



**HAL**  
open science

## Le son ne laisse pas de trace, et pourtant !

Iégor Reznikoff

► **To cite this version:**

Iégor Reznikoff. Le son ne laisse pas de trace, et pourtant !. Hiatus, lacunes et absences : identifier et interpréter les vides archéologiques, Actes du 29e Congrès préhistorique de France, 31 mai-4 juin 2021, Toulouse, Session Manifestations artistiques et symboliques, Société préhistorique française, pp.51-60, 2024. hal-04649795

**HAL Id: hal-04649795**

**<https://hal.science/hal-04649795>**

Submitted on 16 Jul 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Open licence - etalab

## Le son ne laisse pas de trace, et pourtant !

### *Sound Leaves no Trace, or Does It?*

Iégor REZNIKOFF

**Résumé :** L'évidence de pratiques musicales préhistoriques se voit matériellement par la présence d'instruments de musique, et particulièrement de flûtes trouvées dans des sites préhistoriques. Si ces découvertes archéologiques prouvent bien la pratique, elles ne disent rien quant aux usages des sons, aux lieux privilégiés dans la pratique des sociétés préhistoriques, et rien sur la voix. Il est admis que les sons du passé, avant l'invention du phonographe, n'ont pas laissé de traces. Or, dans les grottes ornées, et surtout à peintures, il y a des signes étonnamment manifestes qui témoignent d'une pratique sonore : ce sont souvent les peintures elles-mêmes. En effet, on a pu montrer dans de nombreuses grottes ornées (Reznikoff, 1987a et 1987b ; Reznikoff et Dauvois, 1988, et, pour une étude plus récente, Reznikoff, 2012a) ainsi que dans des sites d'art rupestre en plein air une très grande concordance entre l'emplacement des images et la qualité sonore de l'emplacement. Pour le dire simplement : dans les grottes, plus l'endroit est sonore, plus il y a d'images. Les hommes des temps préhistoriques, à l'écoute évidemment très fine (une nécessité, par exemple, pour la chasse), utilisaient donc beaucoup la résonance des diverses parties des grottes et choisissaient de préférence des endroits sonores pour les peintures. On peut montrer aussi que, lors de l'exploration et de la découverte des grottes dans une obscurité quasi totale, les échos et la technique de l'écholocalisation (*echolocation* en anglais) étaient utilisés ; les points rouges sont souvent des repères correspondant à des *maxima* de résonance. On retrouve la même concordance dans les sites de peintures sur rochers en plein air. On peut donc dire que les peintures sont fréquemment des signes visibles de sons invisibles. Nous présentons ici succinctement d'une part les résultats obtenus dans les grottes du Portel, de Niaux, d'Isturitz, Oxocelhaya, d'Arcy-sur-Cure et dans la grotte Kapova (Oural), et d'autre part quelques résultats concernant les rochers à peintures en plein air en Finlande, en Provence, en Espagne et au Mexique (Reznikoff, 2002 ; Rainio *et al.*, 2014 ; Díaz-Andreu *et al.*, 2017 ; Rainio, 2018). Dans ces grottes parmi d'autres, s'il n'y a pas de signes *musicaux*, il y a des signes *picturaux* qui en sont révélateurs. La question paraît plus complexe en ce qui concerne les gravures ; nous avançons l'hypothèse que ce sont surtout les peintures qui sollicitent le son. À part ce dernier point concernant les gravures, cet article ne présente pas de résultats importants nouveaux. Nous avons surtout cherché ici à répondre à l'objet et à l'interpellation du colloque au sujet des lacunes, absences et vides archéologiques, mais vides en *apparence* seulement pour ce qui est de la dimension sonore des grottes et des rochers peints de la Préhistoire.

**Mots-clés :** grottes ornées, art rupestre, son, écholocalisation, acoustique, archéo-acoustique.

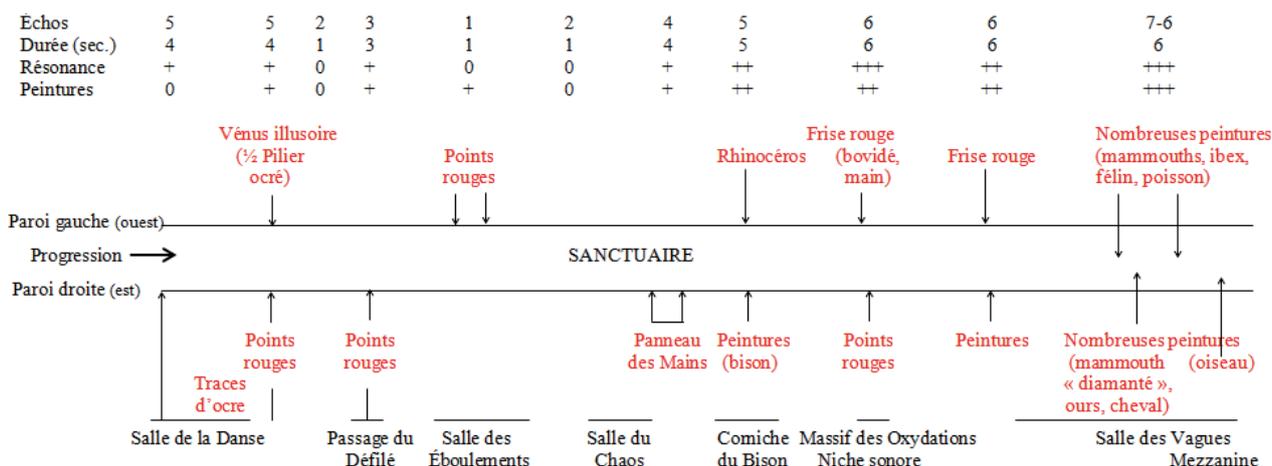
**Abstract:** As evidence of activity of prehistoric tribes, sound is certainly the most intangible. However, an evidence of prehistoric musical practices is clearly seen by the presence of musical instruments, bone whistles, rhombuses (bull-roars) and particularly flutes, found in prehistoric sites. If these archaeological discoveries prove the practice, they say nothing concerning sounds and music, how or when they were used, and nothing concerning voice which is, as ethnomusicology teaches us, the main instrument of human beings, particularly in rituals. However, there are also other remarkable musical instruments: painted caves and landscapes surrounding painted rocks. Most of them are giant resonators, to be understood in the case of closed spaces, as sonorous pipes, where the sound is not produced by the wind of breath but directly by the voice remarkably amplified by some locations in the cave. There is an evident agreement that ancient sounds, before the invention of phonograph, left no traces. However, there are obvious signs and landmarks of sounds produced by these giant resonators, used as such in caves: in many cases, these signs are the paintings themselves. Indeed, we have shown that in many painted caves (Reznikoff, 1987a, 1987b and 2012a), as well as in open-air rock art sites, in Finland, Provence, Spain or Mexico. (Reznikoff, 2002; Rainio *et al.*, 2014; Díaz-Andreu *et al.*, 2017; Rainio, 2018), there is a high connection between locations of pictures and the sound quality of such locations. To put it simply: the stronger the resonance, the more pictures there are. Men of prehistoric times obviously had a very fine hearing (necessary *e.g.* for hunting), and naturally tested the resonance in various parts of

