

Les diffusions de fréquences sonores conçues pour cibler les déshydrines induisent la tolérance au stress hydrique des semis de *Pisum sativum*

*Diffusions of sound frequencies designed to target dehydrins induce hydric stress tolerance in *Pisum sativum* seedlings*

Victor Prévost^{* a}, Karine David^b, Pedro Ferrandiz^a, Olivier Gallet^c, Mathilde Hindié^c

^a Genodics, SAS, 23 Rue Jean-Jacques Rousseau, 75001 Paris, France, ^b CY Cergy Paris Université, Biology Department, F-95000, Cergy, France, ^c CY Cergy Paris Université, ERRMECe, F-95000, Cergy, France,

* Auteur principal : victor.prevast@genodics.com.

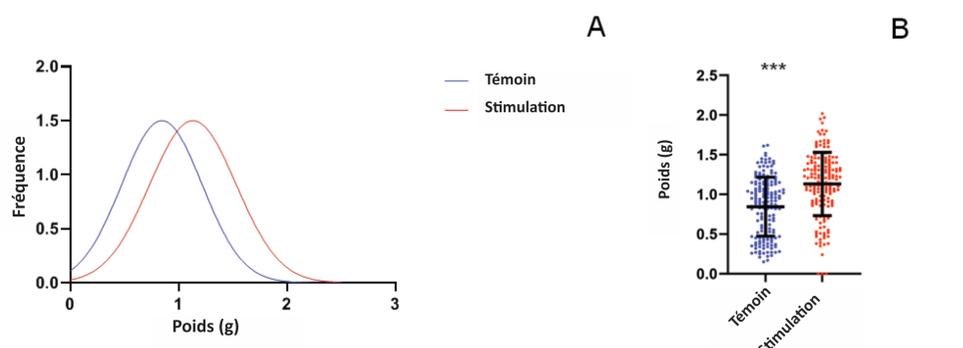
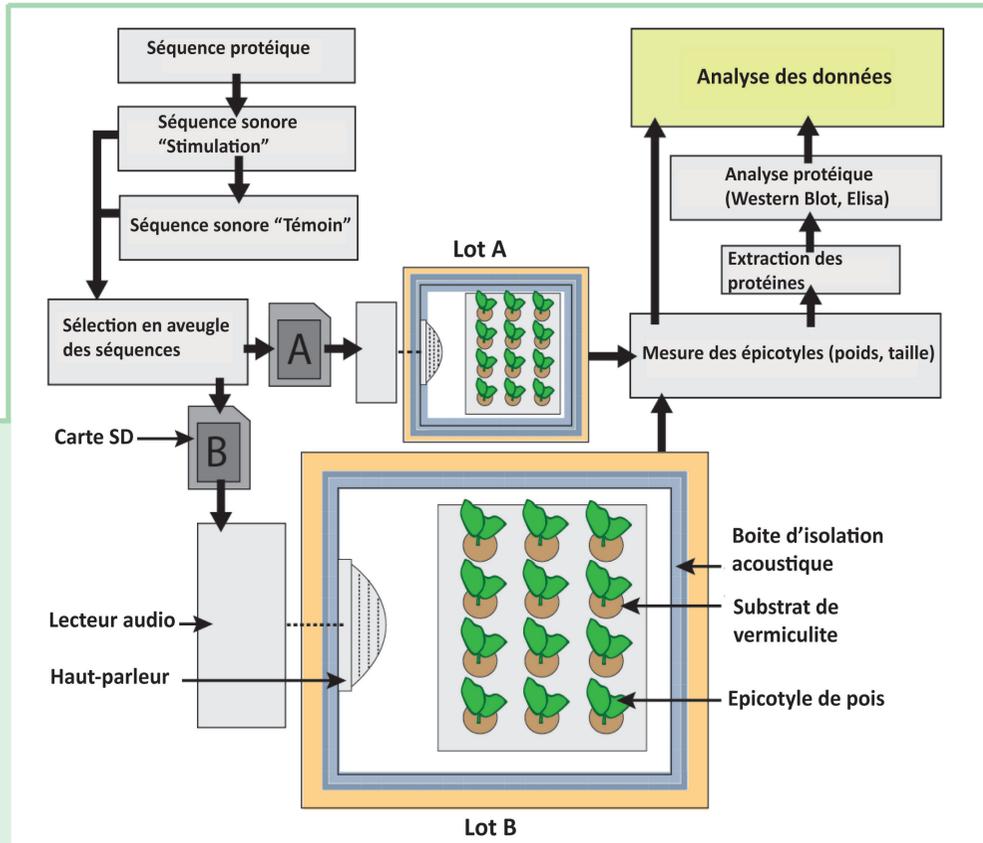
INTRODUCTION : La synthèse des protéines est un facteur clé dans l'adaptation des végétaux aux facteurs environnementaux. La régulation de la synthèse de protéines cibles au moyen de séquences sonores conçues sur mesure a fait l'objet d'études préliminaires^{1,2,3} ainsi que d'un brevet⁴, et nous avons choisi de mettre à l'épreuve ce procédé dans le cadre de l'adaptation au stress hydrique chez le pois à travers l'action d'une protéine de type heat-shock, la **déhydrine (DHD) cognate**. Cette approche suscite un intérêt croissant dans la recherche de nouveaux modes d'action en biologie⁵, et présente un potentiel évident dans le cadre de la gestion du stress hydrique en agriculture.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la réponse des semis de pois en conditions de stress salin lorsqu'ils sont exposés aux séquences sonores produites pour stimuler la synthèse de la DHD. Cette étude a été réalisée en aveugle à chaque étape du protocole, du déroulement de l'expérience à la mesure et au traitement des résultats de mesures.

