

LA FEUILLE, LABORATOIRE OÙ S'ÉLABORE LA VIE DU MONDE

La feuille, objet de grâce et de fraîcheur, frémissante sous les tièdes caresses du printemps, abandonnée aux baisers ardents du soleil estival et qu'emporteront vers la mort, dans un tourbillon vertigineux, les bises glacées des hivers, renferme dans son sein le mystère de la vie du monde.

Les savants ont soupçonné ce mystère. Intrigués par tant de verdure répandue sur la terre, par la profusion des arbres et des herbes, par les amas peut-être plus considérables des algues emportées par les courants paisibles ou torrentueux des ruisseaux au gré des rivières, ou qui gisent au fond des mers et des océans, ils ont interrogé : Pourquoi toute cette verdure ?

Priestly, un grand chimiste français, commence, en 1772, de soulever le voile qui enveloppait le passionnant problème. Voyons ce qu'il écrit lui-même : « J'ai eu le bonheur de trouver par hasard une méthode de rétablir l'air altéré par la combustion des chandelles et de découvrir au moins une des ressources que la nature emploie à ce grand dessein : c'est la végétation . . . Le 16 août 1771, je mis un plant de menthe dans une quantité d'air où une chandelle avait cessé de brûler, et je trouvai que, le 27 du même mois, une autre chandelle pouvait y brûler parfaitement bien. » D'autres expériences permirent au savant de conclure que les végétaux assainissent une atmosphère que les diverses manifestations de la vie ont viciée. C'était un point de départ : le dégagement d'oxygène par les plantes était une notion acquise. Mais, le problème était loin d'être résolu dans toute sa portée.

Quatre ans plus tard, Ingenhousz, un médecin hollandais, ayant observé que seules sont vertes les parties extérieures des plantes, réussit à démontrer que l'air pur « ne se dégage des feuilles qu'en autant que celles-ci sont exposées à recevoir

la lumière. La production du bon air commence après le lever du soleil et cesse complètement à son coucher ; seuls agissent les feuilles, les tiges et les rameaux verts.» C'était un pas de plus dans la voie ouverte par Priestly.

Enfin, Sénebier (1800), N. Th. de Saussure (1804), Bous-singault (1862) et Sachs établirent, étape par étape, que « l'air pur » de Priestly et d'Ingenhousz, soit l'oxygène dégagé par la plante, provient de la décomposition de l'anhydride carbonique de l'atmosphère; que les végétaux, d'autre part, sont capables de fixer les éléments de l'eau puisée dans le sol par leurs racines; qu'ils s'accroissent en poids, lorsqu'ils sont soumis à la lumière et que cet accroissement est dû, pour une part, à la formation d'amidon découvert dans les parties vertes des plantes.

C'est ainsi que, peu à peu, on en est arrivé à dégager l'idée dominante du problème en cause : Sous l'action des « forces vives du soleil » les végétaux sont capables, à partir de l'eau tirée du sol et du gaz carbonique atmosphérique, de faire des synthèses telles que celle de l'amidon, celles de toutes les autres substances qui en proviennent de quelque façon, ou la synthèse d'autres substances analogues à l'amidon.

Si, maintenant, on songe à l'étroite dépendance de l'homme ou de l'animal, par rapport au végétal qui lui fournit directement ou indirectement sa nourriture, on comprend l'ampleur que prend ce grand phénomène, à savoir la synthèse des aliments, qu'on appelle photosynthèse, parce que les végétaux ne l'accomplissent que sous l'action de la lumière.

Par quel processus, ce phénomène s'accomplit-il ? L'énigme est encore imparfaitement résolue : la photosynthèse n'a jamais pu être reproduite artificiellement. Cependant, tous les faits observés jusqu'ici, et mis en évidence, permettent d'affirmer que le secret de la vie est là, dans ce petit être sans importance apparente, jouet des brises capricieuses ou des rafales violentes, de sorte que l'on peut dire pertinemment que la feuille est le laboratoire où s'élabore la vie du monde.