a cave when exploring it and proceeding into its mystery in almost complete darkness. We have shown that during first explorations and discovery of a cave, echoes and echolocation techniques were used: red dots are often marks corresponding to resonance maxima. Actually, the use of vocal sounds and echolocation seems to be necessary; it tells where to go: if ahead there are many echoes, the space there is larger than from a direction with almost no echoes, and if the echo comes from below, it means there is presumably a pit and the best to do is to withdraw backwards. Once the cave was discovered and better known, prehistoric tribes preferably chose the most resonant locations for paintings, this is shown by our studies and the reason for that is straightforward: in relation with paintings, the tribes sang and performed music. The same appears to be true for paintings and echoes in open air. Paintings and dots are therefore often visible signs of invisible sounds. Since the first discoveries in 1983 (see Reznikoff and Dauvois, 1988), this discipline has developed under the name of archaeo-acoustics. The method we used is essentially vocal, however strictly scientific; the quality of resonance is measured in seconds for the duration of the sound, in hertz for frequencies (or pitches relative to A 440 Hz), and with a sonometer for intensity if needed. The best way to compare resonance in various parts of the cave is, actually, to count the number of echoes given in return to vocal sounds *e.g.*, using the vowel “O” on D-C, with D around 300 Hz and C around 260 Hz, with, for echoes, an intensity around 90 dB. A male voice is necessary because of dimensions of most caves; however, once the best sonorous parts have been discovered and painted, female and children voices certainly contributed to rituals and possible ceremonies. The advantage of this vocal method is that it is straightforward and can be used in any location, niches or narrow tunnels where one has to crawl on the ground. Moreover, this method is anthropological; echoes, because of the simplicity of the technique, were certainly used by prehistoric tribes, this is proved by our studies, while purely electronic devices, of course, are not anthropological, and cannot be used in narrow tunnels or niches; moreover, most of these devices are not adapted to the study of deep resonance. The first discovery of a picture is given by vision, as the discovery of animal species; it is only afterwards that various devices can be used for chemical analysis of colours, for dating, etc. The same is true concerning acoustics; the first discovery and awareness of a resonance must be given by listening to the answer of sounds, preferably vocal, since vocal sounds are of course the most manageable as mentioned above, and the most sensitive. One or two echoes are not really significant, because one echo can be obtained almost everywhere at an appropriate distance, and two echoes are not a rare phenomenon, three or four echoes are already meaningful, but five and more echoes show a good or respectively a very good resonance. The Salon Noir, at the Niaux cave, is rich of up to nine echoes, but this is exceptional, and it is where there are large frescoes with bison and other animals. We found the same connection in the Kapova cave (Urals). We present results obtained, in particular, in the caves of Portel, Niaux, Isturitz, Oxocelhaya, Arcy-sur-Cure and in the Kapova cave. In the Portel cave for instance, the correlation is about 80% of pictures in the best resonant parts of the cave, and close to 90% in Niaux. In some caves (Arcy-sur-Cure, Kapova), the density of pictures is proportional to the number of echoes (table 1 and table 2). Because of this high correlation, we can state that if there are no proper musical signs, there are pictorial signs revealing them; the acoustic study in most of the caves we have studied (provided the geology and space have not changed since prehistoric times) makes it possible to demonstrate this strong relationship between sounds and pictures, the later revealing themselves as sound landmarks.

**Keywords:** painted caves, rock art, sound, echolocation, acoustics, archaeo-acoustics.

Parmi les domaines d'activité des sociétés préhistoriques, le domaine du son est certainement le plus intangible. Nous n'avons, bien sûr, aucun enregistrement des sons du lointain passé ; aussi, la question se pose de savoir quelles preuves nous avons d'une activité musicale ou simplement de l'utilisation du son par les tribus préhistoriques. En ethnomusicologie, l'étude comparative de sociétés de chasseurs-cueilleurs nous enseigne qu'il n'y a pas de telles sociétés sans chant, sans musique et sans danse (Reznikoff, 2002), mais une étude comparée n'est pas une preuve en soi. On a cependant une preuve certaine d'une activité musicale préhistorique grâce à la découverte d'instruments de musique : flûtes, sifflets, conques, rhombes et autres lithophones, dans des sites préhistoriques (Allain, 1950 ; Buisson, 1994 ; Dauvois, 2005 ; Fritz *et al.*, 2021). Cela ne donne toutefois aucune information sur l'usage des instruments ni sur le type de musique, et ne nous enseigne rien sur le chant, ni sur la voix qui est, ainsi que l'enseigne l'ethnologie et l'ethnomusicologie, l'instrument majeur dans toute société, en particulier lors de rituels. Or, il y a, pour la voix, des possibilités musicales remarquables dans les diverses parties sonores, c'est-à-dire résonantes, de la grotte, et pour les peintures sur rochers, de l'espace environnant. Ces par-

