



HAL
open science

Entendre la Ville virtuelle : enjeux méthodologiques et cas d'étude

Alexandre Vincent

► **To cite this version:**

Alexandre Vincent. Entendre la Ville virtuelle : enjeux méthodologiques et cas d'étude. Philippe Fleury; Sophie Madeleine. Topographie et urbanisme de la Rome antique, Presses universitaires de Caen, pp.71-84, 2022, Symposia, 978-2-38185-176-1. halshs-03951464

HAL Id: halshs-03951464

<https://shs.hal.science/halshs-03951464>

Submitted on 24 Jan 2023

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.

Entendre la ville : enjeux méthodologiques et cas d'études

Relive the history together: slogan publicitaire accrocheur ou programme scientifique ambitieux, les intentions annoncées par l'équipe de reconstitution numérique « History in 3D » sont claires et répondent à des aspirations profondes¹. Il n'est que de consulter la longue liste des groupes d'amateurs plus ou moins éclairés, vibrant régulièrement de leur passion commune de la reconstitution historique, pour sentir combien « revivre ensemble le passé » correspond à une soif partagée par nombre de nos contemporains². Pour faire revivre l'Antiquité romaine, Danila Longinov et ses comparses ont toutefois opté pour une modalité autre que les costumes et les regroupements de reconstituteurs : la Rome qu'ils proposent de parcourir est une ville de serveurs et de réseaux, une ville numérique, vivante uniquement par les calculs des ordinateurs. Le modèle construit par les informaticiens et les ingénieurs 3D présente assurément une vision satisfaisante de la Rome antique pour qui ne veut entrer dans des considérations scientifiques³. Satisfaisante esthétiquement du moins ou, pour être plus précis, visuellement car derrière l'idée de « vivre l'histoire » c'est davantage celle de *montrer* l'histoire qu'il faut comprendre. En effet, le choix est sans équivoque concernant les sensorialités engagées dans le projet : il s'agit de

voir et faire voir la Ville, éventuellement de la toucher selon des modalités qui ne sont pas clarifiées, et relèvent avant tout de la métaphore⁴. De l'ouïe, de l'écoute, il n'est point question, et la bande-son qui accompagne le film de présentation noie la visite de Rome dans des coulées de musique *ambient*, à grand renfort de plages de basses, parfois interrompues par des cordes pincées et des percussions. En d'autres termes, le film est paré d'une sorte de *muzak* : fade par définition, atemporelle par nature bien que contemporaine par essence⁵.

Il serait erroné de voir dans cet exemple un cas particulier. Bien au contraire, toutes les reconstitutions virtuelles de la ville de Rome qui sonorisent leur présentation font appel à une forme de design sonore, d'habillage décontextualisé. Il en va ainsi du « Virtual Rome Project » dirigé par Matthew Nichols à l'Université de Reading, qui baigne son visiteur dans des nappes sonores égrenées de notes de piano⁶, ou encore de la présentation des précurseurs italiens d'Altair 4 multimedia, qui cajolent les oreilles des visiteurs de leur Rome numérique par une partition aux résonances classiques, agrémentée de cordes frottées et de petites clochettes⁷. L'ambiance évolue parfois à l'aide de trompes

1. <https://relivehistoryin3d.com/>.
2. L'annuaire de la reconstitution historique recense à ce jour 41 associations spécialisées dans l'Antiquité gréco-romaine sur le territoire français [<http://reconstitution-historique.com/>]. La mise en scène physique du passé est une tendance anglo-saxonne ancienne que les Français ont adoptée depuis les années 1970. Pour une présentation, voir Tuailon-Demésy 2014 ainsi que McCalman & Pickering 2010 pour des cas d'études dans le monde anglophone et une introduction à l'évolution des reconstitutions.
3. À la date de rédaction du présent article, la présentation la plus complète du projet est une vidéo disponible à l'adresse suivante : <https://youtu.be/btKooS7k3nw>.

4. On lit ainsi sur le site internet dédié au projet les phrases suivantes (l'emphase est de mon fait) : « *Relive the history together. By using the newest technologies, we want to touch the world that passed, walk along those streets, and understand how it could actually look like. We want to see it ourselves and show it to you* », <https://relivehistoryin3d.com/projects/rome-in-3d/>.
5. Sur la Muzak Inc., société fondée en 1934 et spécialisée dans la musique d'ascenseur et de centres commerciaux, sur l'intégration de ces séquences sonores dans le monde contemporain, voir Vanel 2013, particulièrement le chapitre 2.
6. <https://research.reading.ac.uk/virtualrome/gallery/>.
7. https://www.altair4.com/en/multimedia-archive/?_sft_aree_tematiche=roma-antica#scroll-down.

et de grosses percussions, du moment que le spectateur s'approche de lieux particulièrement marqués par le pouvoir impérial, comme le temple de Mars Ultor sur le forum d'Auguste. Les monuments reconstruits par le *Progetto Traiano* de Flavia Calisti connaissent la même variation : douce *ambient music* de manière générale, musclée par des trompes dans la vidéo dédiée au *circus maximus*⁸. Cette tendance martiale – ou du moins supposée telle – s'impose plus largement à l'ensemble de la cité dans le « VFX ancient Rome city model »⁹. Un autre choix a été réalisé par le Museo Nazionale Romano, qui a partagé au printemps 2020 une reconstitution des thermes de Dioclétien sonorisée par une interprétation de... la *sonate au clair de lune* de Beethoven¹⁰ ! Ces programmations musicales, de l'anachronisme assumé aux tentatives d'ambiances « à l'antique », sont intéressantes pour ce qu'elles nous laissent entrevoir de la conception des contemporains quant à l'environnement sonore de la cité disparue. Pour des supports pas si éloignés, les jeux vidéo portant sur la période antique, Arnaud Saura-Ziegelmeier a montré à partir de quelques exemples la manière dont les bandes-son étaient composées et ce qu'elles charriaient d'imaginaire décalé par rapport aux informations que nous transmettent les sources¹¹.

D'autres équipes travaillant à des reconstitutions numériques de la Ville ont fait un choix différent quant à la sonorisation de leur produit : le silence. C'est notamment le cas du projet « Rome Reborn » de Bernard Frischer, mais aussi de celui du CIREVE à Caen, pour leurs modèles de la ville en 320 ap. J.-C. Dans le cas de l'entreprise américaine, une telle décision peut s'expliquer par la dimension « touristique » de la programmation – matérialisée notamment par l'incrustation dans le visuel d'individus habillés comme au XXI^e siècle, qui permettent l'identification du spectateur et signifient le

refus d'une « reconstitution totale »¹². L'objectif est celui d'une vulgarisation scientifique par laquelle on donnera à voir Rome telle qu'elle était au début du IV^e siècle. À Caen au contraire, l'ambition scientifique et technique consistant à présenter au visiteur un modèle au plus près des dernières connaissances archéologiques tout en se fondant sur le principe immersif de la réalité virtuelle explique que la dimension acoustique ait été laissée de côté¹³. En effet, dans la maquette caennaise le visiteur est totalement libre de ses mouvements. Son positionnement dans l'espace, et donc l'orientation de ses capteurs sensoriels, relève de sa décision, ce qui complexifie grandement les calculs nécessaires à un rendu adapté des perceptions sonores.

Si l'on comprend ces problématiques techniques, et si l'on ne peut que respecter le choix consistant à préférer le silence à un habillage factice, il n'en reste pas moins que l'ensemble des modèles évoqués passe *de facto* à côté d'une part conséquente de la richesse sensible de ce qui définit toute cité, actuelle comme disparue. Le développement récent d'une historiographie tournée vers les événements sensoriels, tant dans leur émission que dans leur perception, a conduit à construire ces derniers comme des objets d'histoire valides voire importants¹⁴. Bien qu'il ne s'agisse pas de la période par laquelle le renouveau s'est imposé, l'Antiquité est elle aussi concernée et ses regroupements urbains, Rome au premier chef, commencent à être scrutés sous l'angle de l'histoire des sens¹⁵. Aucun des projets de restitution

8. <https://www.progettotraiano.com/en/homepage-2/>.

9. <https://www.youtube.com/watch?v=8Wuwa3UllKA>.

10. <https://www.facebook.com/MNRomano/videos/2645327945795075/>.

11. Saura-Ziegelmeier 2018. Son argumentation sur l'usage du « mode andalou », induisant l'orientalisation par les oreilles de l'Occident méditerranéen dans les jeux vidéo, est particulièrement intéressante. Pour un autre médium à prédominance visuelle, on peut également se reporter à la réflexion engagée par Christophe Vendries sur la musique dans le cinéma hollywoodien : Vendries 2015a.