Pour bien comprendre cette affirmation, il faut considérer comme acquise la connaissance suivante : Tout être vivant, végétal ou animal, se compose de cellules, c'est-à-dire que

toute masse vivante est divisée en un certain nombre de compartiments de l'ordre du micron. La cellule peut donc être considérée comme l'unité de la matière vivante. Il est des êtres, végétaux ou animalcules, qui sont composés d'une seule cellule, certaines bactéries, par exemple. Il en est d'autres, au contraire, qui en comprennent des myriades, tel l'être humain. On peut aisément vérifier cette assertion en examinant au microscope une coupe transversale faite dans une feuille quelconque. On observe, en effet, un grand nombre de logettes grossièrement sphériques, cylindriques ou polygonales ; ce sont précisément les cellules. Chacune d'entre elles est délimitée par une paroi. A l'intérieur de chaque cellule, on distingue une substance grisâtre, gélatineuse qu'on appelle le protoplasme. Cette matière, à peine visible, insignifiante en apparence est le siège exclusif, la seule base physique des phénomènes vitaux. Dans le protoplasme de la plupart de ces cellules, baignent des glomérules imbibés d'une matière verte; ces glomérules nous présentent la deuxième révélation faite par le microscope : la coloration des plantes n'est pas le fait d'une teinture qui serait uniformément distribuée dans les parties exposées à la lumière, mais elle est due à un pigment appelé chlorophylle et localisé strictement sur ces granules spécifiques qu'on appelle, pour cette raison, des chloroplastes, c'est-à-dire, des porteurs de chlorophylle.

Les chloroplastes, voilà les grands chimistes par excellence ! L'existence, non seulement de toutes les plantes vertes, mais encore de tous les animaux qui se nourrissent de ces plantes ou des animaux qui les ont mangées, repose sur les chloroplastes, sur la constance de leur activité, et, aussi, sur le bon approvisionnement du laboratoire où ils travaillent, à savoir la feuille, laboratoire multiplié à l'infini aux quatre coins de l'univers et divisé, comme on l'a vu plus haut, en des milliers de sections, les cellules, dans chacune desquelles les chloroplastes travaillent nombreux.

Voyons maintenant, comment s'accomplit leur œuvre.

Tout chimiste, pour opérer ses compositions ou ses décompositions, utilise une source d'énergie quelconque : chaleur, électricité, pression. Ainsi, pour réduire l'eau en ses deux éléments constitutifs, hydrogène et oxygène, on se sert

d'un courant électrique. C'est le phénomène bien connu appelé électrolyse. Le chloroplaste, par un pouvoir qui lui est spécial, capte l'énergie lumineuse dispensée par le soleil. On l'a prouvé en démontrant que seule la lumière déclenche son activité. La nuit, notre chimiste ne travaille pas.

Tout chimiste procède encore à partir d'éléments premiers qui servent de base à l'édification des produits qu'il veut synthétiser, et il emprunte ces éléments à la nature. Ainsi, pour nous servir de l'exemple cité plus haut, l'eau est utilisée pour obtenir de l'oxygène avec lequel on fabriquera d'autres composés. Le chloroplaste puise ses matières premières, qui sont le carbone et l'eau, l'un, soit dans l'atmosphère, quand il s'agit de plantes aériennes, soit dans l'eau pour les plantes aquatiques, et l'autre dans le sol. Il est facile de mettre en évidence l'ascension de l'eau dans la plante, sa présence au voisinage et au sein même du chloroplaste. Notons, en passant que ce fait est en accord avec l'axiome général bien connu : Tout phénomène vital s'accomplit dans les solutions. D'autre part, toute plante placée dans une atmosphère préalablement débarrassée de gaz carbonique ne produit pas de photosynthèse.