ties sonores sont, en fait, de vastes résonateurs. Dans les grottes, les boyaux et certaines galeries sont des tuyaux sonores, plus ou moins larges, dans lesquels le son produit par la voix peut être magnifiquement amplifié par la résonance. Une fois vérifié que la géologie et l'espace d'une partie de grotte, ou d'un espace ouvert, sont restés essentiellement les mêmes depuis les temps préhistoriques, d'où il résulte, condition essentielle, que l'acoustique est restée aussi la même, quelle preuve de l'utilisation de ces instruments géants peut-on découvrir ? Cette preuve est fondée sur la découverte de la corrélation étroite dans de nombreuses grottes entre les emplacements des images et la qualité sonore de ces emplacements. Pour le dire simplement : dans une grotte ornée, plus une partie est sonore, plus on y trouve d'images, et il en est de même pour les peintures sur rochers à l'air libre. Dans certaines grottes, la densité des images est proportionnelle à la qualité acoustique, mesurée par exemple au nombre d'échos, ce qui permet une mesure précise, maniable et immédiate *in situ* (tabl. 1 et tabl. 2). La belle sonorité a invité l'image qui peut donc révéler cette sonorité, du moins si on se donne la peine de la réveiller, et, le mieux, évidemment, à la voix. Dans de nombreuses grottes et galeries, cette corrélation étant très haute, elle ne peut être l'effet du hasard.



**Tabl. 1** – Sanctuaire de la Grande Grotte d'Arcy-sur-Cure (Yonne).

Après la salle de la Danse, très sonore, et à partir de la Salle du Chaos, en progressant vers le nord et la Salle des Vagues, la résonance augmente de façon remarquable et la densité des images de même.

**Table 1** – Grande Grotte d'Arcy-sur-Cure Sanctuary. After the very sonorous Dance hall, and after the Chaos Hall, proceeding to the north and Salle des Vagues, the resonance increases remarkably as well as the density of pictures.

Échos	1 à 2	3 à 4	4 à 5	7 à 8
Durée (sec.)	2	3	3 to 4	6
Peintures	+	++	++	+++
Salles	Salle du Chaos	Salle des Signes	Coupole	Salle des Peintures

**Tabl. 2** – Grotte Kapova (Oural). De la salle la moins sonore à la salle la plus sonore, le nombre de peintures augmente en proportion. Le nombre d'échos n'est pas donné de façon ponctuelle, car il se rapporte ici à des salles et non à des lieux précis de peintures.

**Table 2** – Kapova Cave (Urals). From the least to the most sonorous hall, the number of pictures clearly increases. The number of echoes is not given punctually, because it is related here to halls and not to precise locations of paintings.

Nous présentons ici la méthode, les découvertes et les résultats, ainsi que quelques exemples (pour d'autres exemples, voir Reznikoff, 2002 et 2012a).

### 1. MÉTHODE

La méthode consiste à tester, en termes de durée et d'intensité, la résonance d'un son d'une intensité donnée, à différentes hauteurs, en divers points de la grotte étudiée, en particulier le long des parois et dans des niches ou des tunnels. La hauteur de la résonance en un lieu donné se trouve facilement, car la résonance amplifie le ou les sons caractéristiques de cette résonance. Ainsi, les lieux les plus sonores peuvent être identifiés. Une carte sonore de la grotte, c'est-à-dire des qualités acoustiques des divers lieux de celle-ci, peut alors être dressée ; on la compare à la carte des images (peintures, gravures, signes divers). En fait, l'expérience a montré qu'en général la meilleure façon de mesurer la résonance d'un lieu est bien de compter le nombre d'échos obtenus en réponse à un son vocal chanté, le plus simple. Dans les grottes, une voix masculine est utilisée (pour les voix féminines, voir plus loin), dans un registre allant du *ré* grave (environ 70 Hz) au *do* (environ 260 Hz), d'une intensité jusqu'à

90 dB (à la source) pour les effets d'écho (il est bon, alors, de monter jusqu'au *ré* au-dessus du *do*, à environ 300 Hz), et d'une durée d'environ une demi-seconde sur deux, trois notes, par exemple sur la voyelle *O*. Il est important de remarquer que cette méthode vocale est tout à fait scientifique. En effet, pour la durée en secondes, on utilise un chronomètre ; pour la hauteur, on se réfère au diapason (*la* 440 Hz), ce qui permet de donner les intervalles musicaux ; pour l'intensité, on peut utiliser un sonomètre, mais une oreille exercée distingue aisément des intensités de 60 dB, 80 dB ou 90 dB. Cette technique vocale, qui demande tout de même une formation minimale, a beaucoup d'avantages ; elle est simple, immédiate et, ne nécessitant aucun appareillage (sauf au besoin un simple sonomètre), elle est anthropologique. Par sa simplicité naturelle, la pratique des échos dans la résonance a été très certainement utilisée aux temps préhistoriques. Un seul écho ne signifie rien, car on peut obtenir à bonne distance un écho presque partout (ce qui réfute certains travaux de S. Waller [1993 et 2006]) ; deux échos ne sont pas très significatifs ; à partir de trois ou quatre échos, on a une bonne acoustique ; et au-delà, une très bonne acoustique. Cette technique fondée sur l'écoute est dans une certaine mesure irremplaçable, car elle est utilisable partout : dans les niches et dans les tunnels étroits où il faut ramper, aussi bien que dans de grands espaces. En

revanche, les appareillages électroniques (ordinateurs et logiciels actuels) ne sont pas maniables dans les lieux difficiles d'accès ; de plus, ceux qui ont été utilisés jusqu'ici dans les grottes ne sont pas adéquats pour l'étude des grandes résonances (ils ont été élaborés pour l'acoustique des salles de restaurants, d'écoles ou de concerts qui évitent surtout la grande réverbération ; voir Reznikoff, 2018). Ces appareils ont parfois même donné des résultats faux : ils n'ont pu par exemple rendre compte d'aucun écho dans la grotte d'Isturitz où il y en a sept, dont cinq facilement audibles. De même, seule la voix peut révéler la présence d'un « esprit » dans un rocher à peintures en plein air, présence impressionnante et qui paraît presque certaine lorsqu'on entend (à la bonne distance) le rocher répondre « A » lorsqu'on dit « A », « O » lorsqu'on fait « O », et « salut » quand en arrivant ou en le quittant on lui dit « salut ». Cela prouve, clairement diront certains, que le rocher est habité par un esprit qui parle (Reznikoff, 2020). Pour les images, les premières découvertes se font visuellement, et de même pour la caractérisation de l'espèce animale ; ce n'est qu'en un deuxième temps que l'on utilise un appareillage chimique ou physique pour l'analyse des couleurs, la datation, etc. Il en va de même pour la résonance, la première découverte doit se faire à l'écoute et, pour la maniabilité immédiate, à la voix. L'approche anthropologique, compatible avec les possibilités préhistoriques, doit être absolument prise en compte ; une étude purement acoustique utilisant des moyens inexistantes dans le passé peut être tout à fait trompeuse.

