

Les plantes ont-elles un quota de CO₂ fixé ?

Objet de la recherche

L'enrichissement en dioxyde de carbone (CO₂) de l'air est une cause des changements climatiques actuels. Or, les végétaux fixent le CO₂ lors du processus de photosynthèse et l'utilisent pour synthétiser des sucres. Ceux-ci servent ensuite de support énergétique à la croissance des plantes ... ou de leurs consommateurs ! La question est donc posée : les végétaux pourront-ils assimiler le 'surplus' de CO₂ ? Une réponse positive permettrait de dédramatiser ... voire de se réjouir de l'avenir en prévoyant une hausse de la productivité végétale. La réalité n'est cependant pas si simple !

La photosynthèse est un processus extrêmement économique par lequel les végétaux fixent le CO₂ atmosphérique et le transforment en sucre. L'énergie nécessaire à ce métabolisme provient de l'absorption de la lumière du soleil par les pigments des feuilles, principalement la chlorophylle verte. Les sucres fabriqués par la photosynthèse sont ensuite utilisés pour assurer le métabolisme de maintien des organismes végétaux, leur croissance et éventuellement le stockage de sucres simples (le saccharose de la betterave) ou complexes (l'amidon de la pomme de terre).



*Un équipement spécifique a été mis au point pour les besoins de la recherche: un système de culture sur milieu liquide adapté à *Arabidopsis* (à gauche) et des 'cuvettes' dans lesquelles les plantes peuvent être enfermées sans dommage pour mesurer leurs échanges gazeux avec l'atmosphère, notamment la fixation de CO₂ (à droite).*

Sous la teneur actuelle en CO₂ (390 ppm) (1), l'activité photosynthétique de la plupart des plantes n'est pas saturée. Il est donc légitime de penser qu'une augmentation de la teneur atmosphérique en CO₂ devrait être compensée par une fixation accrue par les végétaux, via une stimulation de la photosynthèse. Le raisonnement est cependant trop simpliste, car il envisage la fluctuation d'un seul facteur - le CO₂ - alors que bien d'autres éléments peuvent être limitants. Parmi ceux-ci, la disponibilité en azote, élément minéral indispensable à la synthèse des protéines nécessaires à l'activité photosynthétique, au maintien et à la croissance des plantes. La protéine qui fixe le CO₂ est la Rubisco (2); c'est une des protéines les plus abondantes sur notre planète ! Mais comme toutes les protéines, elle a une durée de vie et une efficacité limitées et doit être fabriquée continuellement. La photosynthèse est également limitée par la plante elle-même, qui ne peut croître ni stocker des sucres au-delà de ses capacités. Cet équilibre est le résultat des nombreuses voies de régulation de la photosynthèse. Le but de la recherche qui est menée dans le laboratoire de Physiologie végétale de l'ULg est de créer un modèle de ces voies de régulation qui permette, ultérieurement, d'estimer les effets de la variation d'un paramètre sur la productivité végétale. Pour construire ce modèle, l'activité photosynthétique et la croissance de plantes d' « *Arabidopsis thaliana* » (3) ont été mesurées dans différentes conditions environnementales strictement

contrôlées.

Des chambres de culture très précises (appelées «phytotrons») ont été utilisées et les plantes ont été cultivées sur milieu nutritif liquide, afin d'en contrôler tous les composants, principalement l'apport en azote. « *Arabidopsis thaliana* » a été choisie comme espèce 'type' car il s'agit aujourd'hui de l'espèce végétale la mieux connue au monde, tant au niveau physiologique que génétique. Son matériel génétique a été entièrement déchiffré, et de nombreux mutants sont disponibles, qui présentent une croissance anormale. Nous avons par exemple comparé l'activité photosynthétique de plantes 'normales' à celle de plantes incapables de fabriquer de l'amidon. Un désavantage de cette espèce est cependant sa petite taille, qui a nécessité la mise au point d'un dispositif particulier pour sa culture en milieu liquide (4), et pour la mesure de la fixation de CO₂.

Nous avons constaté au cours de cette étude que, si une stimulation de la photosynthèse est bel et bien observée en réponse à un enrichissement en CO₂ (800 ppm) à court terme, elle ne perdure pas lorsque l'enrichissement est permanent. Dans ce dernier cas, en effet, l'activité photosynthétique s'ajuste à la forte teneur en CO₂, dans un processus appelé «acclimatation». En clair : les plantes n'en font pas plus qu'il ne leur en faut ! Le facteur limitant principal est le taux de croissance maximal des feuilles. Ces données expérimentales ont été utilisées pour établir un modèle informatique de la croissance d' « *Arabidopsis* » dans lequel interviennent à la fois l'influence des facteurs environnementaux et les limitations 'internes' à la plante. Le modèle devrait pouvoir être paramétré pour prédire la croissance d'autres espèces végétales dans les conditions climatiques futures.

(1) ppm = part par million

(2) Rubisco = Ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase oxygénase

(3) Le nom commun d' « *Arabidopsis thaliana* » est l'Arabette des Dames

(4) Ce dispositif est décrit sur le site d'Araponics, Spin-off de l'ULg

Publications

- Rasse, D.P. and Tocquin, P., 2006. Leaf carbohydrate controls over "Arabidopsis" growth and response to elevated CO₂: an experimentally based model. NEW PHYTOLOGIST 172: 500-513.
- Tocquin, P., Ormenese, S., Pieltain, A., Detry, N., Bernier, G. and Périlleux,

C., 2006. Acclimation of "Arabidopsis thaliana" to long-term CO₂ enrichment and nitrogen supply is basically a matter of growth rate adjustment.
PHYSIOLOGIA PLANTARUM 128: 677-688.

- Tocquin, P. and Périlleux, C. 2004. Design of a versatile device for measuring whole plant gas exchanges in "Arabidopsis thaliana", *NEW PHYTOLOGIST* 162: 223-229.
- Tocquin, P., Corbesier, L., Havelange, A., Pieltain, A., Kurtem, E., Bernier, G. and Périlleux, C., 2003. A novel high efficiency, low maintenance, hydroponic system for synchronous growth and flowering of "Arabidopsis thaliana". *BMC PLANT BIOLOGY* 3 (2).

Contacts