Mais le carbone ne se trouve pas à l'état pur dans l'atmosphère. Combiné à l'oxygène, il y forme un produit très stable appelé anhydride carbonique. C'est ce gaz que les hommes et les animaux rejettent en expirant, celui qu'exhalent les matières organiques en putréfaction et qui se dégage des feux, de toute matière en combustion.

Le chloroplaste doit donc extraire le carbone du gaz carbonique pour le rendre utilisable et se débarrasser, en quelque sorte, de l'oxygène qui constitue un produit de déchet, « by-product », comme disent les Anglais.

On a constaté par diverses expériences ce rejet d'oxygène dans l'atmosphère par toute plante verte exposée à la lumière.

L'une de ces expériences, citée par Plantefol, consiste à placer, dans un verre, un rameau d'Élodée dont on a coupé la tige soigneusement — l'Élodée est une plante bien connue, utilisée dans les aquariums; on l'appelle aussi Anacharis du Canada. Si l'on place le verre dans un endroit lumineux, on voit sortir, par la section de la tige, des petites bulles gazeuses dont le dégagement augmente de rapidité si l'on intensifie

la lumière. Veut-on connaître la nature du gaz ainsi libéré? On met une plus grande quantité d'Élodée dans un bocal. On coiffe le feuillage d'un entonnoir sur le bout duquel on renverse une éprouvette contenant de l'eau. Les bulles vont se dégager. Après un certain temps, on ferme l'éprouvette, sous l'eau; on la retourne, puis en l'ouvrant délicatement, on y introduit une allumette en combustion, mais sur le point de s'éteindre. Celle-ci se rallume aussitôt avec une grande intensité, démontrant que le produit ainsi expulsé est bien de l'oxygène.

Cette extraction du carbone n'est cependant pas une réaction simple. Au contraire, elle est fort complexe. Les physiologistes l'ont expliquée par ce qu'ils appellent la photolyse de l'eau, c'est-à-dire, la décomposition préalable de l'eau en ses deux éléments constitutifs, hydrogène et oxygène, rendant ainsi l'hydrogène mis en liberté responsable de la réduction de l'anhydride carbonique.

Reste à découvrir quelles sont les synthèses opérées par notre chimiste à partir du carbone et de l'eau. Il s'agit, pour cela, de déceler, sous une forme ou sous une autre, la présence du carbone dans les parties vertes des plantes.

Des expériences très simples, dont Sachs est l'initiateur, ont permis de constater la présence de grains d'amidon dans des végétaux exposés à la lumière, et l'absence de ces mêmes grains dans les mêmes plantes tenues à l'obscurité. Voici, d'après Guillaumond, la méthode de Sachs. N'importe qui peut l'utiliser: « Des feuilles, prélevées le matin, au lever du soleil, et le soir, à la tombée de la nuit, sont d'abord décolorées par l'alcool (qui dissout la chlorophylle); puis elles sont immergées dans une solution aqueuse d'iode et d'iodure de potassium: les feuilles matinales y jaunissent, tandis que les feuilles du soir y bleussent; les premières ne contiennent pas d'amidon, les secondes en sont remplies. »

On a même mesuré la quantité d'amidon ainsi produite, et l'on a trouvé qu'elle est de un à deux grammes par mètre carré de surface foliaire, par heure. Et bien plus, on a pu prouver, dans la suite, que les grains d'amidon étaient localisés sur les chloroplastes.

Enfin, on a décelé, dans les plantes vertes, des sucres, sucres simples et sucres composés.

Or, l'amidon et les sucres se composent précisément de carbone, d'oxygène et d'hydrogène, les deux derniers dans les proportions identiques à la composition de l'eau. Ce qui fait dire aux Américains que l'amidon et les sucres, auxquels on a donné le nom général de glucides, « are formed of wind and water. » Il était donc facile de conclure que les glucides sont les produits synthétisés par le chloroplaste.