L'expérience a montré que ce sont des voix d'hommes qui ont été utilisées lors de la découverte et de l'exploration des grottes que nous avons étudiées. En effet, pour la résonance, étant donné la nature géologique et spatiale des tunnels, des boyaux et des salles, ce sont les sons graves qui font le mieux résonner ces espaces ; par ailleurs, aux temps préhistoriques, une telle exploration, en fait une véritable expédition, pouvait a priori être dangereuse (escalade, présence d'ours) et devait être faite d'abord plutôt par des hommes. En revanche, les lieux les plus sonores étant identifiés, les voix de femmes et d'enfants se faisaient certainement entendre lors de cérémonies éventuelles en rapport avec les peintures ou gravures, c'est du moins ce qu'enseigne l'ethnomusicologie pour les rituels et les fêtes de sociétés comparables (Reznikoff, 2012b, version CD p. 1745).

Concernant les peintures sur rochers à l'air libre, la méthode des échos est pratiquement la seule qui soit possible. À la voix, on peut obtenir des retours extraordinaires avec des effets d'échos ; par exemple, dans les endroits sonores, une mélodie sur deux ou trois notes peut revenir, par répétition des échos, sur trois, quatre ou six notes ; parfois, des effets polyphoniques peuvent apparaître par superposition. De tels endroits correspondent souvent à des lieux ornés (Reznikoff, 2002 et 2014). Cependant, dans de grands espaces, l'expérience qui consiste à tester à une certaine distance des lieux faisant face aux peintures et des lieux un peu éloignés pour les comparer, cette expérience, qu'il faut renouveler avec une intensité entre

90 et 100 dB vu la dimension des espaces, peut être épuisante à la voix. Aussi un appareillage adéquat peut être très utile (Díaz-Andreu *et al.*, 2017 et 2021).

## 2. GROTTES ORNÉES

Parmi la quinzaine de grottes que nous avons étudiées, les plus remarquables, c'est-à-dire celles où la concordance son-image est très élevée, sont les grottes du Portel, de Niaux, d'Isturitz, d'Oxocelhaya, la Grande Grotte d'Arcy-sur-Cure et la Kapova (Oural). Ainsi, au Portel, la proportion d'images dans les lieux les plus sonores est d'environ 80 %. Elle est d'environ 90 % à Niaux grâce au Salon noir où la résonance est exceptionnelle (jusqu'à neuf échos). A priori, dans une grotte ornée, une telle sonorité est un indice très probable de peintures ; et c'est bien dans le Salon Noir que se regroupent la plupart des peintures de la grotte. Le Portel se divise en trois galeries indépendantes, et la proportion indiquée se retrouve, essentiellement, dans chacune des trois (Reznikoff, 1987a et 1987b ; Reznikoff et Dauvois, 1988). On retrouve cette conjonction entre la forte résonance et les peintures dans les autres grottes mentionnées. Les grandes dimensions d'une salle ne suffisent pas pour motiver la présence de peintures ; ainsi, la Grande Salle dans la galerie Jeanne du Portel est comparable en espace au Salon noir, mais, contrairement à ce dernier, elle ne sonne pas et il n'y a aucune peinture. Dans la grotte d'Arcy et dans la Kapova, fait remarquable, la densité des images est proportionnelle au nombre d'échos (voir tabl. 1 et tabl. 2). On constate alors que les peintures préfèrent les lieux sonores et inversement (fig. 1).

En revanche, en ce qui concerne les gravures, il semblerait que la corrélation entre leurs emplacements et la qualité sonore de ces emplacements soit moins forte que pour les peintures. La question s'était déjà posée lors de notre étude, en 1983, de la grotte de Fontanet (Reznikoff, 1987a) ; dans cette grotte, la plupart des gravures sont dans des endroits qui ne sonnent pas particulièrement, mais, à cause d'un éboulement important (du côté de l'entrée préhistorique), l'acoustique de la grotte a changé, et nous n'avons fait, à l'époque, aucune déduction. Or, on a pu constater dans d'autres grottes, par exemple dans celle des Trois Frères, que les peintures se trouvent dans les lieux sonores, alors que les gravures, en particulier le fameux « sorcier », se situent dans des parties de grotte peu résonantes. De même, la grotte de Cussac, qui est une grotte à gravures, n'est pas particulièrement sonore ; cependant, on peut remarquer que la qualité acoustique va en s'enrichissant du secteur de l'entrée jusqu'au secteur du Grand Panneau, la densité des gravures suivant également cette progression (l'étude acoustique de la grotte est en cours). La qualité sonore d'un lieu dépend évidemment de la géologie du lieu : plus la roche est dure, plus la réverbération est grande ; plus la roche est friable, plus la réverbération est petite, et la paroi se prête alors mieux à la gravure. Le choix, peintures ou gravures, pouvait se



**Fig. 1** – Grande Grotte d’Arcy-sur-Cure (Yonne). *Le Mammouth diamanté de la Mezzanine*, une des salles les plus sonores et les plus décorées de la grotte (coll. La Varende ; cliché M. Girard).  
**Fig. 1** – Grande Grotte d’Arcy-sur-Cure (Yonne). *Diamond-incrusted Mammoth in the Mezzanine*, one of the most resonant and ornate locations in the cave (La Varende collection; photo M. Girard).

faire suivant la qualité de la paroi, la meilleure acoustique privilégiant en revanche les peintures. Évidemment, ce ne sont pas des absolus, la liberté créatrice et artistique a toujours existé : on peut ainsi trouver des images, en particulier des petites gravures, dans des endroits tout à fait inattendus et, semble-t-il, sans rapport avec une qualité sonore.

Si une grotte n’a pas de trop grandes dimensions, elle peut être étudiée comme une totalité, mais quelques lieux doivent être étudiés séparément. Particulièrement intéressants sont les tunnels étroits et les niches ; leur étude a donné lieu à deux découvertes majeures.