12. Version d'essai de l'application payante, concentrée sur le forum. Dans les vidéos de présentation de la version complète que l'on peut trouver sur Internet, on retrouve le choix des autres projets d'une musique *ambient* de grands à-plats sonores entrecoupés de trompettes numériques ou de flûtes traversières et de cordes anachroniques.

13. Fleury 2014 ; Madeleine & Fleury 2011.

14. Pour la constitution de ce champ de recherche, on pourra se reporter à Gélard 2017. Pour une introduction, Smith 2007, ainsi que la série d'ouvrages *A cultural history of the senses* publiée en 2014 sous la coordination de Constance Classen dont, pour l'Antiquité, Toner 2014. Voir également la dimension archéologique de ce renouveau historiographique : Day 2013 ; Hamilakis 2013 ; Skeates & Day 2019. Sur l'histoire des sens plus particulièrement en contexte urbain : Beck *et al.* 2013, ainsi que nombre de contributions d'Emerit *et al.* 2015 et Mehl & Péaud 2019.

15. Haug & Kreuz 2016 ; Betts 2017a. On trouvera également de nombreux exemples relatifs à la Ville dans la série *The Senses in Antiquity* publiée sous la direction de Mark Bradley chez Routledge entre 2013 et 2018.

de la ville antique qui ont été évoqués précédemment ne commet l'erreur de montrer une ville blanche : les bâtiments y sont représentés bariolés des divers matériaux les composant, beaucoup sont peints, les statues métalliques qui habitent les places brillent de mille feux sous l'effet du soleil ; ce sont là des réalités désormais bien connues et donc bien rendues. Dans ces conditions, peut-on continuer à faire comme si Rome était muette, inodore et sans goût ? Si les perspectives de reconstitution d'une ville antique mobilisant l'ensemble des sens traditionnellement admis pour les hommes depuis Aristote ne paraissent pas évidentes dans un avenir très proche, du moins pas hors de structures qui leur soient spécialement dédiées¹⁶, l'intégration de sources sonores semble être une première frontière à franchir, plus aisée que celle du goût ou de l'odorat. Le raisonnement qui suit s'appuiera tant sur l'abondance des sources antiques qui plaide d'elle-même pour un enrichissement acoustique des reconstitutions numériques que sur l'analyse de cas d'études visant à montrer la dimension heuristique de l'intégration des réalités sonores dans les modèles scientifiques de restitution de l'*Vrbs* antique.

Du son, mais pour quoi faire ?

La question est légitime et trouve deux niveaux de réponse. Le premier réside dans le mode de perception humaine. Si les sens peuvent être théoriquement et artificiellement séparés les uns des autres, il est acquis que, dans la réalité du fonctionnement perceptif, ils entrent en interaction. Les situations d'être-au-monde les plus simples, en dehors même de toute contextualisation historique, comme le fait de marcher dans une rue, conduisent le sujet à percevoir *en même temps* les odeurs des jardins qu'il longe et des poubelles débordantes qu'il croise, les bruits des véhicules qui le dépassent et des oiseaux dans les arbres, la douceur du soleil sur sa peau et de ses rayons qui l'éblouissent sans masquer tout à fait les passants au loin. Tous ces signaux se combinent

16. Faut-il attendre de la timide apparition des salles de cinéma en quatre dimensions qu'elle puisse fournir une possibilité de débouché pour une reconstitution de la Rome antique plus complète sur le plan des sens ? L'écart entre le coût de développement des produits et la portion de public potentiellement intéressé par une telle catégorie d'activités permet malheureusement d'en douter.

dans l'interprétation du moment, fondent sa richesse et peuvent conduire à des combinaisons synesthésiques qui feront parler de l'odeur du soleil ou du bruit vert de l'herbe. De telles perceptions n'étaient pas étrangères aux Anciens¹⁷ : prendre en compte la réalité sonore de l'expérience romaine permet donc de se rapprocher de la diversité des expériences sensorielles que ne manquait pas de ressentir un homme ou une femme marchant dans les rues de la Ville¹⁸. C'est cette modalité de découverte de Rome que proposent les restitutions les plus abouties, comme celle de Caen, qui permet une expérience à hauteur d'homme¹⁹. Car, pour qui veut bien l'entendre, il ne fait aucun doute que la déambulation dans les rues de Rome pouvait, selon les lieux et les heures du jour, être accompagnée de perceptions de sons multiples ; il n'est question ici que de les évoquer, sans prétendre à l'exhaustivité. Les satiristes ont attiré l'attention sur le capharnaüm des rues de la capitale, mêlant une foule compacte d'humains et d'animaux²⁰. Les braiments, hennissements, meuglements des bêtes se superposent au grincement des roues sur la chaussée et répondent aux cris des conducteurs ou des hommes s'interpellant, aux appels des marchands et vendeurs, dont les modulations caractéristiques devaient être bien connues de tous les habitants de Rome²¹. La Ville est structurellement bruyante car elle est un espace de production où les gens de métier frappent, scient, clouent, martèlent, sculptent, écrasent, battent, meulent, de manière telle que passants et voisins ne peuvent rien ignorer de leurs activités, au détriment de ceux qui au contraire désireraient le silence²². Même des activités

17. Voir les analyses rassemblées dans Butler & Purves 2013.

18. Betts 2011 et 2017b.

19. Pour une approche de la marche en espace urbain, voir le numéro 2013/1 de la revue *Clara*, particulièrement Bertrand 2013, ainsi que O'Sullivan 2011, part. chap. 3 ; Laurence & Newsome 2011, notamment Macaulay-Lewis 2011. Enfin, pour la diversité des sensations urbaines à étudier plus particulièrement dans le cadre de la Ville, on se rapportera à Vincent 2022.

20. Par exemple Hor., *Epist.* 2, 2, 72-76 ou bien sûr Iuv. 3, 236-238.

21. Mart. 1, 41, 9-10 et 12, 57, 11-14 ; Sen., *Epist.* 56, 2 : [...] *iam biberari uarias exclamations et botularium et crustularium et omnes popinarum institores mercem sua quadam et insignita modulatione uendentis.*

22. On trouvera un tableau complet des bruits de la production à Rome dans Vincent 2020. Sur le désir de silence d'un voisin bien particulier, Sénèque, et son appréhension des bruits urbains : Sen., *Epist.* 56.

qui ne sont pas en lien avec le matériel produisent du vacarme : il n'est pour s'en convaincre qu'à relire les vitupérations contre les maîtres d'école d'un Martial, prêt à payer pour qu'ils se taisent la somme que d'autres versent pour qu'ils professent²³. Indépendamment de sa fonction productive, Rome est intrinsèquement bruyante puisqu'elle regroupe une concentration humaine inédite dans l'histoire. Les rassemblements de foule y sont continus, y compris dans des bâtiments voués à recevoir plusieurs dizaines de milliers d'individus, comme les édifices de spectacle. Sénèque mentionne l'*ingens clamor* poussé par les spectateurs du stade alors qu'il tente vainement de s'isoler pour réfléchir²⁴, quand d'autres auteurs relèvent les bruits du théâtre ou du cirque²⁵. Même en dehors de ces événements ponctuels, les sources soulignent combien il faut s'adapter au bruit confus qui émane d'elle en permanence²⁶, ou, pour reprendre les mots d'Horace, au « fracas de nuit comme de jour (*strepitus nocturnos atque diurnos*) » qui environne les habitants²⁷. La poésie et la satire, bien sûr, n'ont pas pour vocation de fournir une description réaliste du monde et ce *strepitus* connaissait des variations suivant les moments de la journée. Juvénal marque par la formule *taberna siluit*, « la boutique se tait », ce moment où les rues de Rome se vident de la masse des honnêtes gens pour s'emplier de rôdeurs plus rares mais moins bien intentionnés²⁸. C'est alors le temps de la nuit, où l'on pouvait espérer trouver une forme de silence, dont atteste l'expression *silentium noctis* fréquente chez les Anciens, notamment pour désigner le moment de la prise des auspices²⁹. Comme tous les silences humains, et plus encore urbains, ce silence n'était toutefois pas absolu : les sources contiennent nombre d'événements sonores susceptibles de perturber la prise d'auspices³⁰ et,

23. Mart. 9, 68, part. v. 11-12.

24. Sen., *Epist.* 9, 80, 2: *Magnum tamen uerbum dixi, qui mihi silentium promittebam et sine interpellatore secretum: ecce ingens clamor ex stadio perfertur et me non excutit mihi, sed in huius ipsius rei contemplationem transfert.*

25. Stat., *Silu.* 3, 5, 17; Cic., *Lael.* 7, 24; Verg., *Aen.* 5, 148-150; Iuv. 9, 144 et 11, 193-204; Mart. 10, 53 et Plin., *Epist.* 9, 6.

