustique - Voyage au centre de l'audition, consulté le juin 22, 2025, <https://www.cochlea.eu/son/psychoacoustique/>
  15. Le rôle du cerveau dans la perception des sons, la psychoacoustique. - Centre Médical "La Roche d'Esneux", consulté le juin 22, 2025, <https://esneuxmedical.be/actualites-articles/le-role-du-cerveau-dans-la-perception-des-sons-la-psychoacoustique>
  16. Neural mechanisms underlying visual pareidolia processing: An fMRI study - PMC, consulté le juin 22, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6290235/>
  17. Unit 3: Fundamentals of Psychoacoustics - MUsic Technology Online Repository, consulté le juin 22, 2025, <https://mutor-2.github.io/ScienceOfMusic/units/03/>
  18. Paréidolie — Wikipédia, consulté le juin 22, 2025, <https://fr.wikipedia.org/wiki/Par%C3%A9idolie>
  19. Pareidolia - Wikipedia, consulté le juin 22, 2025, <https://en.wikipedia.org/wiki/Pareidolia>
  20. Why We Hear Voices in Random Noise - Nautilus Magazine, consulté le juin 22, 2025, <https://nautil.us/why-we-hear-voices-in-random-noise-236399/>
  21. The science behind why we see faces in nature - JHU Hub, consulté le juin 22, 2025, <https://hub.jhu.edu/magazine/2024/winter/pareidolia-faces-in-nature/>
  22. Why do people hear their names being called in the woods? - Live Science, consulté le juin 22, 2025, <https://www.livescience.com/health/neuroscience/why-do-people-hear-their-names-being-called-in-the-woods>
  23. Hallucinoſe - Wikipédia, consulté le juin 22, 2025, <https://fr.wikipedia.org/wiki/Hallucinoſe>
  24. Guérir d'une hallucination auditive - Audika France, consulté le juin 22, 2025, <https://www.audika.fr/votre-audition/troubles-auditifs/acouphenes/guerir-hallucination-auditive>
  25. Hallucination auditive : tout savoir - Ideal Audition, consulté le juin 22, 2025, <https://www.ideal-audition.fr/nos-conseils/hallucination-auditive-que-faire>
  26. Why We Hear Voices in Random Noise | Hacker News, consulté le juin 22, 2025, <https://news.ycombinator.com/item?id=13513693>
  27. Auditory Pareidolia - Reddit, consulté le juin 22, 2025, [https://www.reddit.com/r/Pareidolia/comments/16b555h/auditory\\_pareidolia/](https://www.reddit.com/r/Pareidolia/comments/16b555h/auditory_pareidolia/)
  28. Anyone else have Auditory Pareidolia? : r/AutismInWomen - Reddit, consulté le juin 22, 2025, [https://www.reddit.com/r/AutismInWomen/comments/1grdvfi/anyone\\_else\\_have\\_auditory\\_pareidolia/](https://www.reddit.com/r/AutismInWomen/comments/1grdvfi/anyone_else_have_auditory_pareidolia/)
  29. VOIX HUMAINE - AFPC - EVTA France, consulté le juin 22, 2025,

- <https://www.afpc-evta-france.com/wp-content/uploads/sites/10/2015/02/35-la-voix-humaine-scotto.pdf>
30. Quelle est la fréquence de la voix humaine ? Guide Unisson, consulté le juin 22, 2025, <https://www.laboratoires-unisson.com/faq/technique/quelle-est-la-frequence-de-la-voix-humaine>
  31. Timbre et fréquence : fondamentale et harmoniques - Techniques du son, consulté le juin 22, 2025, <http://www.techniquesduson.com/acoustique2.pdf>
  32. La voix, l'expo qui vous parle - Cité des Sciences, consulté le juin 22, 2025, <https://www.cite-sciences.fr/au-programme/expos-temporaires/la-voix/pdf/aide-a-la-visite-expo-la-voix.pdf>
