



HAL
open science

Pas dur de la feuille

Adelin Barbacci

► **To cite this version:**

Adelin Barbacci. Pas dur de la feuille. Société Française des Horticulteurs de France, 2024. hal-04715364

HAL Id: hal-04715364

<https://hal.inrae.fr/hal-04715364v1>

Submitted on 30 Sep 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.

PAS DUR DE LA FEUILLE ?¹

Adelin Barbacci

Université de Toulouse, INRAE, CNRS, Laboratoire des Interactions Plantes Microorganismes Environnement (LIPME),

Les dispositifs sonores permettant de stimuler diverses fonctions de la plante, telles que sa croissance ou son immunité, ont fait leur apparition parmi les solutions proposées aux agriculteurs ou horticulteurs. S'il est impossible d'évaluer l'efficacité de ces dispositifs faute de données pertinentes, les connaissances scientifiques permettent de dire qu'il existe une réelle sensibilité des plantes au son, mais cette réalité est parfois cruelle !

1. L'EFFET DU SON SUR LES PLANTES : UNE QUESTION INITIALEMENT NON SCIENTIFIQUE

Les plantes peuvent-elles percevoir les sons ? Encore récemment, cette question pouvait sembler étrange pour un biologiste, les plantes n'étant pas dotées d'un organe auditif identifié, ni ne réagissant de manière évidente aux sons.

Pourtant, l'idée que les plantes seraient sensibles à la voix ou aux sons, semble profondément ancrée dans l'inconscient collectif. On a vu apparaître dès le milieu du XXe siècle de nombreux albums qualifiés de « musique pour les plantes »², qui fournissait « une musique chaleureuse pour les plantes... et les gens qui les aiment », et qui était offert aux acheteurs de plantes vertes dans une jardinerie de Los Angeles.

Aujourd'hui, cette mode persiste sous la forme d'expériences de connexion entre les plantes et les humains via de petits dispositifs électroniques³, qui traduit en musique l'activité électrique captée à la surface des plantes.

2. UNE ACCUMULATION DE RÉSULTATS ET DE DISPOSITIFS DONT IL EST DIFFICILE D'ÉVALUER LA PERTINENCE

Dès les années 1960-1970 des premiers scientifiques ont cherché à évaluer l'impact des ondes sonores sur les végétaux, sous abri ou en plein champ : céréales et légumes tels que l'orge, le blé, le riz, le chou, les concombres, les haricots, les tomates, les fraises, etc., avec des sons purs bien définis, en variant la fréquence (de quelques centaines à quelques milliers de hertz), l'intensité (souvent élevée, jusqu'à 100 décibels), la durée de l'exposition (de quelques secondes à plusieurs jours), et ce à différents stades végétatifs.

Les résultats ont alors permis d'établir un impact généralement positif des sons sur la croissance des végétaux, augmentant le taux de germination, la hauteur de la tige, l'élongation et l'orientation des racines, ainsi que la résistance aux maladies. L'effet était dépendant des espèces et des caractéristiques du traitement sonore.

Dans la foulée de ces travaux pionniers, des premiers systèmes de diffusion sonore ont pu être proposés aux agriculteurs pour stimuler et protéger leurs cultures, notamment aux USA et en Chine. En France, la société Genodics propose depuis 2008 l'installation d'un dispositif numérique diffusant des mélodies sonores (des « protéodies ») pour renforcer et soigner les plantes cultivées.

¹ Extrait de la présentation faite lors du Colloque SNHF « Sensibilité des plantes » 31 mai 2024

² *Mother Earth's Plantasia* de Mort Garson - 1976

³ PlantWave de l'entreprise californienne Data Garden, vendu dans le monde entier

3. L'EFFET DU SON POURRAIT JOUER UN RÔLE POUR LA PLANTE

Au début des années 2000, des chercheurs de l'université chinoise de Chongqing, ont effectué des travaux visant à donner une explication ; au niveau cellulaire les ondes sonores audibles ont un impact sur la concentration en ions calcium dans les cellules et sur les microfilaments d'actine, composants majeurs du squelette cellulaire ainsi que sur la déformabilité et la structure des membranes cellulaires.

Une nouvelle vague de travaux a profité du développement de la bioacoustique, d'abord en 2010 en Australie, puis en 2014, à l'université du Missouri ; ces derniers montrent que l'exposition de l'arabette (*Arabidopsis thaliana*) à un enregistrement audio des vibrations sonores produites par la mastication de la chenille de la piéride (*Pieris rapae*) améliorerait chez cette plante sa capacité ultérieure à se défendre efficacement contre la chenille (Appel & Cocroft, 2014).