26. Stat., *Silu.* 1, 1, 64-65: [...] *continuus septem per culmina uentis it fragor et magnae figit uaga murmura Romae.*

27. Hor., *Epist.* 2, 2, 79-80: *tu me inter strepitus nocturnos atque diurnos uis canere et contracta sequi uestigia uatum?*

28. Iuv. 3, 302-304.

29. Humm 2012.

30. Vincent 2017, part. 651-652.

au-delà même de ce contexte rituel fort particulier, les fontaines n'arrêtaient pas de couler, les chiens d'aboyer à la mort, les hommes de crier à l'aide ou à l'amour.

Ainsi, reconstituer une Rome muette revient à amputer le réel de ce qui, de l'aveu même des auteurs antiques, faisait partie de la définition de la Cité. Les bruits de la ville étaient l'un des marqueurs de l'identité urbaine de la capitale, sans lesquels on ne saurait comprendre ce que pouvait signifier l'expérience de Rome.

Placer au cœur de la réflexion le fait que la ville soit un espace vécu et non la somme des bâtiments qui la composent correspond par ailleurs à une prise de position théorique du point de vue de l'architecture et de l'urbanisme, soit la deuxième piste de réponse précédemment annoncée. Elle touche à ce que l'on peut attendre d'une approche complète du tissu urbain, qui ne serait pas uniquement la juxtaposition de bâtiments agencés les uns par rapport aux autres, mais bien plus un champ de croisements, de tensions dont devraient rendre compte les reconstitutions. Pour reprendre les mots de Erika Holter, Susanne Muth et Sebastian Schwesinger, « *space is not just the visual area represented by images, like those generated by architectural modelling, but a nexus of multiple experiences* »³¹. En d'autres termes, les bâtiments ne sont pas de beaux écrans faits pour être vus mais des points de contacts multisensoriels que l'on ne peut comprendre sans une considération globale des appréhensions dont ils faisaient l'objet. Reconcentrer l'attention sur la sensorialité auditive revient à placer au cœur de l'étude ce que Bary Blesser a défini comme une « architecture acoustique » (*aural architecture*), soit une organisation de l'espace perçu par l'écoute et par les échanges entre les sources sonores et leur environnement. Il est donc question d'analyser également par leurs propriétés et leurs effets acoustiques les édifices et l'espace qui les accueille³².

Une telle démarche semble aller de soi pour les bâtiments dont la fonction même était de résonner, comme les théâtres et les odéons. Vitruve, déjà, n'a-t-il pas consacré de longs passages du cinquième livre de son traité d'architecture aux théâtres, à leur emplacement, leur forme et leur acoustique? Toutefois, il n'est question de s'arrêter ni à l'intérieur des édifices de spectacle – quels sont les effets sonores d'un théâtre quand on

31. Holter *et al.* 2018, 50.

32. Blesser & Salter 2007.

se situe à l'extérieur de celui-ci? –, ni surtout à cette seule catégorie de bâtiments. Toutes les constructions, par leur forme, leur taille, leurs matériaux de composition, leurs relations aux bâtiments environnants, ont des propriétés acoustiques qu'expérimente, interprète et enregistre un passant. Dans la très grande majorité des cas, cette architecture sonore n'est pas volontaire³³; elle n'en a pas moins des effets à prendre en compte, et ce n'est pas là le moindre intérêt de ce changement de paradigme. Les propriétés acoustiques des espaces ont, de fait, une influence sur le comportement social: c'est en cela qu'elles participent à la construction de ce qu'est le tissu urbain vécu et qu'elles ont toute leur place dans l'analyse de la Ville. L'articulation entre la taille des édifices ou des espaces extérieurs de réunion et leurs propriétés acoustiques est un exemple typique de l'intérêt de l'approche appliquée aux pratiques politiques: un grand espace ouvert permettra de rassembler un nombre important d'auditeurs, mais la dispersion du son risque de le rendre inefficace en termes de transmission orale de l'information; un bâtiment fermé pourrait sembler plus propice, n'était-ce les risques de réverbération et d'écho qui le rendent en réalité davantage favorable aux discussions par petits groupes. L'espace acoustique que définit chacun d'entre eux (« *acoustic arena* », c'est-à-dire la zone délimitée contextuellement par les capacités auditives d'un individu³⁴) est opportunément limité par le retour des conversations d'autres groupes. Ainsi, la recherche des propriétés acoustiques des lieux, de tous types de lieux, n'est pas seulement une méthode d'enrichissement de notre connaissance du réel antique – objectif déjà louable en soi! – mais bien une manière complémentaire de comprendre les pratiques sociales de la ville, en passant par les appréhensions acoustiques et les effets sonores produits par l'espace bâti en lui-même.

L'application des problématiques de l'architecture acoustique au matériau antique ne va pas de soi. La très grande majorité des bâtiments qui ont franchi les millénaires est dans un état fragmentaire rendant illusoire toute mesure des sons *in situ*. Quelques-uns ont traversé les âges dans un meilleur état de conservation et pourraient *a priori* servir de cadre à de telles mesures: c'est notamment le cas des édifices de spectacles antiques

qui accueillent aujourd'hui encore du public en masse, entre autres pour des représentations artistiques, que cela ait été ou non leur fonction originelle³⁵. On ne saurait toutefois être dupe de leur apparente bonne conservation. Même un édifice qui subit peu de dégradations comme le théâtre d'Orange a connu des épisodes de réfection bien documentés³⁶. Ces derniers doivent attirer l'attention sur le fait que les mesures physiques réalisées aujourd'hui dans le bâtiment ne peuvent avoir les mêmes résultats que ceux que l'on aurait obtenus au I^{er} siècle ap. J.-C. Pour cette raison, le passage par la modélisation des bâtiments et leur restitution numérique raisonnée offre l'opportunité, pour peu qu'il s'agisse d'un objectif scientifique clairement énoncé et intégré au cahier des charges, d'évaluer les propriétés acoustiques des bâtiments et leurs effets sonores à diverses échelles. L'architecture acoustique croise ainsi l'archéologie en une archéoacoustique appliquée spécifiquement aux bâtiments.

Un récent programme de recherche consacré au théâtre d'Orange a montré les bénéfices d'une telle démarche quant à la connaissance précise que l'on peut avoir des propriétés acoustiques d'un édifice dans son état originel³⁷. La première étape fut consacrée à la réalisation d'un modèle virtuel du bâtiment au I^{er} siècle ap. J.-C., intégrant tant les données tirées des fouilles anciennes³⁸ que celles obtenues récemment lors des campagnes menées par l'Institut de recherche sur l'architecture antique (IRAA) et qui permirent notamment d'établir que la totalité du monument était originellement recouverte de placages de marbre. Réalisée sous *Blender* à partir d'une combinaison de 436 000 triangles, la modélisation fournit ainsi un support adéquat aux

33. *Ibid.*, 5 sur l'architecture acoustique de villes entières.

34. *Ibid.*, 22, qui s'appuient en l'occurrence sur les catégorisations du compositeur canadien Barry Truax (Truax 1984).

35. Par exemple, hors de Rome, les théâtres de Vienne ou de Vaison-la-Romaine, les amphithéâtres de Nîmes ou de Pula et à Rome les thermes de Caracalla. La mesure sur site est, avec le travail sur maquette, l'une des sources des travaux pionniers de François Canac dans le courant du XX^e siècle, portant sur l'acoustique des théâtres: Canac 1967.

36. On pense notamment aux gradins, reconstruits, et au décor de scène, disparu presque en intégralité.

37. Programme SONAT (Sons, acoustique et architecture d'un théâtre antique), dirigé par Emmanuelle Rosso en collaboration avec Alexandre Vincent, à l'Institut des sciences du calcul et des données (Sorbonne Université).

38. Notamment la documentation liée aux travaux de Jules Formigé dans les années 1920-1930 puis de Robert Amy dans les années 1950.

