

Les plantes émettent et captent les sons

Des chercheurs de l'Université de Tel-Aviv ont enregistré et analysé les sons émis par les plantes et ont découvert qu'elles émettaient des cliquetis, émanant à un volume similaire à la parole humaine, mais à une fréquence trop élevée pour que nos oreilles puissent les capter.

En effet, lorsqu'elles sont soumises à un stress, les plantes sont capables d'émettre des bruits particuliers, jusqu'alors jamais identifiés.

Tout comme les humains, les plantes émettent, elles aussi, des sons afin d'exprimer leur mécontentement. Des marmonnements anxieux qui correspondent au type de stress auquel ces végétaux sont soumis. *"On pourrait penser que diffuser des plaintes nécessite, à tout le moins, une bouche. Mais des recherches récentes sur le règne végétal montrent qu'une bouche n'est pas essentielle"*, écrit le New York Times, qui relaie des travaux publiés dans la revue « Cell ».

La biologiste Lilach Hadany, de l'Université de Tel Aviv (Israël), a découvert que les plantes qui ont besoin d'eau ou dont les tiges ont récemment été coupées émettent jusqu'à environ trente-cinq sons par heure, tandis que les plantes bien hydratées et non coupées sont beaucoup plus silencieuses, ne produisant qu'environ un son par heure. La scientifique avance que ces gémissements pourraient être liés à ce qu'on appelle la cavitation, lorsque de minuscules bulles éclatent et produisent des mini-ondes de choc à l'intérieur du système vasculaire de la plante.

On savait déjà que les plantes communiquent entre elles, en émettant des produits chimiques connus sous le nom de volatils. On sait aussi qu'elles interagissent avec d'autres organismes qui produisent des sons en permanence, à l'instar des abeilles qui bourdonnent. Cependant, c'est la première fois qu'une étude s'intéresse au fait que les plantes produisent elles-mêmes des sons, dans le but de transmettre une information. Un programme d'intelligence artificielle pourrait dire, avec une précision de 70%, si la plante grincheuse avait soif ou risquait d'être décapitée, suggère la chercheuse dans son compte-rendu.

Pour arriver à cette conclusion, la chercheuse et son équipe ont mis sur écoute des végétaux, en les plaçant dans des boîtes en bois insonorisées, avec deux microphones braqués sur leurs tiges. Lilach Hadany indique avoir choisi d'utiliser

pour les besoins de l'expérience des plants de tomates (*Solanum lycopersicum*) et de tabac (*Nicotiana tabacum*), car ils sont faciles à cultiver et que leur génétique est bien connue. Malheureusement, les sons émis par les plantes restent inaudibles pour un humain, parce qu'ils sont trop aigus, explique-t-elle. L'équipe a dû les transformer pour qu'on puisse les entendre.

Ces bruits sont perceptibles, en revanche, par certains animaux comme les souris et des papillons de nuit. Désormais, la question est de savoir si d'autres plantes pourraient écouter les plaintes de leurs voisines.

En 2019, des recherches menées par une équipe de biologistes ont montré que certaines fleurs produisent plus de nectar quand elles enregistrent le son des pollinisateurs. Sans aller jusqu'à dire que les plantes sont dotées d'une forme d'intelligence, on sait désormais qu'elles sont bien plus bavardes qu'on ne le pensait jusqu'à présent.