Ces travaux questionnent directement l'adaptation des organismes à leur milieu : grâce à eux la bioacoustique végétale a pu émerger en tant que nouveau champ d'étude.

Notre laboratoire a ainsi exploré récemment les impacts du son sur l'immunité des plantes. Nous avons constaté que les sollicitations sonores peuvent nettement renforcer la résistance de l'arabette à la pourriture blanche causée par le champignon *Sclerotinia sclerotiorum*. La stimulation acoustique consiste en un son monofréquence de 1 kHz, d'intensité 100 dB pendant 3 h, appliqué une fois par jour pendant 10 jours.

Le gain de résistance obtenu par stimulation apparaît fortement dépendant de la durée d'exposition et il faut au moins trois stimulations pour constater un gain de résistance de 25 %. Ce gain reste stable pour un plus grand nombre de stimulations.

Par séquençage d'ARN, on a déterminé qu'un tiers du génome est impliqué dans la réponse immunitaire de la plante avec des cascades de transcriptions de gènes qui forment une mémoire.

Cependant, cette mémoire transcriptionnelle est aussi à l'origine de contraintes fortes. La première limite est l'impossibilité d'obtenir un gain plus grand en stimulant plus fréquemment les plantes. La seconde limite est la durée très courte de la mémoire transcriptionnelle. Nos expériences montrent que lorsqu'on arrête les stimulations acoustiques, le gain de résistance disparaît après un jour et demi. Cruelle réalité !

Il est encore difficile de savoir si ces résultats sont extrapolables à d'autres couples plantes / pathogènes et ils sont trop récents pour avoir été confirmés par d'autres équipes de recherche.

4. NOUS NE SAVONS TOUJOURS PAS COMMENT LES PLANTES PERÇOIVENT LES SONS

Trois mécanismes sont avancés pour expliquer comment les plantes pourraient percevoir le son. La première hypothèse repose sur les trichomes, ces petits poils qui recouvrent la surface des feuilles et des tiges de nombreuses plantes (Fig. A), qui pourraient agir de façon similaire aux cellules ciliées de la cochlée dans nos oreilles. La deuxième hypothèse repose sur les canaux ioniques présents dans la membrane cellulaire et sensibles aux variations de pression. Ces hypothèses n'ont pas encore été vérifiées.

Enfin, un autre type de structure, les microtubules, semble également adapté à la perception sonore. Ces filaments, qui composent le cytosquelette de toutes les cellules, peuvent détecter les signaux mécaniques de faible amplitude. Ceci suggère qu'ils pourraient également être impliqués dans la perception des ondes sonores par les plantes. Notre laboratoire a engagé des travaux pour le vérifier. L'amplitude maximale des déplacements est de l'ordre de la taille d'un virus pour les fréquences inférieures à 1 000 Hz et de l'ordre de la taille d'une molécule au-delà (Fig. B). Il est encore trop tôt pour dire avec certitude que la mécano-perception est impliquée dans la perception des ondes acoustiques par les plantes.