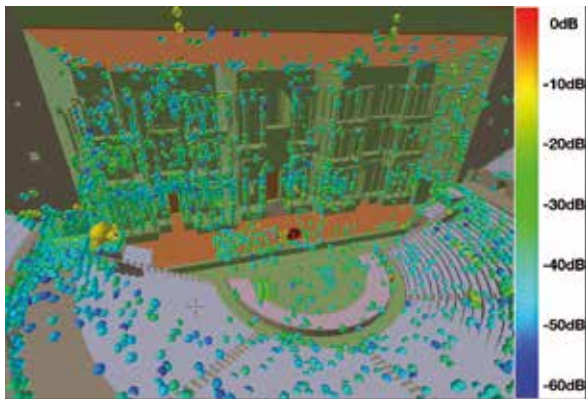


Fig. 1 – Projet SONAT, étude acoustique du théâtre d’Orange grâce à un modèle virtuel : projection de sources-images pour 1 000 000 de rayons, auditeur situé sur la tribune occidentale (à partir de Gueguen 2018, 143, fig. 10.3b)

mesures acoustiques internes au bâtiment³⁹. Ces dernières furent ensuite menées à partir d’un point d’impulsion omnidirectionnel lançant un million de rayons dans l’espace virtuel du modèle, dont le parcours, réverbérations comprises, pouvait être visualisé (fig. 1)⁴⁰. La méthode de modélisation géométrique adoptée n’a pas permis la prise en compte de la diffraction, notamment sur les éléments du décor. Cependant le coefficient d’absorption des différents matériaux utilisés dans le théâtre, tout comme celui lié à la présence ou l’absence de spectateurs, purent être intégrés dans les calculs par le développement d’un logiciel *ad hoc*⁴¹. Il ressort finalement des simulations acoustiques que la structure de l’édifice avait un effet sur la diffusion des sons, permettant une hausse du niveau sonore comprise entre 3 et 6 dB selon la fréquence, ce qui revient à dire qu’il doublait la puissance du son des plus hautes fréquences et quadruplait celle des plus basses par rapport à un espace

de plein air⁴². Les mesures diffèrent suivant la position de l’auditeur dans le théâtre, allant jusqu’à une perte de 10 dB entre la portion de l’*orchestra* traditionnellement réservée aux sièges mobiles de l’élite et le sommet de la *cauea*. Concrètement, la puissance du son était donc dix fois moindre pour les membres de la plèbe située *in summa cauea* que pour l’aristocratie⁴³. La perte de puissance entre l’*orchestra* et les premiers rangs, pourtant réservés également à l’élite locale, était déjà de 4 dB. Plus encore que la puissance, c’est leur clarté qui se dégradait rapidement au fur et à mesure que l’on s’éloignait du bas et du centre de la *cauea*, rendant les paroles moins intelligibles, dans le cadre général d’un bâtiment qui d’un point de vue acoustique et selon les calculs de Robin Gueguen, était davantage adapté à la musique qu’à la voix articulée⁴⁴. La couverture de la scène pour sa part, associée au mur de scène, accentuait la diffusion des sons dans l’ensemble de l’édifice, et particulièrement dans les rangées supérieures de la *cauea*, mais au détriment de la compréhensibilité, engendrant un phénomène d’écho.

Si les grandes orientations dans la connaissance de l’acoustique de l’édifice ne se trouvent pas bouleversées par cette approche numérique, cette dernière offre toutefois des possibilités intéressantes pour la recherche. Le fait de pouvoir déplacer les sources d’émission et de réception du son à l’envie, par simple lancement d’un nouveau calcul informatique, n’est évidemment pas la moindre des vertus⁴⁵. Il permet de mettre à l’épreuve virtuellement toutes les configurations de position spatiale d’un émetteur et d’un récepteur dans le théâtre. De même – et peut-être avant tout – la restitution des données archéologiques dans le modèle numérique permet de travailler la matière sonore dans une perspective historique et non purement acoustique, donnant forme à cette archéoacoustique prometteuse. Contrairement aux travaux de François Canac, qui réalisa ses mesures

39. La présentation visuelle finale a fait l’objet d’un travail d’infographie 3D très fin de la part de Sébastien Le Gall, sous 3DS Max, réalisé en collaboration étroite avec des historiens et archéologues, afin de permettre un rendu esthétique de qualité qui soit fondé sur les sources antiques.

40. On trouvera une présentation synthétique de la méthode adoptée dans Aussal & Gueguen 2018.

41. Logiciel *Just 4RIR* développé en C++, avec par la suite ajout d’une interface Python pour intégration comme logiciel à *Blender*. Concernant l’importance des caractéristiques acoustiques des matériaux de construction dans les simulations, voir le tableau de synthèse présenté dans Gueguen 2018, 131.

42. *Ibid.*, 136.

43. *Ibid.*, 142.

44. *Ibid.*, 136. Il s’agit là d’une évolution notable dans la connaissance par rapport aux résultats de F. Canac, qui présupposait que le théâtre convenait davantage à la voix et les odéons à la musique. Les mesures effectuées mettent par ailleurs clairement en avant le fait que la présence de spectateurs augmente la clarté du son. En d’autres termes, plus le théâtre était plein, meilleure était la perception de la voix.

45. L’optimisation des calculs grâce à un algorithme optimisé par une structure hiérarchique utilisant des *octrees* rend le logiciel accessible à des ordinateurs communs.

à partir d'une maquette au 1/100^e fondée sur l'état du théâtre restauré au XX^e siècle, celles réalisées par le programme SONAT correspondent à un I^{er} siècle ap. J.-C. virtuel mais fondé scientifiquement. Les enjeux techniques de l'archéoaoustique se trouvent mis au service d'un questionnement contextualisé.

Le projet consacré au théâtre d'*Arausio*, s'il est parmi les derniers en date et les plus avancés en la matière, n'est pas un cas unique ni un modèle parfait pour une approche globale relevant de l'*aural architecture*. Outre des débats propres aux acousticiens sur la modalité de représentation du son qui n'ont pas leur place ici mais imposent d'avancer encore avec prudence⁴⁶, l'une des limites de la modélisation est de s'arrêter aux portes du théâtre. Pour étudier l'effet sonore de l'édifice à l'échelle de son environnement plus ou moins immédiat, du quartier pour parler rapidement, il aurait fallu modéliser aussi finement la topographie du tissu urbain environnant, puis lancer les calculs de la dispersion du son par l'ouverture sommitale et tous les espaces de circulation entre l'intérieur et l'extérieur du théâtre (*aditi, uomitoria*, etc.). Une telle demande n'a pas pu trouver de réponse pour l'instant et devrait faire l'objet d'un travail complémentaire. On le comprend, la problématique en jeu est celle de l'échelle d'analyse, engageant les rapports multiscalaires entre les édifices et leur environnement, conduisant en d'autres mots à une enquête plus large d'histoire urbaine.

Cas d'étude et jeux d'échelle romains

Le tissu urbain de la capitale a déjà été le cadre de deux études d'archéoaoustique clairement guidées par des questionnements ressortissant de l'histoire politique. Portant respectivement sur le *circus maximus* et sur le *forum romanum*, elles sont traversées par les jeux d'échelles dont il vient d'être fait état.

Dans le courant des années 2000, le *circus maximus* fit l'objet d'une approche pluridisciplinaire proposant entre autres une dimension pionnière d'archéoaoustique

46. Les questionnements tournent notamment autour de la méthode mathématique et géométrique du phénomène sonore, par rayon, et non d'un mouvement ondulatoire. De même, l'intégration de la diffraction du son fait partie des développements attendus du logiciel et pourrait avoir des conséquences sur les effets sonores du mur de scène.

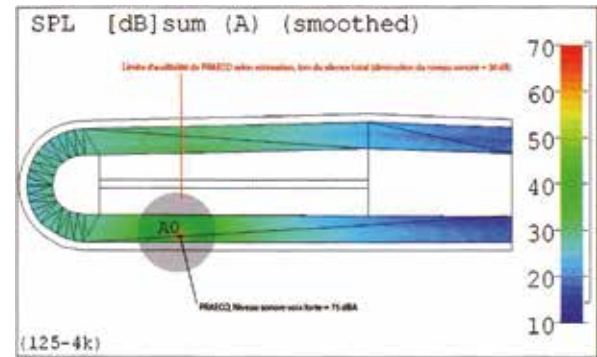


Fig. 2 – Simulation acoustique de la portée de la voix humaine depuis le *pulvinar* du *circus maximus* (à partir de Nelis-Clément 2008, 451, fig. 13)

en lien avec la maquette virtuelle réalisée par Archéovision⁴⁷. L'analyse menée par Jocelyne Nelis-Clément sur le paysage sonore de l'édifice intègre effectivement dans ses dernières pages la simulation réalisée par un bureau d'études sur la diffusion de la voix dans le bâtiment⁴⁸. Si la fonction première du cirque n'était pas d'abriter des discours et encore moins des discussions politiques engageant des argumentations et des échanges verbaux, les témoignages rassemblés par les historiens manifestent toutefois des prises de parole de la part de l'empereur. Le questionnement était donc relatif à l'acoustique intérieure de cet édifice et portait sur la partie des gradins concernée par une audition claire de la voix d'un homme (un héraut entraîné à pousser sa voix plus probablement que l'empereur lui-même), situé dans la zone du *pulvinar*. Les résultats de la simulation sont édifiants : seul un cercle très limité d'auditeurs était en mesure d'entendre la voix, sans même préjuger de l'intelligibilité des paroles prononcées (fig. 2). Dans un tel cas de figure, des relais pour le message devaient donc être prévus, qu'ils soient acoustiques (*praecones, uiatores, nuntii* régulièrement dispersés dans la foule pour répéter l'information) ou visuels (tablettes probablement peintes sur le moment et soumises à la lecture⁴⁹). Avant l'invention de moyens d'amplifications mécaniques électrifiés de la voix, la

47. Les résultats sont publiés dans Nelis-Clément & Roddaz 2008.

48. Nelis-Clément 2008, 451-452. La simulation fut menée par Joël Godel pour le bureau d'études suisse Acustica. Je remercie J. Nelis-Clément d'avoir répondu à mes questions quant au protocole employé.