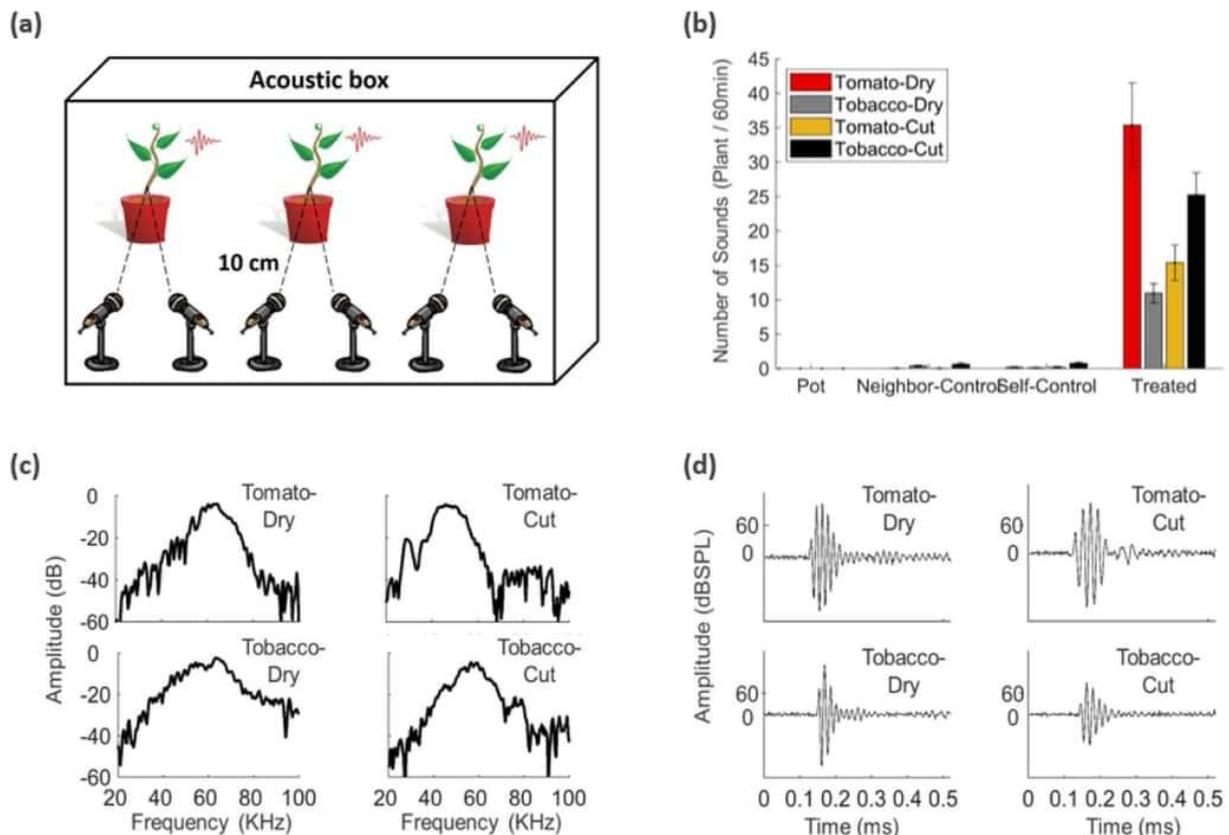
De précédentes études de l'Université de Tel-Aviv, publiées en 2019, avaient déjà démontré que les plantes réagissent lorsqu'elles sont stressées. Par exemple, elles peuvent changer d'apparence physique, en se flétrissant ou en changeant de couleur ; elles peuvent devenir amères ou synthétiser des composés toxiques pour dissuader les herbivores de les manger ; émettre des odeurs, ou encore réagir au son des pollinisateurs en augmentant leur concentration en sucre. Mais jusqu'à présent, aucune étude n'avait encore démontré que les végétaux émettaient des sons. « *Les plantes stressées émettent des sons aériens qui peuvent être enregistrés à distance et classifiés* », expliquent les chercheurs.

Comment ça marche ? Les scientifiques de l'Université de Tel-Aviv ont enregistré des ultrasons émis par des plants de tomates et de tabac « *dans une chambre acoustique et dans une serre, tout en surveillant les paramètres physiologiques de la plante* », expliquent-ils. Les plantes testées ont été privées d'eau, ont subi une coupure à la tige ou ont été laissées seules.

C'est dans cette situation – de stress pour ces plantes – que les chercheurs ont enregistré des sons en « clics », qui ressemblent un peu à du pop-corn qui éclate, détaille le quotidien israélien « The Times of Israel ». Ces sons sont émis à des fréquences élevées, situées entre 20 kHz et 100 kHz (kilohertz), inaudibles pour l'oreille humaine, dont le champ auditif, c'est-à-dire la gamme de fréquences sonores audibles, ne dépasse que rarement les 16 kHz.