### 2.1. Niches et « effet bison »

Une niche, ou une alcôve, est une cavité dans la paroi ; elle peut être petite, ne permettant que le passage de la tête ; ou moyenne, permettant le passage de la partie supérieure du corps (fig. 2) ; ou large, permettant à tout le corps de trouver place. Souvent, de telles cavités sont particulièrement sonores. Les plus sonores sont à proximité de peintures ou points rouges (voir plus loin) ou bien en dessous ou en face de peintures. Pour faire résonner ces cavités, il suffit en général de faire, à la voix et assez fort, des « hmmm » à la bonne hauteur (plutôt grave), celle qui va faire vibrer la niche ; une hau-

teur que l’on trouve très facilement, car la bonne hauteur est immédiatement amplifiée. On est alors amené naturellement à imiter des sons d’animaux, beuglements, mugissements, rugissements, hennissements. C’est ce que nous appelons « l’effet bison » ; au Portel, lors de la première découverte, nous l’avons appelé « effet Camarin », en l’honneur d’une niche très décorée et sonore que M. Dauvois affectionnait particulièrement (Reznikoff et Dauvois, 1988). De telles niches sonores existent dans la plupart des grottes : le Portel, Arcy, Oxocelhaya, Labastide, Bernifal. Dans les grottes de Niaux et de Kapova, ces niches résonantes se trouvent dans les salles les plus sonores : Salon noir, salle des Peintures (fig. 3), respectivement ; et l’effet amplifié est encore plus impressionnant, même à grande distance<sup>(1)</sup>. Notons que ce type de découverte n’aurait pu être fait ni avec un simple claquement de mains ou un « bruit blanc », utilisés par les acousticiens, ni avec des appareils électroniques aussi sophistiqués soient-ils : dans les niches à « effet bison », la voix est nécessaire pour obtenir l’effet. Cette découverte est importante pour comprendre la dimension rituelle des grottes à peintures ; rappelons que l’imitation de sons d’animaux est une étape de base et un des moyens premiers dans l’opération chamanique qui est essentiellement vocale (Reznikoff, 2001 et 2012b) ; cette étape permet éventuellement d’arriver à des états



**Fig. 2** – Grotte Kapova (Shulgan Tash, Oural), dans la Coupole, une niche à « effet bison » (cliché V. Kotov).  
**Fig. 2** – Kapova Cave (Shulgan Tash, Urals), in the Dome Hall, a “bison effect” niche (photo V. Kotov).



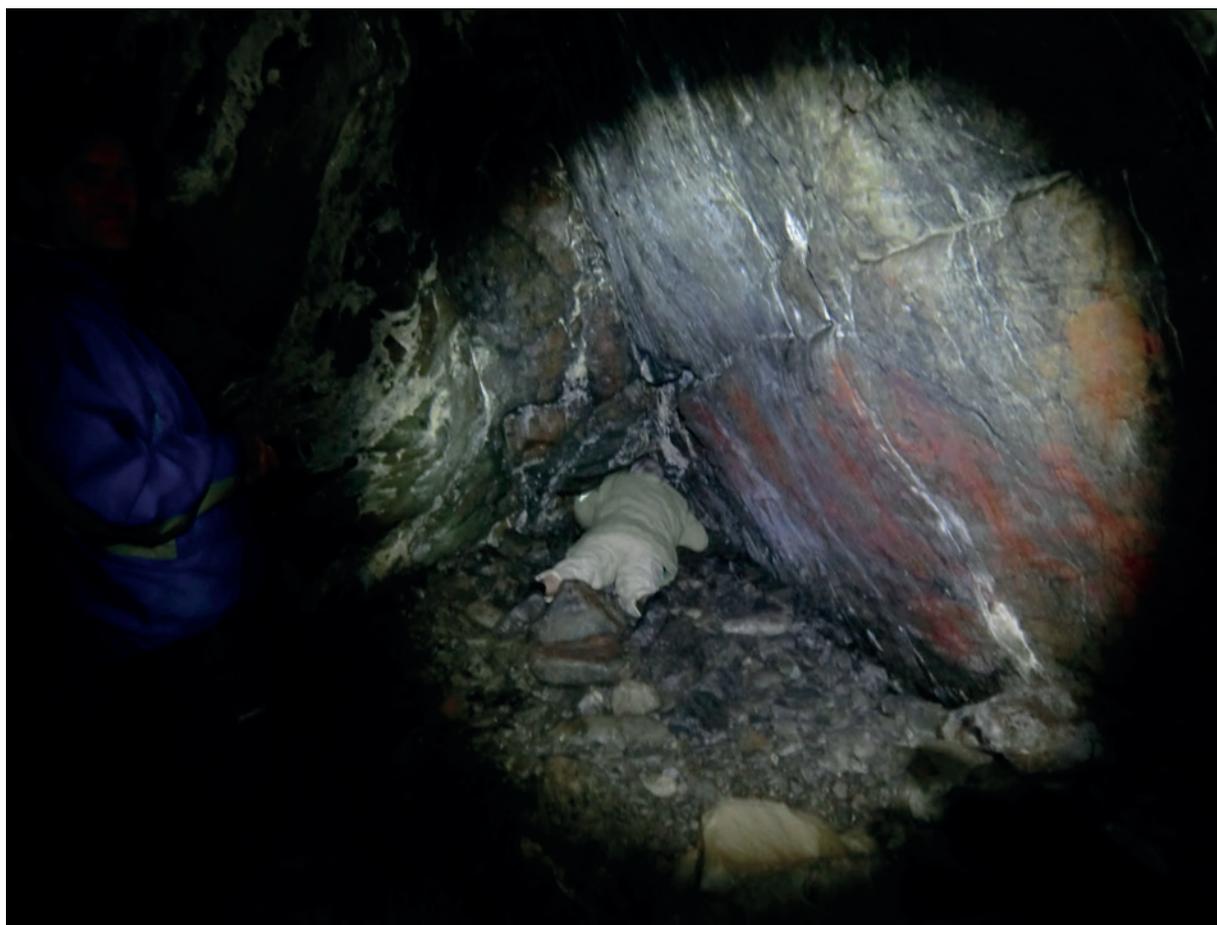
**Fig. 3** – Grand panneau de la très sonore (7-8 échos) salle des Peintures de la grotte Kapova (Shulgan Tash, Oural). Sous ce panneau, au niveau du sol, à gauche et à droite du cheval en relief central, on peut voir deux niches sonores où « l’effet bison » est aisément obtenu (cliché A. Solodeinikov).  
**Fig. 3** – Main Panel in the very sonorous (7-8 echoes) Paintings hall, Kapova cave (Shulgan Tash, Urals). On the ground level, under the panel, at the left and the right of the embossed horse, we can see two very resonant niches in which “bison effects” are easily obtained (photo A. Solodeinikov).

profonds de conscience. Une extrémité de grotte se rétrécissant peut donner lieu à un effet de résonance semblable à celui d'une niche, sans qu'il y ait une niche à proprement parler (fig. 4).