49. Voir par exemple le témoignage de Cassius Dion (69, 16) sur la longue réponse faite par Hadrien aux supplications de la foule, transmise par écrit.

solution la plus évidente pour une communication vocale à petite échelle était donc la multiplication des émetteurs et, partant, la séparation *de facto* entre le locuteur principal et son message⁵⁰. La synthèse de cette étude présentée par J. Nelis-Clément ne permet pas de savoir exactement les effets acoustiques de l'édifice par rapport à un espace ouvert, même si l'on peut imaginer qu'ils étaient bien moindres que dans le cas d'un bâtiment plus petit comme un théâtre. De même, le protocole initial portant sur la voix d'un seul homme depuis l'emplacement du *puluinar* ne permet pas d'apprécier l'empreinte sonore, à l'échelle du quartier voire de la ville, des rassemblements populaires enthousiastes qui étaient la raison d'être du *circus*⁵¹.

Appréhender l'espace de manière plus large se trouve au cœur des ambitions d'un programme d'archéoaoustique en cours, mené par une équipe berlinoise autour du *forum romanum*⁵². Dans ce cas également, le questionnement porte sur la pratique politique des Romains à travers l'oralité, avec la topographie pour point de départ, suite aux modifications des espaces de la prise de parole sur le forum dans le dernier siècle de la période républicaine : déplacement de l'orientation de l'orateur sur les rostrs et utilisation de la plateforme devant le temple des Dioscures pour des discours politiques⁵³. Là où des hypothèses fondées sur l'accessibilité de l'espace et la visibilité de l'orateur par les citoyens avaient déjà été avancées, l'équipe allemande a voulu réfléchir en termes d'acoustique, estimant qu'un discours est avant tout prononcé pour être entendu et que les bâtiments n'ont pas seulement une présence visuelle dans l'espace, mais également sonore. Le cadre de l'enquête a été la version digitale du *forum romanum* créée par l'institut Winkelmann de la Humboldt Universität, modèle

diachronique développé à partir des connaissances archéologiques⁵⁴. Un signal sonore composé de la voix d'un acteur de l'âge de Cicéron quand il prononça le troisième discours des *Catilinaires* a été inséré dans la maquette virtuelle, ce texte ayant été choisi pour servir d'exemple lors de l'étude. Les deux orateurs, Cicéron et son double allemand, partageaient la maîtrise de l'art vocal pour un public large. Le signal ainsi obtenu permit le lancement d'un protocole RIR (*Room Impulse Response*) avec l'émission de jusqu'à 20 millions de rayons sonores depuis chaque zone source testée⁵⁵. Enfin un bruit de fond, réalisé à partir d'un captage audio de la foule assemblée sur la place Saint-Pierre de Rome un dimanche de messe pontificale, fut intégré aux calculs afin de passer de l'espace théorique à l'espace réel, vécu.

On aura compris que, comme dans le cas du *circus maximus*, l'enjeu du protocole mis en place est de déterminer la quantité d'auditeurs en capacité de comprendre le discours. Les résultats obtenus distinguent deux zones selon la qualité de la perception du message : une claire audibilité des paroles et la possibilité de comprendre avec extrême concentration. Le premier cas de figure auquel est appliquée la simulation correspond au détournement de l'orateur de la curie au profit d'une orientation vers le temple de Castor et Pollux, que Cicéron attribue à C. Licinius Crassus, tribun de la plèbe en 145 av. J.-C., tandis que Plutarque le fait remonter à Caius Gracchus⁵⁶. Sur la base d'une densité de 4 auditeurs par mètre carré, un orateur s'adressant à la foule rassemblée devant la curie aurait touché 10 600 personnes avec netteté (assemblés sur une surface de 2 650 m²) et 19 000 en tout (4 750 m²) (*fig. 3a*)⁵⁷. En se tournant face au forum, atteignant ainsi théoriquement plus de monde, on constate une perte de la qualité acoustique puisque ce ne sont plus que 9 200 auditeurs qui peuvent entendre le discours de manière intelligible (2 300 m²) et 19 160 en tendant l'oreille (4 790 m²) (*fig. 3b*). La symbolique de

50. Sur les effets de la mécanisation des procédés vocaux, on se reportera à l'ouvrage fondateur de Sterne 2003.

51. Mart. 10, 53 et Iuv. 9, 144 : *clamosus circus* ; Iuv. 11, 197-198 : *totam hodie Romam circus capit, et fragor aurem percudit*. J. Nelis-Clément rappelle que les émissions sonores produites par 250 000 personnes en conversation normale sont estimées en moyenne à 98-103 décibels et passent à 116-118 décibels en cas d'acclamation. On estime qu'entre 100 et 120 décibels la sensation est perçue comme insupportable.

52. Programme « Analoogspeicher II. Auralisierung archäologischer Räume », sous la direction de Susanne Muth (Humboldt Universität). Les lignes qui suivent doivent beaucoup à ce qui est à ce jour la présentation la plus complète du programme et de ses résultats : Holter *et al.* 2018.

53. Coarelli 1999, 213 ; Nielsen 1993.

54. <http://www.digitales-forum-romanum.de/>.

55. Rien n'est précisé quant à la prise en compte de qualité de réverbération des matériaux dans le modèle mais l'on suppose qu'un protocole aussi détaillé n'aura pu manquer de s'attacher à une donnée aussi évidente.

56. Cic., *Lael.* 25, 96 : [...] *atque is primus instituit in forum uersus agere cum populo* ; Plu., *CG* 5, 3.

57. Tous les chiffres qui suivent s'entendent comme des maximums, dépendant des conditions d'écoute, de l'attitude des auditeurs, etc. Leur valeur est surtout relative les unes par rapport aux autres.

Fig. 3a – Figuration des zones de compréhension d'un discours prononcé sur le forum à la fin de la période républicaine, orateur sur les rostrs, parlant en direction de la curie (à partir de Holter *et al.* 2018, 54, fig. 3.5)

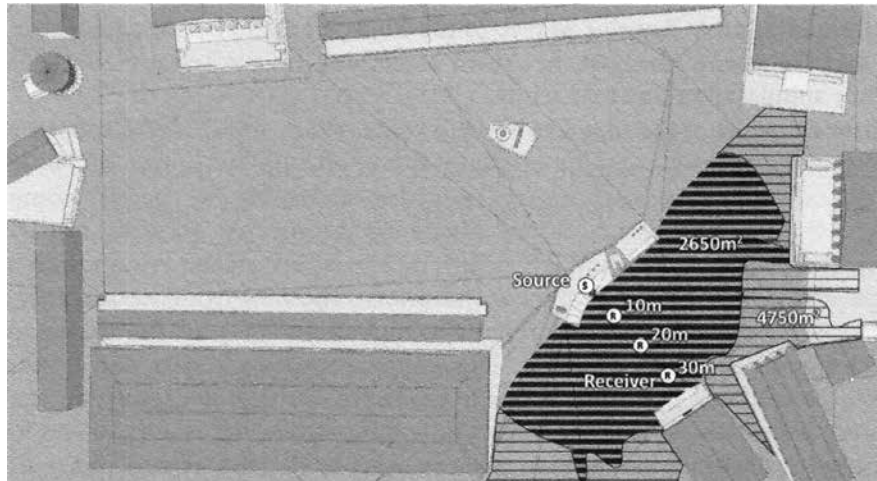


Fig. 3b – Figuration des zones de compréhension d'un discours prononcé sur le forum à la fin de la période républicaine, orateur sur les rostrs, parlant en direction du temple des Dioscures (à partir de Holter *et al.* 2018, 56, fig. 3.7)