Les plantes émettent des ultrasons à des fréquences comprises entre 20 et 100 kHz, et détectables jusqu'à plusieurs mètres de distance. C'est la découverte surprenante d'Itzhak Khait et ses collègues de l'université de Tel Aviv dont l'article vient d'être publié sur la plateforme « bioRxiv ». Les chercheurs ont placé des microphones à 10 cm de plants de tabac et de tomates, puis leur ont fait subir un stress, soit en les soumettant à une sécheresse, soit en pratiquant une coupure à la tige au niveau de la racine. Ils ont ensuite enregistré les sons émis durant une heure.

Lorsqu'elles sont stressées, les plantes émettent non seulement des bruits, mais ces derniers peuvent être interprétés comme une sorte de langage. Les chercheurs ont ainsi développé un algorithme pour isoler le son émis par les plantes du bruit ambiant (pluie, vent, bruissements...). Ils ont pu détecter quel type de stress était subi par la plante en fonction de la fréquence et de l'intensité du son. Un plant de tomates en situation de sécheresse émet ainsi en moyenne 35 sons par heure, contre 11 pour le tabac. Lorsque la tige est coupée, la tomate émet 25 sons par heure et le tabac 15. De même, le tabac stressé émet des sons de plus forte intensité que la tomate.



Mais par quel mystère les plantes sont-elles ainsi capables d'émettre des sons ? Selon Hadany, c'est grâce à un phénomène de cavitation. Pour aspirer la sève

vers le haut, la pression dans le xylème est normalement inférieure à celle de la pression atmosphérique et même négative. Mais, lors d'épisodes de sécheresse, la tension sur les parois des vaisseaux devient trop forte, et de minuscules bulles d'air peuvent être aspirées dans le xylème, créant une « *embolie* » parfois fatale. Les sons émis pourraient donc provenir de la formation et de l'éclatement de ces microbulles.

Les auteurs suggèrent que ce « langage » pourrait être utilisé par les insectes pour choisir où déposer leurs larves, leur permettant d'éviter les plantes fragilisées, ou encore par les animaux comme les chauves-souris ou les herbivores (sensibles aux ultrasons), qui pourraient ainsi venir à la rescousse des plantes attaquées en dévorant le visiteur indésirable. En outre, « *cette faculté pourrait constituer un nouvel outil pour l'agriculture de précision, afin de détecter les plantes soumises à un stress hydrique grâce à un simple « microphone* », augurent les auteurs.

D'autre part, selon une nouvelle étude, les plantes peuvent réellement « **écouter** » ce qui se passe autour d'elles, notamment entendre le bourdonnement des abeilles et produire un nectar plus sucré, en réponse pour attirer les insectes volants. Et les fleurs sont littéralement leurs « oreilles ».

En effet, en quelques minutes à peine après avoir détecté les ondes sonores générées par des ailes d'abeilles voisines à travers les pétales de fleurs, la concentration de sucre dans le nectar de la plante avait augmenté de 20%. De plus, les fleurs semblaient même capables d'ignorer certains bruits de fond nuisants, tel que le vent.

Selon les scientifiques, cette capacité pourrait bien conférer à certaines plantes un avantage évolutif, en maximisant de ce fait leurs chances de disséminer le pollen. « *Nos résultats montrent pour la toute première fois que les plantes peuvent réagir rapidement aux sons des pollinisateurs d'une manière écologiquement pertinente* », écrivent les chercheurs, de l'Université de Tel-Aviv. Ils ont alors effectué des expériences en se basant sur l'hypothèse suivante : les plantes peuvent effectivement capter les vibrations provoquées par les ondes sonores, ce qui pourrait en partie expliquer la raison pour laquelle les fleurs de nombreuses plantes ont la forme d'une cuvette pour leur permettre de mieux capturer les sons.