## 2.2. Points rouges

Parmi les signes à l'évidence non figuratifs, rencontrés dans les grottes ornées, se trouvent des points de couleur noire qui ne semblent pas avoir de signification particulière à caractère général, et des points d'ocre rouge ou, parfois, d'hématite. De petite taille, de 2 cm à 3 cm de diamètre ou plus petits, ces points rouges se trouvent dans différents lieux, en particulier dans des tunnels étroits ou des petits espaces à la forme complexe. Même s'il y a des peintures dans des endroits assez difficiles d'accès, par exemple en hauteur, une peinture demande une surface adéquate, tandis qu'un point rouge peut être marqué n'importe où. La question vient alors naturellement : puisque ces signes peuvent être marqués pratiquement dans n'importe quel endroit, pourquoi le signe est ici plutôt que là ? Par exemple, dans un long boyau ou un tunnel étroit, où il faut ramper, on peut trouver un point rouge isolé apparaissant soudain sur le haut ou sur le côté du

tunnel, tandis qu'il n'y a ni image ni signe, ni avant ni après. Quelle explication peut-on donner à cela ? Est-ce un simple hasard ? Nous avons pu montrer que ces points rouges sont en rapport direct avec la résonance des boyaux où ils sont situés ; ils correspondent aux *maxima* de la résonance du boyau concerné. Cela a été montré dans la grotte du Portel, dans un tunnel d'une longueur de 10 m environ (Reznikoff et Dauvois, 1988), et dans la grotte d'Oxocelhaya, dans deux boyaux mesurant approximativement 6 m et 10 m de longueur (Reznikoff, 2002). Ces points rouges peuvent être repérés en progressant dans l'obscurité totale, tout en faisant des « hmmm » pour faire résonner le tunnel, et c'est ainsi qu'on les a découverts (Oxocelhaya) ou redécouverts (Portel). Arrivé au maximum de résonance, ce que l'on sent immédiatement, car ce maximum fait sonner tout le tunnel, on éclaire la paroi : le point ou la marque rouge est là. Comme il n'y a apparemment aucune autre raison pour que ces points soient situés où ils sont, alors que la correspondance avec les *maxima* de résonance est très précise, la conclusion, aussi étonnante soit-elle, est claire : les points rouges ont une signification sonore. Du moins est-ce le cas pour les grottes et particulièrement les boyaux que nous avons pu étudier.



**Fig. 4** – Grotte Solsemhula (Norvège). La procession sur la paroi de droite se dirige vers la niche au fond de la grotte ; dans cette niche, « l'effet bison » est aisément obtenu (cliché K. J. Sognnes).

**Fig. 4** – Solsemhula Cave (Norway). The procession of painted humans on the right wall is walking towards the recess at the bottom of the cave; in this recess, it is easy to obtain "bison effects" (photo K. J. Sognnes).

La probabilité que la corrélation points rouges et *maxima* sonores soit un pur hasard est pratiquement nulle. Sachant que le point d'un maximum de résonance ne peut être précisé qu'à environ 10 cm près dans un tunnel de 10 m, si on prend les trois tunnels ou boyaux mentionnés plus haut, la probabilité de la concordance est de 1/100 ; mais dans le plus long tunnel d'Oxocelhaya, en face du *Bison tombant*, il y a deux *maxima* correspondant à des points rouges (le plus lointain est une large tache d'ocre), ce qui donne une probabilité de l'ordre de 1/10<sup>4</sup> ; de plus, compte tenu de la concordance dans le tunnel de 10 m du Portel, on arrive à 1/10<sup>6</sup>. On pourrait même estimer une probabilité encore plus faible en tenant compte du petit boyau, ou alcôve, à Oxocelhaya, qui – soit remarqué en passant – fait face à un emplacement de lithophones (petites stalactites sonores) entouré de points rouges. Compte tenu de ces probabilités et de l'absence totale d'autres explications, la signification acoustique de tels signes paraît certaine (Reznikoff, 2006). Cette analyse concerne les points rouges dans des espaces étroits, mais pour les points rouges dans des espaces plus vastes, la corrélation générale reste valable. Typiquement, dans la grotte d'Oxocelhaya, qui est une grotte très riche en points rouges, deux colonnettes stalagmitiques jumelles et parallèles sont présentes dans un endroit de la galerie : l'une, légèrement frappée, sonne ; l'autre, non. Laquelle est marquée d'un point rouge ? De ce qui précède, on aura compris que c'est celle qui sonne !