MATÉRIEL ET MÉTHODE : Deux lots ont été mis en culture au même moment, dans deux pièces séparées isolées acoustiquement. Les lots ont également été placés dans des caissons d'isolation acoustique. Les graines de pois ont été semées dans un substrat de vermiculite imbibé d'eau. Durant l'expérience, le substrat n'a pas été arrosé afin de simuler un stress hydrique croissant.

Les séquences sonores ont été diffusées chaque jour de culture pour une durée de **5 minutes par jour**. La séquence test et la séquence contrôle ont été diffusées au même moment à la même intensité. Les épicotyles ont été récoltés après une période de **10 jours de culture** dans le noir. Ils ont été pesés et mesurés directement après la récolte.

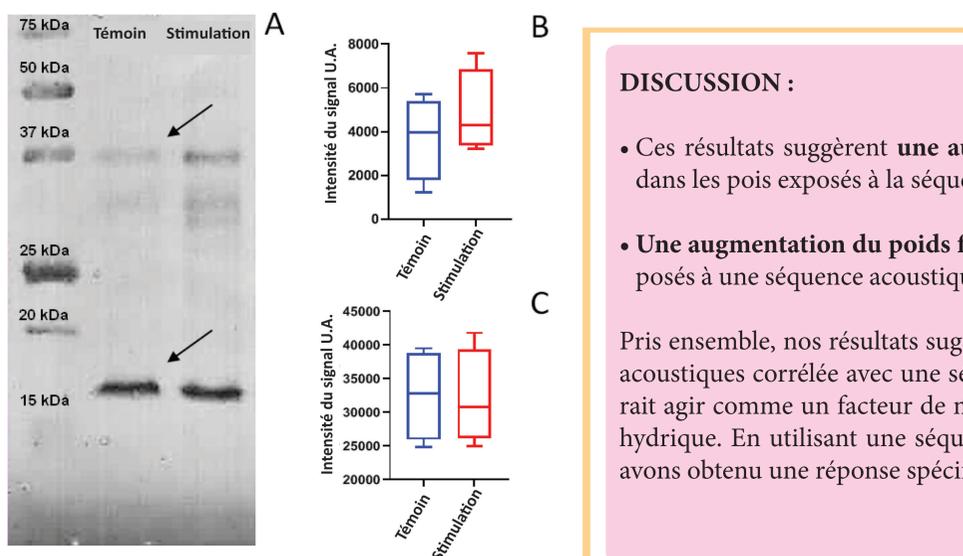
Les protéines totales ont été extraites et purifiées, puis la déhydrine cognate a été dosée par **Western Blot**.



RESULTATS :

Poids des épicotyles : Les poids moyens d'épicotyle étaient significativement plus élevés pour le lot ayant reçu la séquence conçue pour stimuler la synthèse de DHD (population **Stimulation (0,37 g +/- 0,15 g)** par rapport à la population **Témoin (0,33 g +/- 0,18 g)**). Les données présentées sont les résultats de 3 expériences différentes avec au minimum 340 épicotyles pour chaque condition.