Au cours de plusieurs expériences impliquant plus de 650 fleurs d'onagre (ou primevère du soir), la production de nectar a été mesurée en réponse au silence,

en réponse à un son à trois niveaux de fréquence, ainsi qu'à l'enregistrement du bourdonnement des abeilles.

L'enregistrement du bourdonnement des abeilles, ainsi que les sons de basse fréquence (qui correspondaient étroitement à l'enregistrement des abeilles), ont suffi pour provoquer la modification de la composition du nectar, et cela en trois minutes seulement. Par contre, le silence et les sons de haute et moyenne fréquence n'ont eu aucun effet sur les plantes.

L'équipe a également tenté ces expériences avec des plantes dont certains pétales avaient été enlevés. Résultat : aucun changement dans la production de nectar n'a été noté, indiquant ainsi que ce sont bien les fleurs qui font office « *d'oreilles* » !

Ces tests de laboratoire ont été complétés par des observations effectuées sur des fleurs à l'état sauvage. « *Les plantes ont beaucoup d'interactions avec les animaux, et les animaux font et entendent des bruits* », a déclaré l'un des membres de l'équipe, Lilach Hadany. « *Il serait inadapté pour les plantes de ne pas utiliser le son pour la communication. Nous avons essayé de faire des prédictions claires pour tester cela et avons été assez surpris lorsque cela a fonctionné* », a ajouté Hadany.

Pour les plantes, produire un nectar plus sucré pourrait avoir comme conséquence que l'abeille reste sur la fleur plus longtemps (et se nourrisse plus longtemps de ladite fleur), ce qui augmenterait ses chances de récolter du pollen. Et pour la plante, les chances de voir d'autres insectes revenir sur les fleurs de la même espèce à l'avenir, sont également plus nombreuses. Il faut cependant que cette poussée de douceur sucrée soit parfaitement synchronisée, pour que les fleurs en valent la peine et que les abeilles s'y arrêtent. C'est exactement ce qui semble se produire.

À l'heure actuelle, le travail des chercheurs n'a pas encore été revu par des pairs, et nous ne savons pas exactement comment les vibrations sont décodées par les plantes. Nous ne savons pas non plus comment ces vibrations sont devenues un élément déclencheur de la production de nectar plus sucré. Mais, dans tous les cas, il s'agit d'un premier pas pour le moins intrigant dans le domaine des études concernant la compréhension des plantes et de leurs réactions face aux sons qui les entourent. « *Certaines personnes peuvent se demander comment font les plantes pour entendre ? J'aimerais que les gens comprennent que*

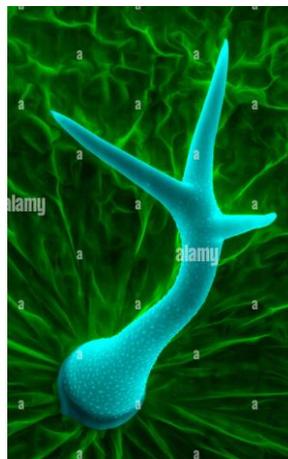
l'audition n'est pas seulement pour les oreilles », explique Marine Veits, une des auteures de l'étude. Il existe deux types de structures de sons dans les vibrations de chaque plante :

- celle liée à son espèce : les plantes de la même espèce partagent donc des vibrations identiques ;
- celle liée aux vibrations que la plante reçoit de l'extérieur : la plante émet une musique différente selon les activités de son environnement proche.

Le chant d'un camélia n'aura ainsi pas la même sonorité que celui d'un géranium, d'une fougère ou d'un hortensia. En associant plusieurs espèces de plantes, Jean et Frédérique Thoby ont créé des concerts philharmoniques botaniques d'une extrême richesse harmonique !

Quatre hypothèses ont été proposées pour expliquer comment le son pourrait être perçu par les plantes.

La première hypothèse se base sur la mécanoperception des trichomes, petits poils qui tapissent la surface et les tiges de nombreuses plantes.