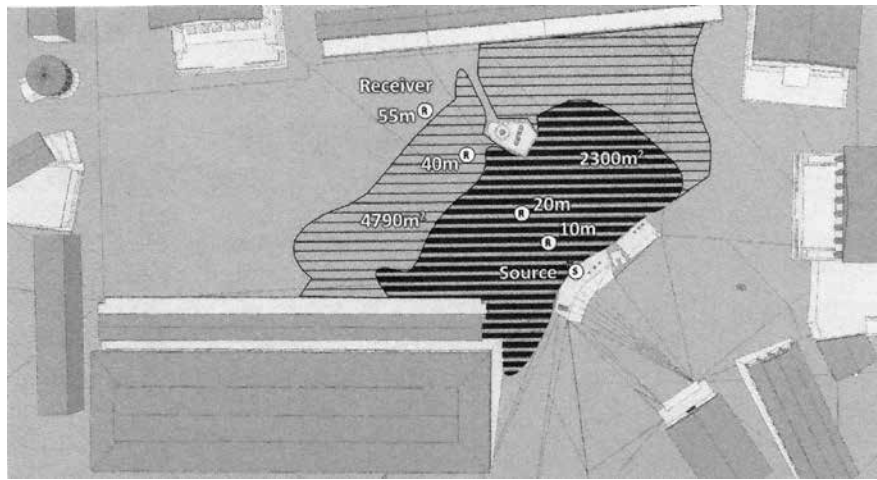
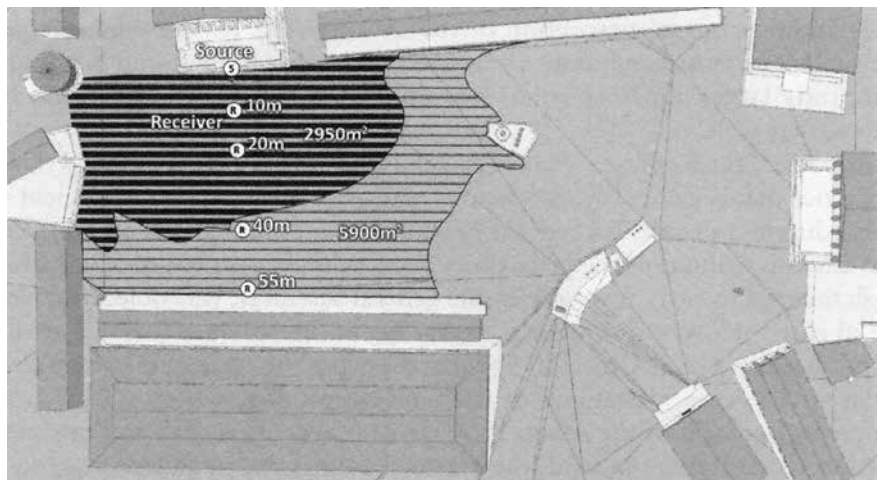


Fig. 3c – Figuration des zones de compréhension d'un discours prononcé sur le forum à la fin de la période républicaine, orateur sur le podium du temple des Dioscures, parlant en direction de la basilica Aemilia (à partir de Holter *et al.* 2018, 58, fig. 3.9)



démocratisation de la parole des orateurs est donc efficace sur le plan visuel – et c’est ainsi que la présente Plutarque⁵⁸ – ; elle n’a aucun impact, voire un effet négatif concernant la diffusion de sons. En revanche, le fait de prendre la parole depuis le podium du temple des Dioscures entraînait une véritable augmentation de la quantité d’auditeurs, dans les deux catégories : 11 800 citoyens pouvaient entendre parfaitement le discours (2 950 m²), un chiffre porté à 23 600 pour les plus attentifs (5 900 m²) (fig. 3c). La popularité des prises de parole devant le temple des Dioscures (c’est là par exemple que César défendit sa loi agraire selon Cassius Dion⁵⁹) s’explique donc peut-être en partie par la volonté que les paroles prononcées soient entendues par le plus grand nombre possible, ce que démontre clairement la mise en écoute virtuelle des lieux⁶⁰. L’insertion de ce programme de recherche dans une perspective d’architecture acoustique a donc conduit à une réelle amélioration de la compréhension d’un des espaces fonctionnels les plus importants de l’*Vrbs*.

Perspectives et défis de l’auralisation⁶¹

Au vu – ou peut-être serait-il plus juste d’écrire à l’entendu ? – de tels résultats et de leur potentiel heuristique, résultats obtenus sur des espaces de taille et de nature bien divers (bâtiment clos / espace ouvert), on se prend à rêver de ce qu’une généralisation de l’approche à des échelles géographiques plus petites pourrait révéler

concernant l’appréhension de la Ville par les oreilles. De nombreux cas pourraient être développés tant les événements sonores en rapport avec la vie collective abondent dans la cité ; on se contentera ici de quelques pistes. Certains de ces événements sont bien connus, comme les processions qui, quelle que soit leur nature, supposaient une foule, parfois immense, et la présence de professionnels du son transformant les *pompae* de la capitale en des temps de paroxysme sonore, potentiellement les émissions les plus puissantes auxquelles des oreilles antiques pouvaient être soumises⁶². Des musiciens soufflaient dans des trompes métalliques (*tubae*, *cornua*), dans des doubles hautbois (*tibiae*, l’*aulos* grec) lors de la procession triomphale ou des convois funéraires⁶³. Il arrivait que des cordophones les accompagnent dans la *pompa ludi*. Les effets acoustiques de ces moments d’intense participation sensorielle, insérés dans le tissu urbain de la capitale, mériteraient assurément de faire l’objet d’une auralisation qui permettrait de vérifier notamment l’importance de l’envahissement sonore dans la ville lors de ces différentes processions.

En d’autres circonstances, j’ai également fait l’hypothèse du rôle joué par certains instrumentistes dans la dramaturgie de la vie judiciaire⁶⁴. La place accordée aux sonorités des trompes métalliques lors des procès capitaux est ainsi particulièrement notable. Ateius Capito, repris par Sénèque le Rhéteur, fait résonner leurs instruments *in foro*, alors que le préteur a préalablement requis le silence par l’intermédiaire du *praeco*⁶⁵. La topographie des lieux de la justice, insérée dans des espaces centraux de la Ville, ayant déjà suscité nombre de modélisations numériques, conduit à penser que leur auralisation

58. Plu., *CG* 5, 3: Τοῦτον τὸν νόμον εἰσφέρων τὰ τ’ ἄλλα λέγεται σπουδάσαι διαφερόντως, καὶ τῶν πρὸ αὐτοῦ πάντων δημαγωγῶν πρὸς τὴν σύγκλητον ἀφορώντων καὶ τὸ καλούμενον κομίτιον, πρῶτος τότε στραφεὶς ἔξω πρὸς τὴν ἀγορὰν δημηγορήσαι, καὶ τὸ λοιπὸν οὕτω ποιεῖν ἔξ ἐκείνου, μικρὰ παρεγκλίσει καὶ μεταθέσει σχήματος μέγα πρᾶγμα κινήσας, καὶ μετενεγκὼν τρόπον τινὰ τὴν πολιτείαν ἐκ τῆς ἀριστοκρατίας εἰς τὴν δημοκρατίαν, ὡς τῶν πολλῶν δέον, οὐ τῆς βουλῆς, στοχαζέσθαι τοὺς λέγοντας.

59. D.C. 38, 6.

60. Ces résultats permettent de contester les positions de Mouritsen 2001, 25-26, qui estimait que seul le nombre de présents comptait, le maximum d’auditeurs ayant, selon lui, été atteint d’emblée dans la première topographie.

61. Le terme « auralisation », anglicisme, n’a pas encore intégré la langue française, même si son utilisation est courante dans le monde de l’acoustique. Il sert à désigner la procédure par laquelle on simule des phénomènes acoustiques dans un espace virtuel. Voir par exemple la présentation maintenant ancienne mais claire de Kleiner *et al.* 1993.

62. Wille 1967, 71 suppose à raison que les processions correspondaient probablement au maximum acoustique auquel pouvaient être exposées des oreilles avant la révolution industrielle. Vincent 2016, 171-210.

63. Le travail de Favro & Johanson 2010 sur l’utilisation de la technologie numérique dans la compréhension des processions funéraires s’est concentrée sur la vue et les effets de la mobilité des divers participants. La dimension acoustique, importante, dont les auteurs avaient bien conscience, n’a toutefois pas été intégrée à la simulation.

64. Vincent 2016, 121-141.

65. Sen., *Contr.* 9, 2, 10: *deinde descripsit, quanto aliter in foro decolletur: ascendit praetor tribunal inspectante provincia. Noxio post terga deligantur manus; stat intento ac tristi omnium uultu. Fit a praecone silentium; adhibentur deinde legitima uerba, canitur ex altera parte classicum. Numquid uobis uideor describere coniuales iocos?*

pourrait être d'ores et déjà à portée de main⁶⁶. Les *cornicines*, qui soufflaient dans une grande trompe de métal reconnaissable entre toutes par sa forme enroulée sur elle-même, étaient particulièrement sollicités dans la vie collective⁶⁷. Instruments de l'*imperium*, tant militaire que civil, les *cornua* sont ainsi mis en avant par Varron dans un texte où est décrite la procédure d'appel aux comices centuriates concluant une accusation *de perduellio*, autre temps fort de la justice capitale⁶⁸. Le musicien est sommé de sonner depuis trois lieux de la ville : son point culminant (l'*Arx*), les murailles de la cité et enfin le lieu de résidence de l'accusé. Si l'on peut interpréter la raison d'être de ce triple appel, tant d'un point de vue pragmatique (publicité des actes, appel universel et désignation du particulier) que symbolique (cité martiale / accusation civile), il n'en reste pas moins que les effets de l'instrument sur les auditeurs dans ce contexte particulier relèvent d'hypothèses qui pourraient être testées par une simulation numérique.