Mais sont-ils les premiers produits photosynthétiques ?— Il était logique qu'on considérât, d'abord, l'amidon comme tel. Cependant, on a démontré subséquemment, par d'autres expériences, que son apparition dans la feuille ne suit pas spontanément le déclenchement de la fonction chlorophyllienne, mais qu'elle est précédée par la formation de sucres, jamais d'amidon. De sorte que l'on a été amené à conclure, en second lieu, que les sucres sont les produits initiaux de la photosynthèse.

Enfin, on a émis l'hypothèse qu'un composé plus simple, l'aldéhyde formique, soit le point de départ des combinaisons faites par le chloroplaste. Tous les physiologues admettent, aujourd'hui, la possibilité de cette hypothèse, en s'appuyant sur des données physico-chimiques et biologiques, quoiqu'on ait jamais pu mettre en évidence la présence du formol dans un tissu vert et qu'on sache qu'il est un poison violent pour toute matière vivante. On suppose que l'aldéhyde formique produit, d'abord, est dans un état instable et qu'il est immédiatement transformé en sucres, dès son apparition au sein du chloroplaste.

Quoi qu'il en soit, un fait est certain, désormais: le sucre photosynthétique est le premier produit décelé dans un végétal qui a été exposé à la lumière. Et c'est à partir de ce sucre que la plante, moyennant certaines transformations et additions, édifie les substances nécessaires à son entretien, à son accroissement et à son activité. Toutes ces substances sont dites vitales parce que sans elles il n'y aurait pas de vie possible pour la plante, et conséquemment pas de vie possible pour tous les autres êtres existant sur la terre. Car l'animal vit et se reproduit grâce au végétal dont il dépend, soit directement, comme l'herbivore ou le champignon et l'insecte parasites d'une plante verte, soit indirectement comme le carnivore qui s'approvisionne aux dépens de l'herbivore. Cette dépendance dans l'un et l'autre cas est réelle et absolue.

En effet, l'homme et l'animal n'ont aucun pouvoir naturel de suppléer au rôle joué par la plante dans la vie. Et si les chimistes ont réussi à préparer artificiellement des sucres par une énergie déployée sous forme de chaleur, de pression, etc., énergie qu'ils doivent produire eux-mêmes par une grande intensité de travail, cette découverte, intéressante au point de vue théorique, reste inapplicable dans la pratique. Ainsi, supposons, pour un moment, que l'homme veuille pourvoir lui-même à la fabrication de sa nourriture et à celle des animaux qui lui sont indispensables ; il lui faudrait mettre en marche des systèmes d'un gigantisme impossible à imaginer. Qu'on pense seulement aux quantités énormes d'aliments vendus sur tous les marchés du monde ! Admettons, ce qui est impossible, que l'homme arrive à fabriquer suffisamment de sucres, son activité ne devrait pas s'arrêter là. Il lui faudrait produire, à partir de ce sucre, toutes les autres substances, notamment les substances azotées, qui sont strictement nécessaires à la vie animale. Et si, toujours par impossible, il réussit grâce à un travail formidable, croirait-il pouvoir nier le rôle de la plante dans la nature ? Qui assainira l'atmosphère viciée par les émanations délétères de la vie ?

Il faut donc admettre que les végétaux sont les seuls êtres indépendants sur la terre. Et cette indépendance repose tout entière sur ce petit granule microscopique de quelques microns : le chloroplaste ! Étant le seul à posséder le pouvoir de capter les forces lumineuses et de s'emparer par elles du carbone avec lequel il fabrique des synthèses vitales, on peut affirmer qu'il est le grand chimiste de l'existence, et que la feuille, siège de son opération, est le laboratoire où s'élabore la vie du monde.

Le feuillage des arbres, les folles herbes des prés, les mousses qui tapissent le plancher de nos forêts et les cimes rocheuses les plus altières ne sont donc pas là pour la seule joie des yeux ! Et ce n'est pas en vain que vivent les algues microscopiques prodiguées dans les mers du monde, dans les lacs ou dans la boue des marécages !

Toute cette verdure gardera-t-elle à jamais le secret du pouvoir qui lui assujettit toute vie ?

Marcelle LEPAGE.