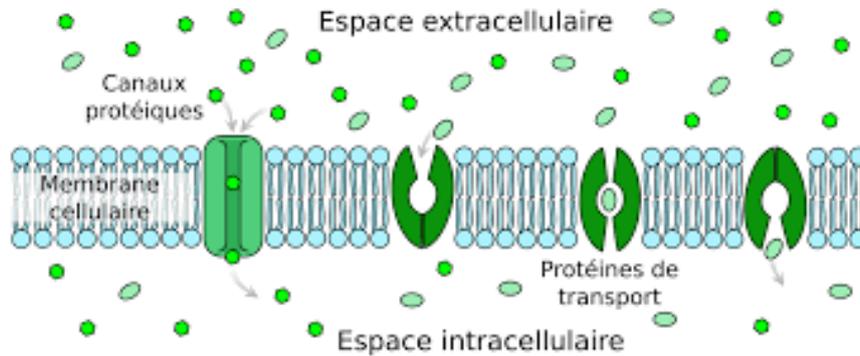
Trichome d'Arabidopsis

Quand un son de l'environnement de la plante a la même fréquence que celle du poil, ils entrent en résonance mécanique que la plante peut percevoir.

Problème : certaines plantes, comme les tomates, sont dépourvues de trichomes. Seraient-elles sourdes pour autant ?

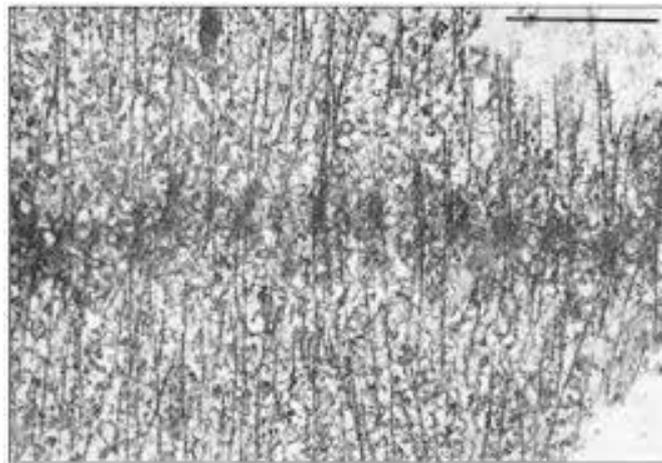
La seconde hypothèse, concerne les canaux ioniques : les ondes sonores provoquant des tensions entraînent l'ouverture des canaux qui laisseraient

passer les ions comme le chlore ou le calcium qui induiraient une réaction à l'intérieur de la cellule.



La troisième hypothèse concerne les microtubules.

Ces filaments de 25 nm d'épaisseur composent le cytosquelette de toutes les cellules et régulent la direction de croissance des cellules via la perception de signaux mécaniques de faible amplitude et interviennent dans la réponse à un pathogène, lequel en progressant dans une plante, modifie la tension à l'endroit où il se trouve.



Cette tension se propage rapidement vers les cellules saines qui mettent aussitôt en place un système de défense contribuant ainsi à diminuer presque de moitié la propagation de la maladie : nouvelle clé de l'Évolution ?!

La quatrième hypothèse : résistance induite par une prédation.



Arabis thaliana



Pieris rapae dévorant une feuille d'*Arabis*

Les biologistes Heidi Appel et Rex Cocroft ont démontré que les réponses de défense de **l'Arabidopsis thaliana** à **Pieris rapae** la chenille de la **Piéride** sont plus efficaces lorsque les plantes ont été exposées au préalable aux vibrations sonores de mastication de ladite chenille.

Ils montrent ainsi qu'un son peut agir comme signal et contribuer à la survie des plantes en améliorant leur résistance au pathogène...

Chaque stimulation sonore est donc susceptible de provoquer l'activation de fonctions spécifiques de la plante. L'ensemble des stimulations constitue une **mémoire** qui a dû jouer, joue et jouera un rôle important au cours de l'Évolution pour la survie des plantes ...