Bien sûr, les tribus du Paléolithique n'étudiaient pas l'acoustique des grottes pour l'acoustique. Cependant, se déplaçant dans une obscurité parfois quasi totale, les petites lampes n'éclairant que dans l'environnement tout proche et les torches étant exclues dans les boyaux étroits, les explorateurs devaient émettre des sons pour avoir, à l'aide des échos, une compréhension, une représentation minimale de l'espace afin de progresser dans la découverte. Si dans une direction, il n'y a pas d'écho ou un seul, cela veut dire qu'il n'y a pas un grand espace dans cette direction ; par contre, si dans une autre direction, il y a plusieurs échos, c'est par là, plutôt, qu'on se sent attiré ; toutefois, si l'écho vient d'en bas, cela peut signifier qu'il y a un trou ou même un abîme tout près et qu'il faut prudemment reculer. La voix utilisée comme un moyen d'écholocalisation permet d'avancer de façon plus sûre<sup>(2)</sup>. Quand on avance en rampant dans un tunnel, en écoutant la réponse aux « hmmm » produits à la hauteur caractéristique de la résonance, une fois arrivé au lieu du maximum de celle-ci, on est surpris par la puissance de la réponse. Le point rouge indique précisément l'endroit du maximum, c'est comme une indication, une marque, éventuellement pour le retour, signifiant qu'on est bien passé par là. Dans l'obscurité ou la quasi-obscurité, en plus en rampant, il est très difficile de repérer une marque sur la paroi ; la résonance, en revanche, le permet sans difficulté si la marque rouge se trouve bien à l'endroit du maximum sonore. L'utilisation de la résonance est donc, ici, fonctionnelle, et cela grâce à l'écholocalisation. Celle-ci ne peut se faire qu'à la voix, bien sûr ; la réponse de l'écho est immédiate ; à l'oreille, on sait

mieux où avancer. Ainsi, à Rouffignac qui n'est pourtant pas une grotte particulièrement sonore, en se dirigeant vers la meilleure réponse de l'écho, on arrive aux salles des gravures. Dans les grottes à peintures, cette écholocalisation a souvent laissé des traces : les points rouges. La grotte du Portel et celle d'Oxocelhaya, dont la partie inférieure est très riche en points rouges, en donnent un bon exemple.

### 2.3. Conclusion pour les grottes

L'utilisation du son, que l'on peut considérer comme rituelle, se voit d'une façon générale et en particulier dans certaines niches par la forte corrélation entre les lieux les plus sonores et les peintures qui apparaissent ainsi comme des signes, des repères sonores. Dans leur ensemble, on peut donc les voir comme un marquage acoustique. Inversement, un lieu particulièrement sonore est en général l'indice d'une image, parfois cachée ; c'est le cas de la chouette de l'entrée du Portel, dont la sonorité particulière a permis à M. Dauvois de découvrir une nouvelle image derrière cette chouette. Il en va de même pour l'utilisation fonctionnelle du son lors de l'exploration de la grotte, les lieux les plus sonores étant marqués par des points rouges. Le son a donc bien laissé des traces, peintures et points rouges, qu'il avait, d'une certaine façon, sollicitées.

## 3. PEINTURES SUR ROCHERS

Il était raisonnable de penser que s'il y avait une dimension sonore en rapport avec les peintures des grottes, il devait y en avoir une concernant les peintures sur rochers à l'air libre. Les toutes premières études ont été réalisées (en 1986) sur des rives de lacs en Finlande (Reznikoff, 1995), puis en Provence, dans le massif de la Sainte-Baume et dans la vallée des Merveilles (Reznikoff, 2002). Les résultats montrant le rapport entre les emplacements des peintures et le nombre d'échos renvoyés par ces emplacements étant positifs, ces travaux ont été repris par M. Díaz-Andreu (2017 et 2021) et R. Rainio (Rainio *et al.*, 2014 ; Rainio, 2018). Dans le massif de la Sainte-Baume, au lieu-dit Pin de Simon, sur un haut de falaise avec plusieurs peintures espacées, c'est à deux peintures placées à l'intérieur et à l'extérieur d'un petit abri-sous-roche que répond le meilleur effet d'échos, effet remarquable, étalé sur deux secondes (voir ci-dessus, 1. Méthode, *in fine*). Une de ces peintures représente, à notre avis, une barque avec rames, ce qui pourrait être la représentation la plus ancienne, chalcolithique, d'un bateau en Europe (de cette falaise, on voit la Méditerranée). Quant à la vallée des Merveilles, dans les lieux les plus chargés de gravures, il y a des effets d'échos très impressionnants (Reznikoff, 2002). Les résultats obtenus par M. Díaz-Andreu et ses collègues en Espagne ainsi qu'en Californie mexicaine vont tout à fait dans ce sens. La conclusion sera, ici, la même que pour les grottes : les images ont choisi les lieux

les plus sonores, les plus riches en échos, lieux qui ainsi, par ces images, nous font découvrir la merveille sonore des espaces de leur emplacement.

## CONCLUSION GÉNÉRALE

Dans de nombreux sites préhistoriques, la corrélation entre les images, gravures et surtout peintures, et la qualité acoustique de l'emplacement de ces images paraît donc bien établie, de la France, l'Espagne ou la Finlande aux montagnes de l'Oural ainsi qu'aux falaises de la Californie mexicaine. Pour une corrélation générale, beaucoup de sites restent à étudier. En ce qui concerne les sites en plein air, de nombreux projets sont en cours, en Afrique du Sud, en Sibérie, etc.<sup>(3)</sup> ; la technique utilisée est celle de l'étude purement acoustique (non vocale) des échos renvoyés par l'emplacement des images, comparés aux échos des espaces voisins sans image. En ce qui concerne les grottes ornées, la situation est plus problématique, car récemment, quelques équipes qui se sont intéressées à ce type d'étude se sont révélées incompetentes : ne maîtrisant pas la technique des échos, mais utilisant des appareillages acoustiques non adaptés aux grandes résonances, elles ont fait état de résultats erronés (Reznikoff, 2018). Aussi, nous lançons un appel à projet pour l'étude avertie et anthropologique de la dimension sonore de grottes ornées, car dans celles-ci, le son laisse bien des traces peintes sur les parois. (Un enregistrement réalisé dans les grottes d'Isturitz, Niaux et Arcy-sur-Cure est disponible en streaming: *Le Chant des Grottes Préhistoriques à Peintures*.)

## NOTES

- (1) Commentaire d'une des guides à Niaux : « On croirait qu'un troupeau de bisons arrive sur nous. »
- (2) L'écholocation qui est utilisée par les chauves-souris, les dauphins, etc. peut être utilisée aussi par des aveugles formés à cette pratique. Voir <https://visioneers.org/> ou <http://www.borisonordmann.com/ateliers-decholocation-pour-voyants-et-non-voyants/>. J'ai personnellement suivi, à l'aveugle, une telle expérience.
- (3) Un séminaire sur le sujet a récemment été organisé (avril 2022) à Toulouse, par C. Bourdier et L. Jobard, du laboratoire TRACES de l'université Toulouse Jean-Jaurès.