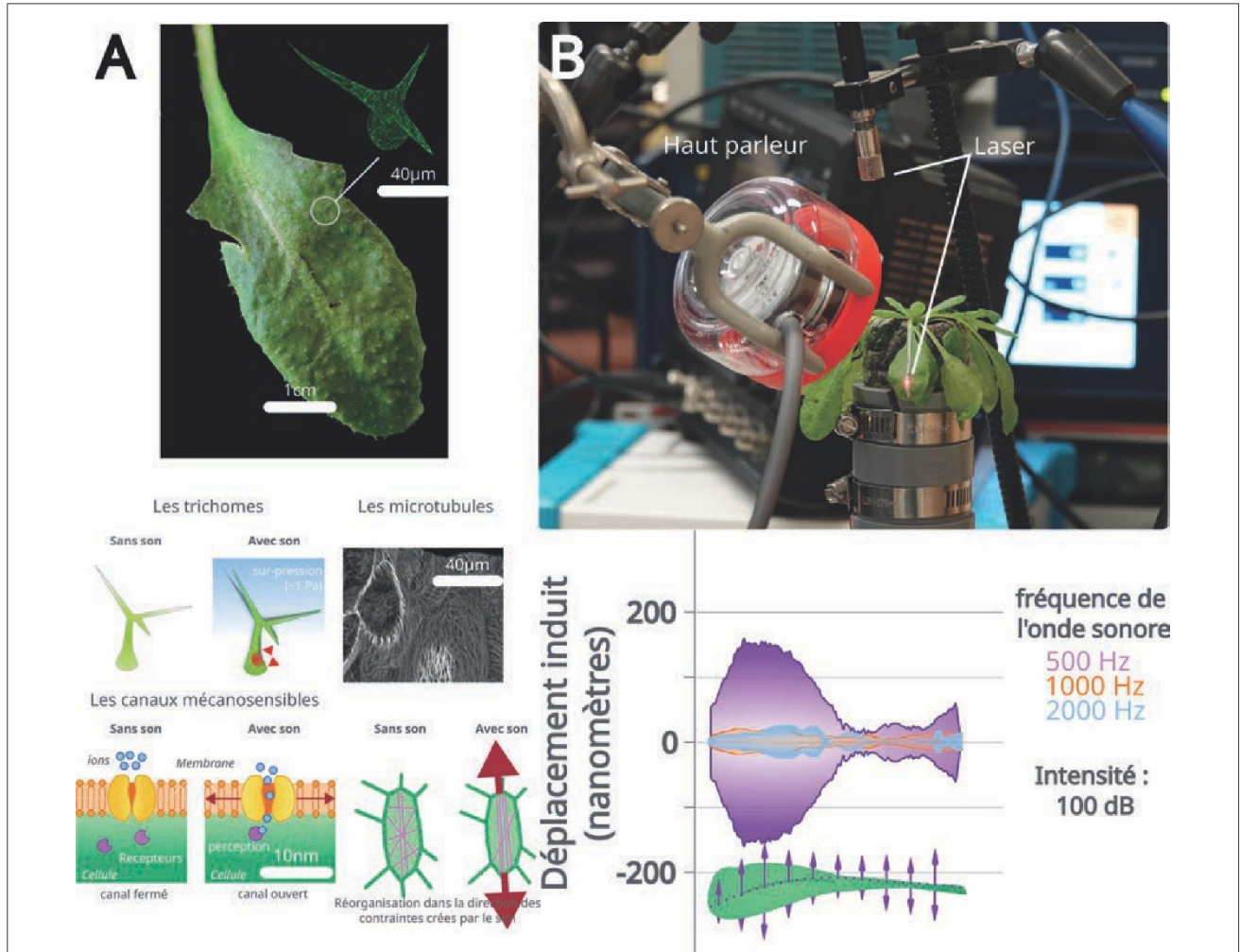


Figure.

A. Mécanismes hypothétiques de perception des ondes sonores par les plantes.

B. Mesures des déplacements de feuilles d'*Arabidopsis thaliana* induits par des ondes de différentes fréquences (500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz) et d'intensité fixe (100 dB)

5. L'EFFET DU SON SUR LES PLANTES EST DEVENU UN SUJET SCIENTIFIQUE

D'un sujet autrefois marginal et peu intéressant pour la biologie, la question de la perception du son par les plantes pourrait désormais transformer radicalement notre compréhension de celles-ci. Pourrait-il s'agir d'un élément clé de leur adaptation et de leur survie ? C'est ce que suggère une équipe de chercheurs de l'université de Tel-Aviv qui a récemment démontré que des plantes confrontées à un stress hydrique ou à des blessures émettent des ultrasons à des fréquences de centaines de milliers de hertz, potentiellement perceptibles par les plantes voisines (Khait *et al.*, 2023). Ces ondes pourraient-elles servir de signal « d'alerte » aux plantes voisines pour se préparer au stress ?

Références

- APPEL H.M., COCROFT R.B., 2023. - Plant ecoacoustics: a sensory ecology approach. Trends Ecol. Evol. 38, 623–630. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2023.02.001>
- BARBACCI A., RAFFAELE S., 2021. - La résistance quantitative aux maladies chez les plantes, in: L'immunité des plantes. Pour des cultures résistantes aux maladies. Quae, pp. 51–63.
- HADJ-AMOR K., 2024. - Classification et inférence de réseaux de gènes à partir de séries temporelles très courtes. Application à la modélisation de la mémoire transcriptionnelle végétale associée à des stimulations sonores répétées. (Mathématiques Appliquées). Paul Sabatier.
- KHAIT I., *et al.*, 2023. Sounds emitted by plants under stress are airborne and informative. Cell 186, 1328-1336.e10. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2023.03.009>