

bande de fleurons mâles stériles fournit la nourriture aux insectes pollinisateurs et est également la partie de l'inflorescence qui dégage le plus de chaleur rayonnée. La température est réglée pendant une période de 18 à 24 heures qui recouvre la période de réceptivité des fleurons femelles à la pollinisation. Pendant ces quelques heures, la spathe qui entoure le spadice s'ouvre, laissant les insectes pollinisateurs – essentiellement des coléoptères – accéder facilement aux fleurons chauds et stériles, où ils pourront puiser leur nourriture. Le spadice se refroidit ensuite, et la spathe se referme autour de lui, emprisonnant quelques coléoptères. Après une période d'environ 12 heures, une fois que les fleurons femelles ont été pollinisés, la fleur se réchauffe de nouveau et la spathe s'écarte partiellement. Les fleurons fertiles mâles libèrent alors leur pollen, qui vient se coller sur les

insectes ; ces derniers s'échappent et vont alors répéter ce cycle sur d'autres inflorescences. Un tel mécanisme favorise la pollinisation croisée et évite l'autofécondation, augmentant la diversité génétique de l'espèce et améliorant le succès de sa reproduction.

Tout comme *Philodendron selloum*, le lotus sacré maintient des températures élevées lorsque les stigmates femelles sont humides et réceptifs, avant que le pollen ne soit libéré. Le réchauffement commence avant l'ouverture totale des pétales et se termine une fois que la fleur a complètement éclo. Si la forme de cette fleur favorise également la pollinisation par les coléoptères, on ignore encore si la régulation thermique a évolué spécifiquement pour aider les coléoptères dans leur entreprise. En effet, on ignore l'habitat initial de cette plante et, de ce fait, on ignore si les coléoptères sont ses principaux pollinisa-

teurs dans cette région. En outre, la pollinisation de la fleur n'est pas exclusivement fondée sur les coléoptères : une fois que les pétales se sont entièrement ouverts et que la production de chaleur décroît, d'autres insectes peuvent faire leur office.