Bien d'autres séquences de la vie urbaine mériteraient d'être appréhendées en contexte sur un plan acoustique⁶⁹. Les quelques événements sonores à peine mentionnés permettent toutefois déjà d'aborder les enjeux et les limites qui restent à dépasser. La première concerne l'acquisition des connaissances à disposition, car l'auralisation ne saurait reposer sur un autre pilier que celui de la rigueur scientifique. Diane Favro et Christopher Johanson évoquaient ainsi en 2010 le grand flou concernant la musique romaine qui rendait très difficile son insertion dans leur réflexion sur l'apport du numérique à l'étude des processions funéraires⁷⁰. Aucune partition romaine n'a vu le jour depuis lors, mais en revanche le croisement de l'archéologie musicale avec les outils numériques a permis de faire grandement progresser le savoir quant aux potentialités des instruments. Ainsi pour le *cornu*, dont on a vu l'importance dans les événements sonores de la vie collective, un récent

travail sur les exemplaires provenant de Pompéi a permis aux ingénieurs de l'Institut de recherche et coordination acoustique / musique (IRCAM), à partir de données archéométriques fines, de modéliser l'instrument et d'en recréer précisément les sonorités par ordinateur⁷¹. Le fichier son pourrait être utilisé au sein d'une modélisation de la cité, afin de voir les zones de la ville effectivement touchées par les appels sonnés du sommet de l'*Arx* et des murailles. Le fait que ces sonneries aient été réalisées en hauteur rend plus facile leur simulation : les sons auraient alors rencontré peu d'obstacle dans leur dispersion et un modèle théorique de diffusion en plein air pourrait suffire. Le cas des processions soulève en revanche d'autres difficultés relatives à l'acquisition de données. La connaissance du parcours est parfois bien maîtrisée (*pompa triumphalis* par exemple), quand pour d'autres elle n'est connue que par bribes⁷², voire nimbée d'un flou complet⁷³. À ces incertitudes s'ajoute le fait que même sur un parcours bien connu, toutes les données archéologiques concernant l'environnement urbain ne sont pas maîtrisées, notamment l'élévation des bâtiments ou leur matériau de composition, éléments fondamentaux pour les calculs d'acoustique. Pour qui souhaiterait donc sortir des espaces les mieux documentés – qui sont évidemment les premiers à avoir connu des modélisations numériques, comme le *forum romanum* –, il faudrait donc procéder à des simulations intégrant diverses hypothèses quant aux données manquantes. C'est encore une fois l'avantage des reconstructions digitales que de permettre le test de différentes versions à moindres frais. On pourrait dans ces conditions envisager de restituer avec les sons l'expérience de la mobilité, dépassant les reconstitutions centrées en un lieu fixe, un point de passage de la *pompa*, alors que le déplacement faisait partie de sa définition même.

Bien évidemment, la difficulté technique induite par le souhait d'une auralisation à grande échelle ne

66. Sur la topographie des lieux de la justice, voir par exemple David 1983; David 1992, 14-18 et 39-45; Coarelli 2009; De Angelis 2010.

67. Pour une étude pluridisciplinaire de cet instrument, voir Vendries 2019.

68. Varro, *Ling.* 6, 90-92.

69. Voir Vendries 2015b. Toutes les séquences rituelles liées à la religion publique pourraient ainsi faire l'objet de ce genre d'enquête afin d'en voir l'impact sur le tissu urbain et l'implication sensorielle qu'elles pouvaient avoir pour d'éventuels spectateurs.

70. Favro & Johanson 2010, 35, n. 58.

71. Caussé *et al.* 2019. L'étude a été menée dans le cadre du programme « Paysages sonores et espaces urbains de la Méditerranée antique », soutenu par l'École française de Rome, l'École française d'Athènes et l'Institut français d'archéologie orientale.

72. Voir les variations proposées par Favro & Johanson 2010 sur la *pompa funebris*.

73. Par exemple la procession annuelle des *tibicines* lors de la fête des Quinquatries, un événement pourtant hautement sonore. Voir les hypothèses émises par Flambard 1987 quant à son parcours, ainsi que Vincent 2021, 252-257.

doit pas être minimisée, particulièrement dans le cas d'un récepteur en mobilité, comme c'est le cas lors des processions. La création de modèles numériques simplifiés sur le plan visuel, afin de permettre une liberté de mouvement dans l'espace ainsi créé, est désormais une capacité technique acquise, comme le montre le plan virtuel caennais. En revanche, le fait de pouvoir adapter en temps réel la production sonore au déplacement de l'auditeur dans un espace virtuel suppose des moyens de calcul bien plus importants. Pour que l'auralisation réponde à des questionnements scientifiques et ne relève pas d'un simple habillage, il est effectivement question que l'on puisse adapter au fur et à mesure du déplacement les données de la perception sonore en fonction des propriétés acoustiques des lieux, et non simplement superposer une bande-son fixe sur une image en mouvement. Il s'agit là d'un obstacle technique dont on ne peut qu'espérer qu'il ne soit pas trop long à lever.

Conclusion

Ville extra-ordinaire, Rome l'était dans l'Antiquité ; elle le reste aujourd'hui comme objet d'histoire, par la concentration de sources à disposition, excitant l'appétit de chercheurs toujours plus enclins à comprendre son fonctionnement. L'accent mis sur l'expérience multisensorielle de la Ville est un appel à dépasser une appré-

hension par trop visuelle de l'espace qui, si elle s'impose immédiatement à nous, correspond à un appauvrissement de la réalité. La prise en compte des nombreux sons que les sources anciennes situent plus ou moins précisément dans le tissu urbain est une première frontière à franchir. Outre la satisfaction d'ajouter une strate du vivant à notre compréhension de la Ville, il s'agit également, par l'analyse des effets acoustiques de l'espace et de l'architecture (*aural architecture*), de se servir du son comme d'une nouvelle clé d'interrogation et de compréhension de Rome. Ainsi, ce n'est pas la curiosité pour les sons anciens qui sert de motivation, le fantasme d'écouter le passé comme s'il pouvait remonter sans filtre des tréfonds du temps et se donner à nous indépendamment de toute contextualisation des modalités de perception, mais bien la conviction que la combinaison des méthodes classiques des historiens et archéologues aux technologies de reconstitution numérique peut être source de connaissances. Par ce dialogue entre les disciplines et les méthodologies, traditionnelles et innovantes, une Rome sonorisée mérite d'être placée au cœur des humanités numériques.

Alexandre VINCENT

Université de Poitiers, HeRMA (UR 15071)

