

Respirations

SHAWN CARLSON

Mesurer le métabolisme de petits organismes.

Pas de vie sans métabolisme : tout être qui respire obtient de l'énergie en oxydant chimiquement des molécules énergétiques stockées dans ses tissus. Malgré la simplicité de ce principe, les biologistes n'ont élucidé que les bases du métabolisme, et la vie est si variée, si complexe que nombre de découvertes attendent ceux qui explorent avec rigueur le fonctionnement des animaux et des végétaux. Peu d'amateurs seront capables de résoudre les nombreuses difficultés techniques ou éthiques des expériences sur les animaux à sang chaud, mais les quelque dix millions d'espèces de petite taille et à sang froid leur seront utiles. Les insectes, notamment, sont une mine pour les biologistes amateurs.

La mesure du métabolisme d'un insecte est très simple : lorsqu'un organisme est enfermé dans un récipient clos, sa respiration provoque la disparition de molécules d'oxygène et la libération de dioxyde de carbone. Généralement le nombre de molécules libérées est inférieur à celui des molécules captées, de sorte que la pression dans le récipient est réduite.

Cette baisse de pression est une bonne indication du métabolisme. On la mesure à l'aide d'un appareil de Warburg (voir la figure 1), composé de deux tubes à essai communiquant par un tube capillaire : une minuscule gouttelette d'huile qui s'y déplace révèle les différences de pression entre les deux tubes à essai. Cet appareil est très sensible, et la goutte se déplace même si l'on chauffe l'un des tubes à essai en le tenant dans la main : la pression de l'air augmente dans ce tube et pousse la gouttelette vers le tube plus froid. Pour mesurer le déplacement de la goutte, photocopiez une règle graduée en millimètres et fixez la photocopie sur le tube capillaire.

Comme le système est très sensible, un bon moyen d'obtenir l'égalité des températures dans les deux tubes consiste à les immerger dans une grande cuvette d'eau, en les fixant aux bords d'un gobelet en matière plastique qu'on lèste avec du sable, des cailloux ou des pièces de monnaie. Le système indiqué sur la figure 1 permet de visualiser la goutte d'huile du tube capillaire dans une zone qui reste en atmosphère d'air sec. Pour

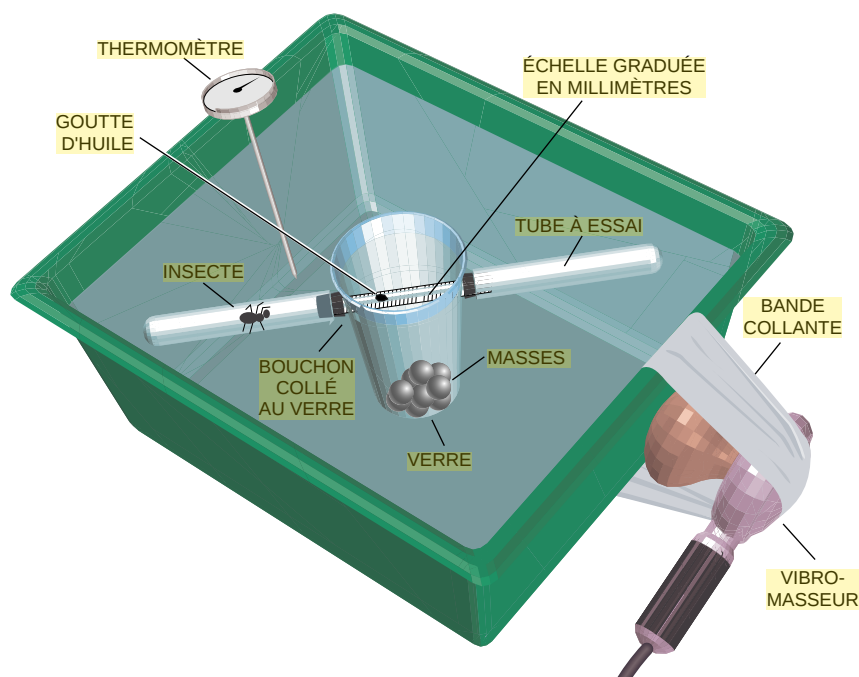
réduire encore les risques de gradients de température, on peut mettre l'eau en mouvement à l'aide d'un agitateur ou d'un vibromasseur. Connaissant la pression de l'air, la température de l'eau et le déplacement de la goutte d'huile, on détermine le nombre de molécules inhalées par l'insecte (voir l'encadré de la page 107).

Combien de molécules de dioxyde de carbone ont-elles été absorbées et combien de molécules d'oxygène ont-elles été libérées ? Le rapport de ces deux nombres, nommé quotient respiratoire, est une mesure fondamentale du métabolisme, car il révèle quel combustible biologique l'organisme utilise. Quand l'organisme brûle des glucides, ce rapport est égal à 1 ; quand il brûle des graisses, il est égal à 0,70 ; avec des protéines, il est égal à 0,80 ; avec de l'alcool, il vaut 0,67. Pour la plupart des êtres vivants, ce quotient est compris entre 0,72 et 0,97, parce que les organismes métabolisent simultanément plusieurs types de molécules.

Pour mesurer le quotient respiratoire, je vous propose d'utiliser un peu d'hydroxyde de sodium (NaOH), afin d'absorber le dioxyde de carbone présent dans l'air. On trouve ce composé sous forme solide dans les drogueries (soude en pastilles ou en paillettes) ou dans les magasins de produits chimiques (consultez les pages jaunes de l'annuaire). Prenez quelques précautions : l'hydroxyde de sodium est une substance caustique, qui brûle la peau et les yeux ; aussi ne la manipulez qu'en portant des gants de caoutchouc et des lunettes.

Avant de commencer les expériences, éliminez le dioxyde de carbone des tubes à essai. Placez plusieurs grammes de soude dans un seul des tubes à essai, à l'aide d'un bas de nylon ; ce sera une poche idéale qui, si elle est roulée en boule du côté ouvert, empêchera l'insecte de toucher la soude. Mesurez la durée du déplacement de la gouttelette jusqu'à son immobilisation, c'est-à-dire jusqu'au moment où la soude a absorbé tout le dioxyde de carbone de l'air. Si vous voulez que le système atteigne rapidement l'équilibre, utilisez beaucoup de soude (on pourrait s'inquiéter de la présence de vapeur d'eau, que la soude absorbe également, mais cette absorption ne perturbe pas les mesures).

Pour réaliser les expériences, on placera dans l'un des tubes à essai la soude enveloppée dans le bas et l'animal étudié ; dans l'autre tube, on ne met que la soude. Puis on mesure le temps nécessaire pour que la gouttelette se déplace d'au moins cinq fois le plus petit intervalle repérable sur la graduation. On répète alors l'expérience, pendant la même durée, mais en présence seulement de



1. La respiration d'un insecte se détecte à la différence de pression que l'on mesure entre deux tubes à essai thermostatés. Cette dernière est mesurée grâce au déplacement d'une gouttelette d'huile dans un tube capillaire.