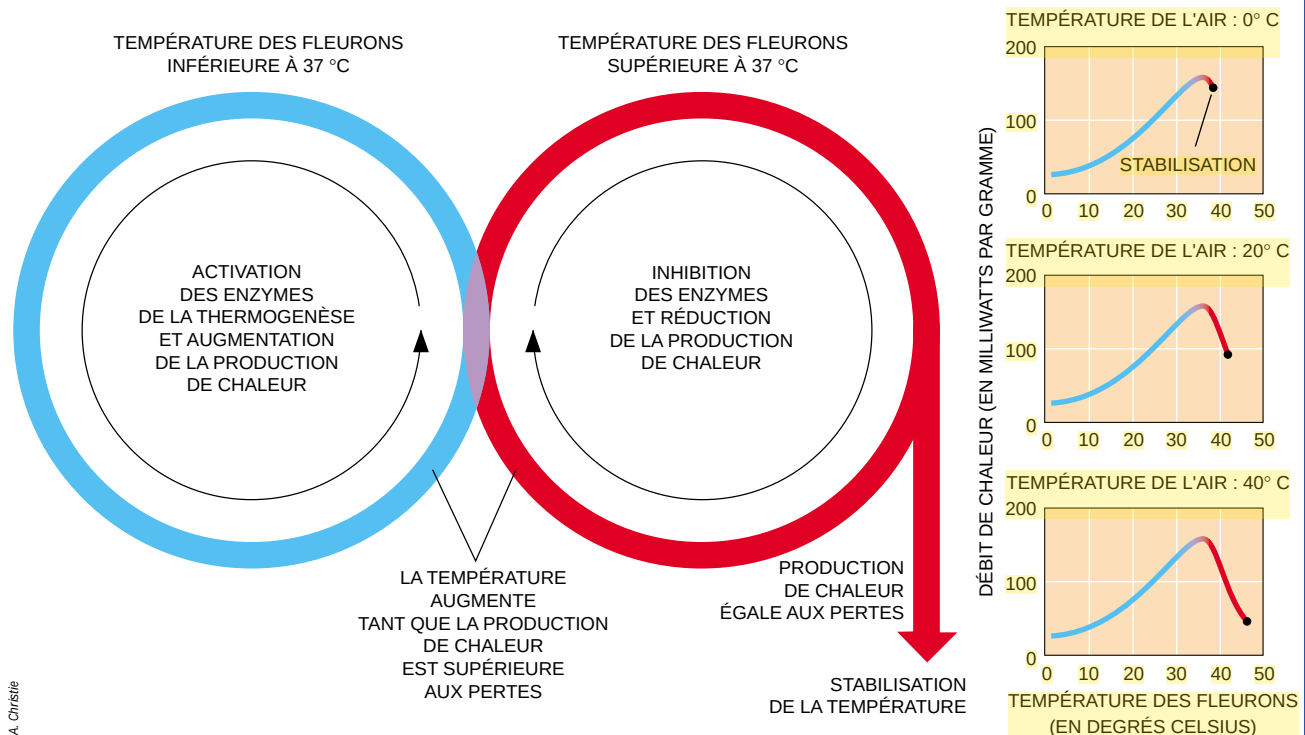
Comment fonctionne le philodendron

En matière de régulation thermique des plantes, la question du comment est aussi fascinante que celle du pourquoi ; c'est d'ailleurs le comment qui m'a le plus intéressé, quand j'ai commencé à étudier sérieusement les philodendrons. Pour aborder ce problème, nous avons fait équipe avec G. Bartholomew et Christopher Barnhart, au début des années 1980 ; la réponse était loin d'être évidente, car les plantes fonctionnent très différemment des animaux.

Comment *Philodendron* stabilise sa température

Les inflorescences de *Philodendron selloum* stabilisent leur température grâce au thermostat de leur fleurons mâles stériles réglé à 37 °C (diagramme). Quand la température des fleurons devient inférieure à cette température, les fleurons augmentent leur production de chaleur (cycle de gauche). Tant que la production de chaleur est supérieure aux pertes, la température des fleurons augmente. Quand la température des fleurons est supérieure à 37 °C (cycle de droite), les enzymes nécessaires à la thermogenèse s'inactivent progressivement. Cette inhibition conduit

à une diminution de la thermogenèse qui se poursuit jusqu'à ce que la quantité de chaleur dégagée soit égale à la quantité de chaleur perdue. La température finale des fleurons dépend de la température ambiante (courbes à droite) ; quand l'air est frais, les fleurons perdent rapidement la chaleur, de sorte qu'ils la produisent rapidement, et leur température se stabilise vers 37 °C. Quand la température ambiante est élevée, les fleurons perdent moins de chaleur, de sorte qu'ils en produisent moins et que leur température se stabilise vers 46 °C.



Chez ces derniers, la régulation thermique est complexe : elle nécessite la présence de capteurs de température dispersés sur tout le corps, et un système nerveux qui intègre toutes les informations et qui envoie ensuite les commandes indispensables aux diverses parties du corps pour qu'elles modifient leur température. Par exemple, le système nerveux commande le gonflement des plumes ou le hérississement des poils, en réaction à un refroidissement : ainsi l'organisme augmente l'isolation thermique et réduit les pertes de chaleur. Comme cette stratégie a des limites, les animaux doivent également augmenter leur production de chaleur lorsque leur environnement devient trop froid : ils frissonnent alors, faisant ainsi fonctionner leurs muscles pour leur faire consommer de l'ATP ; simultanément le rythme respiratoire et la vitesse de circulation du sang augmentent pour accélérer l'apport des substances nutritives et de l'oxygène aux tissus producteurs de chaleur.

Toutefois les plantes n'ont ni fourrure, ni plumes, ni système nerveux, ni muscles, ni poumons, ni sang, ni cerveau. Comment le philodendron se réchauffait-il ou se refroidissait-il, alors, dans une gamme de températures comprise entre 38 et 46 °C ?