Institut Universitaire de France

Références bibliographiques

- AUSSAL M., GUEGUEN R. (2018), « Open-source platforms for fast room acoustic simulations in complex structures », *arXiv:1811.05784 [cs, eess]*.
- BECK R., KRAMPL U., RETAILLAUD-BAJAC E. (dir.) (2013), *Les cinq sens de la ville du Moyen Âge à nos jours*, Tours, Presses universitaires François Rabelais.
- BERTRAND A. (2013), « Parcourir la ville. Le marcheur et les temples à l'époque romaine, quelques pistes de réflexion », in *Marche et espace urbain de l'Antiquité à nos jours*, J. Le Maire, C. Loir (dir.), Bruxelles, Mardaga, p. 45-60.
- BETTS E. (2011), « Towards a Multisensory Experience of Movement in the City of Rome », in Laurence & Newsome 2011, p. 118-133.
- BETTS E. (dir.) (2017a), *Senses of the Empire: multisensory approaches to Roman culture*, Abingdon – New York, Routledge.
- BETTS E. (2017b), « The multivalency of sensory artefacts in the city of Rome », in Betts 2017a, p. 23-38.
- BLESSER B., SALTER L.R. (2007), *Spaces speak, are you listening? Experiencing aural architecture*, Cambridge, MIT Press.
- BUTLER S., PURVES A.C. (dir.) (2013), *Synaesthesia and the Ancient Senses*, Durham, Acumen.
- CANAC F. (1967), *L'acoustique des théâtres antiques: ses enseignements*, Paris, CNRS Éditions.
- CAUSSÉ R., MILLE B., TANSU M. (2019), « La facture des trompes: étude acoustique et métallurgique, essai de modélisation », in Vendries 2019, p. 79-98.
- COARELLI F. (1999), s.v. « Rostra (età repubblicana) », *LTUR IV*, p. 212-214.
- COARELLI F. (2009), « I luoghi del processo », in *La repressione criminale nella Roma repubblicana fra norma e persuasione*, B. Santalucia (dir.), Pavie, IUSS Press (Pubblicazioni del CEDANT; 5), p. 3-13.
- DAVID J.-M. (1983), « Le tribunal dans la basilique. Évolution fonctionnelle et symbolique de la république à l'Empire », in *Architecture et société, de l'archaïsme grec à la fin de la république romaine* (Actes du colloque international organisé par le CNRS et l'École française de Rome, Rome 2-4 décembre 1980), Rome, École française de Rome (Collection de l'EFR; 66), p. 219-241.
- DAVID J.-M. (1992), *Le patronat judiciaire au dernier siècle de la République romaine*, Rome, École française de Rome (BEFAR; 277).
- DAY J. (2013), *Making Senses of the Past: Toward a Sensory Archaeology*, Carbondale, Center for Archaeological Investigations, Southern Illinois University Press (Occasional Paper; 40).
- DE ANGELIS F. (dir.) (2010), *Spaces of justice in the roman world*, Leyde, Brill (Columbia studies in the classical tradition; 35).
- EMERIT S., PERROT S., VINCENT A. (dir.) (2015), *Le paysage sonore de l'Antiquité: méthodologie, historiographie et perspectives* (Actes de la journée d'études tenue à l'École française de Rome le 7 janvier 2013), Le Caire, Institut français d'archéologie orientale (Recherches d'archéologie, de philologie et d'histoire; 40).
- FAVRO D., JOHANSON C. (2010), « Death in Motion: Funeral Processions in the Roman Forum », *Journal of the Society of Architectural Historians*, 69, 1, p. 12-37.
- FLAMBARD J.-M. (1987), « Des Esquilies à l'Aventin. Lecture topographique de la fête des flûtistes en grève », in *Sociabilité, pouvoirs et société* (Actes du colloque de Rouen, 24-26 novembre 1983), F. Thélamon (dir.), Mont-Saint-Aignan, Publications de l'Université de Rouen, p. 117-126.
- FLEURY P. (2014), « Le plan de Rome de Paul Bigot. De la maquette en plâtre de Paul Bigot à la maquette virtuelle de l'Université de Caen », *Civiltà Romana*, 1, p. 109-124.
- GÉLARD M.-L. (dir.) (2017), *Les sens en mots. Entretiens avec Joël Candau, Alain Corbin, David Howes, François Laplantine, David Le Breton et Georges Vigarello*, Paris, Pétra.
- GUEGUEN R. (2018), *Virtualisation architecturale visuelle et auditive du théâtre antique d'Orange*, Thèse de doctorat, Paris, Sorbonne Université.
- HAMILAKIS Y. (2013), *Archaeology and the Senses: Human Experience, Memory, and Affect*, New York, Cambridge University Press.
- HAUG A., KREUZ P.A. (dir.) (2016), *Stadterfahrung als Sinneserfahrung in der römischen Kaiserzeit*, Turnhout, Brepols (Studies in Classical Archaeology; 2).
- HOLTER E., MUTH S., SCHWESINGER S. (2018), « Sounding Out Public Space in Late Republican Rome », in *Sound and the Ancient Senses*, S. Butler, S. Nooter (dir.), Londres – New York, Routledge (The Senses in Antiquity), p. 44-60.
- HUMM M. (2012), « Silence et bruits autour de la prise d'auspices », in *Les sons du pouvoir dans les mondes anciens* (Actes du colloque international de La Rochelle, 25-27 novembre 2010), M.T. Schettino, S. Pittia (dir.), Besançon, Presses universitaires de Franche-Comté, p. 275-295.

- KLEINER M., DALENBÄCK B.I., SVENSSON P. (1993), « Auralization-An Overview », *Journal of the Audio Engineering Society*, 41, 11, p. 861-875.
- LAURENCE R., NEWSOME D.J. (dir.) (2011), *Rome, Ostia, Pompeii: Movement and Space*, Oxford, Oxford University Press.
- MACAULAY-LEWIS E. (2011), « The City in Motion: Walking for Transport and Leisure in the City of Rome », in Laurence & Newsome 2011, p. 262-289.
- MADELEINE S., FLEURY P. (2011), « Le "Plan de Rome" de Paul Bigot à l'Université de Caen et son double virtuel: de l'objet patrimonial à l'outil scientifique », *In Situ. Revue des patrimoines*, 17, p. 1-12.
- MCCALMAN I., PICKERING P.A. (dir.) (2010), *Historical reenactment: from realism to the affective turn*, Basingstoke, Palgrave Macmillan.
- MEHL V., PÉAUD L. (dir.) (2019), *Paysages sensoriels: approches pluridisciplinaires*, Rennes, Presses universitaires de Rennes.
- MOURITSEN H. (2001), *Plebs and Politics in the Late Roman Republic*, Cambridge, Cambridge University Press.
- NELIS-CLÉMENT J. (2008), « Le cirque romain et son paysage sonore », in Nelis-Clément & Roddaz 2008, p. 431-457.
- NELIS-CLÉMENT J., RODDAZ J.-M. (dir.) (2008), *Le cirque romain et son image*, Pessac, Ausonius.
- NIELSEN I. (1993), s.v. « *Castor, aedes, templum* », *LTUR* I, p. 242-245.
- O'SULLIVAN T. (2011), *Walking in Roman Culture*, Cambridge, Cambridge University Press.
- SAURA-ZIEGELMEYER A. (2018), « L'Antiquité et les jeux vidéo: représentations sonores », in *Antiquipop. La référence à l'Antiquité dans la culture populaire contemporaine*, F. Bièvre-Perrin, É. Pampanay (dir.), Lyon, Maison de l'Orient et de la Méditerranée, doi :10.4000/books.momeditions.3359.
- SKEATES R., DAY J. (2019), *The Routledge Handbook of Sensory Archaeology*, Londres – New York, Routledge.
- SMITH M.M. (2007), *Sensory History*, Oxford, Berg.
- STERNE J. (2003), *The Audible Past: Cultural Origins of Sound Reproduction*, Durham, Duke University Press.
- TONER J.P. (dir.) (2014), *A Cultural History of the Senses. Antiquity*, Londres, Bloomsbury.
- TRUAX B. (1984), *Acoustic Communication*, Westport, Ablex Publishing.
- TUAILLON-DEMÉSY A. (2014), « L'histoire vivante médiévale. Pour une ethnographie du "passé contemporain" », *Ethnologie française*, 44, 4, p. 725-736.
- VANEL H. (2013), *Triple entendre: furniture music, Muzak, Muzak-Plus*, Urbana, University of Illinois Press.
- VENDRIES C. (2015a), « La musique de la Rome antique dans le péplum hollywoodien (1951-1963). Entre reconstitution et réinvention », *MEFRA*, 127, 1, p. 259-304.
- VENDRIES C. (2015b), « De bruit dans la cité: l'invention du "paysage sonore" et l'Antiquité romaine », in *Emerit et al.* 2015, p. 209-232.
- VENDRIES C. (dir.) (2019), *Cornua de Pompéi: trompettes romaines de la gladiature*, Rennes, Presses universitaires de Rennes.
- VINCENT A. (2016), *Jouer pour la cité. Une histoire sociale et politique des musiciens professionnels de l'Occident romain*, Rome, École française de Rome (BEFAR; 371).
- VINCENT A. (2017), « Une histoire de silences », *Annales. Histoire, Sciences sociales*, 72, 3, p. 633-658.
- VINCENT A. (2020), « "Rome est à mon chevet / *Et ad cubilest Roma*" (Mart. *Ep.*, 12, 57, 27). Peut-on parler de nuisances sonores liées au monde des métiers à Rome? », *MEFRA*, 132, 2, p. 297-312.
- VINCENT A. (2021), « Les cultes des associations de musiciens dans l'Occident romain », in *Sacrum Facere. Atti del VI seminario di Archeologia del Sacro. Forme associative e pratiche rituali nel mondo antico* (Trieste, 24-25 maggio 2019), F. Fontana (dir.), Trieste, Edizioni Università di Trieste (Polymnia: Collana di Scienze dell'Antichità. Studi di Archeologia; 11), p. 229-263, en ligne: <https://www.openstarts.units.it/handle/10077/33361?mode=full>.
- VINCENT A. (2022), « La sensibilité d'une ville. Rome, entre histoire urbaine et histoire des sens », in *Rome, archéologie et histoire urbaine. Trente ans après l'Urbs (1987)*, C. Courrier, J.-P. Guilhembet, N. Laubry, D. Palombi (dir.), Rome, École française de Rome (Collection de l'EFR; 598), p. 389-403.
- WILLE G. (1967), *Musica Romana. Die Bedeutung der Musik im Leben der Römer*, Amsterdam, P. Schippers.