Taux de Protéines : Nos résultats suggèrent également une augmentation de la taille de la bande située autour de **37 kDa** dans le cas de la séquence de stimulation, par rapport aux pois Témoin soumis au même stress hydrique. Cette bande correspond au poids moléculaire de la déhydrine ciblée, la déhydrine cognate. Une autre bande autour de **15 kDa** ne présente pas de différence significative entre les deux lots. Cette bande semble correspondre au taux basal des déhydrines dans la jeune pousse, et ne semble pas affectée par la séquence sonore.



DISCUSSION :

- Ces résultats suggèrent **une augmentation de la quantité de la DHD de 37 kDa** dans les pois exposés à la séquence sonore par rapport aux pois Témoin.
- **Une augmentation du poids frais des épicotyles** a été induite lorsqu'ils ont été exposés à une séquence acoustique générée à partir d'un fragment de la DHD cognate.

Pris ensemble, nos résultats suggèrent que l'exposition à une séquence de fréquences acoustiques corrélée avec une séquence d'acides aminés spécifique de la DHD pourrait agir comme un facteur de modulation positif dans l'adaptation du pois au stress hydrique. En utilisant une séquence spécifique corrélée avec la DHD cognate, nous avons obtenu une réponse spécifique par la stimulation acoustique.



CONCLUSION ET PERSPECTIVES : Compte tenu, d'une part, des données récentes montrant qu'un promoteur inductible de DHD est surexprimé en cas de stress abiotique et, d'autre part, de nos résultats démontrant l'augmentation de la quantité de DHD sous des stimulations acoustiques spécifiques, nous pourrions émettre l'hypothèse que la diffusion de ces séquences agit d'une manière spécifique en synergie avec les voies de signalisation du stress hydrique. Ces résultats préliminaires pourraient être approfondis grâce à un suivi précis de l'expression des protéines et des gènes dans d'autres organismes vivants tels que les bactéries, les champignons, les cellules de mammifères, etc.

Cet approche est envisagée parmi les futurs moyens d'action en agriculture⁶, notamment dans la gestion des maladies comme cela est déjà mis en place sur le terrain⁷. Le potentiel débouché sur une réponse aux contraintes hydriques avec cette technologie versatile et qui n'ajoute pas de pression sur l'environnement continue de faire l'objet de recherche sur le terrain et en laboratoire au moment de cette présentation.

REFERENCES

1. Prévost, V., David, K., Ferrandiz, P., Gallet, O., & Hindié, M. (2020, September). Diffusions of sound frequencies designed to target dehydrins induce hydric stress tolerance in *Pisum sativum* seedlings. *Heliyon*, 6(9), e04991. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04991>
2. Ferrandiz, P. (1993, November). Procédé de "Régulation épigénétique de la synthèse protéique", Essai en panification. *Industries Des Céréales*, 85, 40-42.
3. Duhamel, M., & Sternheimer, J. (2018, March 25). Epigenetic Regulation of Protein Biosynthesis by Scale Resonance: Study of the Reduction of ESCA Effects on Vines in Field Applications - Summary 2016. *Life Sciences, Information Sciences*, 305-315. <https://doi.org/10.1002/9781119452713.ch28>
4. Ferrandiz, P. (2021). La génodique, de l'émergence d'un nouveau champ scientifique aux applications sur le terrain: N° 103, sur "Responsabilités et environnement", page 69. In <http://www.annales.org>. *Annales des Mines*. Retrieved July 21, 2021, from http://www.annales.org/re/2021/re_103_juillet_2021.pdf
5. Sternheimer, J. (2007, August 29). PROCÉDE DE REGULATION EPIGENETIQUE DE LA BIOSYNTHESE DES PROTEINES PAR RESONANCE D'ECHELLE (EP 0 648 275 B1). European Patent Office.
6. Conseil Général de l'Economie. (2019). Enjeux industriels et commerciaux des ondes non-ionisantes électromagnétiques et acoustiques: Chapitre 3322 page 46. In <https://www.economie.gouv.fr/>. Retrieved October 8, 2019, from https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/cge/ondes.pdf
7. Prévost, V., Duhamel, M., Ferrandiz, P., & Sternheimer, J. (2021, June 29). Practical Uses of the Method of Epigenetic Regulation of Protein Synthesis in the Agricultural Field. *Subtle Agroecologies*, 111-121. <https://doi.org/10.1201/9780429440939-12>