Nous avons d'abord cherché quelle partie de l'inflorescence produisait la chaleur : nous avons séparé les fleurons des divers types de la tige qui les porte et avons mesuré la consommation d'oxygène pour chaque type. Ces mesures ont révélé que les fleurons mâles stériles étaient ceux qui consommaient la plus grande partie de l'oxygène fourni ; les fleurons mâles fertiles en consommaient un peu, et les fleurons femelles, comme la tige, quasiment pas. Des études ultérieures confirmèrent que les fleurons mâles stériles assurent la régulation thermique de l'inflorescence et montrèrent que les fleurons peuvent très bien se passer des systèmes complexes de régulation de la température dont disposent les animaux, car ils contiennent leurs propres thermostats, leurs propres sources d'approvisionnement en nourriture et leur propre dispositif de captation de l'oxygène.

Pour démontrer l'existence des thermostats, nous avons enlevé les fleurons mâles stériles du spadice et avons placé ces fleurons isolés dans des incubateurs réglés à des températures fixes. Livrés à eux-mêmes, les fleurons n'interagissaient plus, de sorte que nous pouvions déterminer quelle la quantité de chaleur ils produisaient.

Les fleurons isolés dégageaient peu de chaleur lorsqu'ils étaient placés à une température proche de 0 °C, vraisemblablement parce que leurs enzymes nécessaires à la production de chaleur fonctionnent lentement à basse température. En revanche, à température supérieure, la production de chaleur variait, en fonction de la température ambiante, comme sur le spadice intact, où les fleurons gagnent quelques degrés supplémentaires en raison de la chaleur dégagée par leurs voisins. À mesure que les fleurons s'échauffent, leur vitesse de production de chaleur augmente, ce qui les réchauffe davantage : cette amplification a lieu jusqu'à ce que la température des fleurons atteigne 37 °C. Aux températures supérieures, les fleurons réduisent brusquement leur production de chaleur.

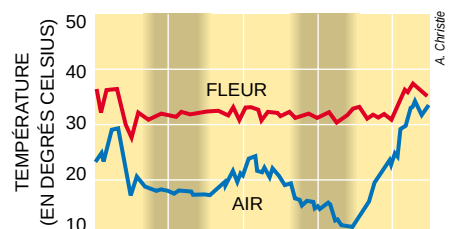
Ainsi les conditions environnementales déterminent l'amplitude de cette diminution. Si la température de l'air est voisine de 4 °C, les fleurons perdent rapidement leur chaleur, et leur température se stabilise vers 38 °C (avec une production intense de chaleur). En revanche, si l'environnement est chaud, par exemple à 39 °C, leur déperdition calorifique est ralentie et leur température se stabilise vers 46 °C (avec une production de cha-



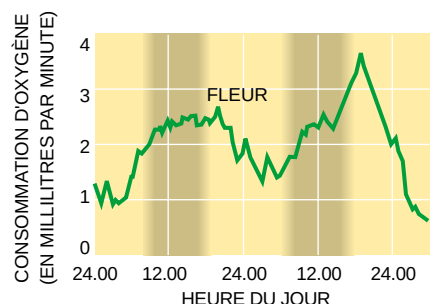
R. Seymour



R. Seymour



A. Christie



3. TOUS LES STADES DE LA FLORAISON du lotus sacré sont visibles sur la photographie centrale. La régulation de la température commence entre la formation du bouton (à droite du centre de la photographie) et l'épanouissement des pétales (à gauche), quand les insectes pénètrent dans la fleur. Elle se termine lorsque les pétales s'épanouissent entièrement (en haut). Après la pollinisation, les pétales tombent, et le réceptacle, qui contient les graines, commence à se développer. Ce réceptacle, la structure spongieuse jaune visible sur la coupe transversale de

la fleur (à gauche), est le principal organe générateur de chaleur. Les graphiques, qui indiquent la température de l'une des fleurs, montre comment le lotus sacré commande sa température. En effet, la température de sa fleur reste quasi constante (courbe supérieure) malgré les importantes variations de la température ambiante. De même, la fleur parvient à assurer une régulation en augmentant sa consommation d'oxygène (et, par conséquent, sa production de chaleur) lorsque l'air est froid et la réduit lorsque l'air se réchauffe (courbe inférieure).