  33. Voix humaine - Wikipédia, consulté le juin 22, 2025, [https://fr.wikipedia.org/wiki/Voix\\_humaine](https://fr.wikipedia.org/wiki/Voix_humaine)
  34. Informations sur l'intelligibilité de la parole - DPA Microphones, consulté le juin 22, 2025, <https://www.dpamicrophones.com/fr/mic-university/background-knowledge/facts-about-speech-intelligibility/>
  35. Lire un audiogramme - ALDSM, consulté le juin 22, 2025, <https://www.aldsm.fr/2021/10/13/lire-un-audiogramme/>
  36. Les fréquences dans l'audio, à quoi ça correspond ? - blog eavs, consulté le juin 22, 2025, <https://blog.eavs-groupe.com/guides-et-dossiers/frequences-laudio-ca-correspond-a-quoi/>
  37. Psychoacoustique - Wikipédia, consulté le juin 22, 2025, <https://fr.wikipedia.org/wiki/Psychoacoustique>
  38. Noises on—How the Brain Deals with Acoustic Noise - PMC - PubMed Central, consulté le juin 22, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11274191/>
  39. La psychoacoustique - Bruit.fr, consulté le juin 22, 2025, [https://www.bruit.fr/images/acoustique\\_techniques/AT42-43-29-35\\_compressed.pdf](https://www.bruit.fr/images/acoustique_techniques/AT42-43-29-35_compressed.pdf)
  40. theme : les personnages legendaires de ma riviere - RiverNet, consulté le juin 22, 2025, [https://www.rivernet.org/educ/rifm2/Php/pdfetdocs/2017\\_RIFM\\_LOIRE\\_complement\\_themes.pdf](https://www.rivernet.org/educ/rifm2/Php/pdfetdocs/2017_RIFM_LOIRE_complement_themes.pdf)
  41. The Round River: Myth, Meaning, and Flowing Water - AustinTexas.gov, consulté le juin 22, 2025, [https://www.austintexas.gov/sites/default/files/files/Water/CER/round\\_river\\_myth\\_meaning\\_flowng\\_water\\_may\\_2019.pdf](https://www.austintexas.gov/sites/default/files/files/Water/CER/round_river_myth_meaning_flowng_water_may_2019.pdf)
  42. Strange River Folklore: River Gods and Dark Spirits - Icy Sedgwick, consulté le juin 22, 2025, <https://www.icysedgwick.com/river-folklore/>
  43. Mythes & légendes fluviales à découvrir en croisière musicale, consulté le juin 22, 2025, <https://www.voyages-exception.fr/actualites/1704-mythes-legendes-fluviales>
  44. When Rivers Speak - Talking Rivers, consulté le juin 22, 2025, <https://talkingrivers.org/when-rivers-speak>

45. Talking mountains, hidden treasures (Following folktales around the world 21. - Peru), consulté le juin 22, 2025,  
<http://multicolorediary.blogspot.com/2017/04/talking-mountains-hidden-treasures.html>
46. Earthquake Booms, Seneca Guns, and Other Sounds | U.S. Geological Survey - USGS.gov, consulté le juin 22, 2025,  
<https://www.usgs.gov/programs/earthquake-hazards/earthquake-booms-seneca-guns-and-other-sounds>
47. Earthquake - Seismic Waves, Faulting, Ground Shaking | Britannica, consulté le juin 22, 2025,  
<https://www.britannica.com/science/earthquake-geology/Surface-phenomena>
48. Landslides and Sounds due to Earthquakes In relation to the Upper Atmosphere | MAUSAM, consulté le juin 22, 2025,  
<https://mausamjournal.imd.gov.in/index.php/MAUSAM/article/view/4762>
49. Listening to Disaster: Our Relationship to Sound in Danger, consulté le juin 22, 2025,  
<https://soundstudiesblog.com/2012/07/18/listening-to-disaster-our-relationship-to-sound-in-danger/>