**Iégor REZNIKOFF**

Ancien professeur du département  
de philosophie,  
Université Paris Ouest, Nanterre, France.  
[dominiqueleconte@yahoo.fr](mailto:dominiqueleconte@yahoo.fr)

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLAIN J. (1950) – Un appeau magdalénien, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 47, 3-4, Paris, p. 181-192.
- BUISSON D. (1994) – Les flûtes paléolithiques d'Isturitz, in C. Homo-Lechner et A. Bélis (dir.), *La pluridisciplinarité en archéologie musicale*, 4<sup>es</sup> Rencontres internationales d'archéologie musicale de l'ICTM (Saint-Germain-en-Laye 1990), Paris, Maison des sciences de l'Homme (Recherche, Musique et Danses, 11), p. 257-276.
- DAUVOIS M. (2005) – Homo musicus palaeolithicus et Palaeoacustica, *Munibe Antropologia-Arkeologia*, 57, p. 225-241.
- DÍAZ-ANDREU M., MATTIOLI T., FARINA A., ARMELLONI E., HAMEAU P (2017) – Echoing Landscapes: Echolocation and the Placement of Rock Art in the Central Mediterranean, *Journal of Archaeological Science*, 83, p. 12-25.
- DÍAZ-ANDREU M., GUTIRREZ MARTINEZ M DE LA L., MATTIOLI T., PICAS M., VILLALOBOS C., ZUBIETA L. F. (2021) – The Soundscapes of Baja California Sur, *Quaternary International*, 572, p. 166-177.
- FRITZ C., TOSELLO G., FLEURY G., KASARHÉROU E., WALTER P., DURANTHON C., GAILLARD P., TARDIEU J. (2021) – First Record of the Sound Produced by the Oldest Upper Paleolithic Seashell Horn, *Science Advances*, 7, eabe9510.
- RAINIO R. (2018) – Acoustic Measurements and Digital Image Processing Suggest a Link Between Sound Rituals and Sacred Sites in Northern Finland, *Journal of Archaeological Method and Theory*, 25, 1, p. 453-474.
- RAINIO R., ÄIKÄS T., LAHELMA A., LASSFOLK K., OKKONEN J. (2014) – Acoustic Measurements at the Rock Painting of Värrikallio in Northern Finland, in L. Eneix (dir.), *Archaeoacoustics: The Archeology of Sound*, Myakka City, OTS Foundation, p. 141-152.
- REZNIKOFF I. (1987a) – Sur la dimension sonore des grottes à peintures du Paléolithique (I), *Compte rendu de l'Académie des sciences*, 304, série 2-3, p. 153-156.
- REZNIKOFF I. (1987b) – Sur la dimension sonore des grottes à peintures du Paléolithique (II), *Compte rendu de l'Académie des sciences*, 305, série 2, p. 307-310.
- REZNIKOFF I. (1995) – On the Sound Dimension of Painted Caves and Rocks, in E. Tarasti (dir.), *Musical Significance*, Berlin, Mouton de Gruyter, p. 541-557.
- REZNIKOFF I. (2001) – Le chant d'Orphée : chamanisme, orphisme, sacrifice et puissance du son, *Sorgue*, 3, p. 85-103.
- REZNIKOFF I. (2002) – Prehistoric Paintings, Sound and Rocks, in E. Hickmann (dir.), *Studien zur Musikarchäologie*, vol. III, Papers from the 2nd International Symposium on Music Archaeology, (Blankenburg, 2000), Berlin, Rahden (Orient-Archäologie, 107), p. 39-56.
- REZNIKOFF I. (2006) – The Evidence of the Use of Sound Resonance from Palaeolithic to Medieval Times, in G. Lawson et C. Scarre (dir.), *Acoustics*, Proceedings of the Conference (Cambridge, 27-29 June 2003), Cambridge, McDonald Institute for Archaeological Research (Monographs), p. 77-84.
- REZNIKOFF I. (2012a) – La dimension sonore des grottes paléolithiques et des rochers à peintures, in J. Clottes (dir.), *L'art pléistocène dans le monde*, actes du congrès IFRAO (Tarascon-sur-Ariège, septembre 2010), *Préhistoire, art et sociétés*, 65-66, CD p. 45-56.
- REZNIKOFF I. (2012b) – L'existence de signes sonores et leurs significations dans les grottes paléolithiques, in J. Clottes (dir.), *L'art pléistocène dans le monde*, actes du congrès IFRAO (Tarascon-sur-Ariège, septembre 2010), *Préhistoire, art et sociétés*, 65-66, CD p. 1741-1747.
- REZNIKOFF I. (2014) – On the Sound Related to Painted Caves and Rocks, in J. Ikäheimo, A.-K. Salmi et T. Äikäs (dir.), *Sounds Like Theory*, Proceedings of the 12<sup>th</sup> Nordic Theoretical Archaeology Group Meeting (Oulu, 25-28 April 2012), Helsinki, Archaeological Society of Finland (Monographs, 2), p. 101-109.
- REZNIKOFF I. (2018) – On Foundations of Archaeoacoustics in L. Eneix et M. Ragusa (dir.), *Archaeoacoustics: The Archeology of Sound*, vol. 3, Proceedings of the 2017 Conference (Tomar, 2017), Myakka City, OTS Foundation, p. 155-166.
- REZNIKOFF I. (2020) – The Importance of the Anthropological Approach in Archaeology: The Example of Prehistoric Acoustic Studies, in D. Gheorghiu (dir.), *Art in the Archaeological Imagination*, Oxford, Oxbow Books, p. 43-51.
- REZNIKOFF I., DAUVOIS M. (1988) – La dimension sonore des grottes ornées, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 85, 8, p. 238-246.
- WALLER S. (1993) – Sound Reflection as an Explanation for the Content and Context of Rock Art, *Rock Art Research*, 10, p. 91-101.
- WALLER S. (2006) – Intentionality of Rock Art Placement Deduced from Acoustical Measurements and Echo Myth, in G. Lawson et C. Scarre (dir.), *Acoustics*, Proceedings of the Conference (Cambridge, 27-29 June 2003), Cambridge, McDonald Institute for Archaeological Research (Monographs), p. 31-39.