

■ Votre jardin a 4,5 milliards d'années

Les plantes à fleurs des jardins sont des angiospermes. Elles ont accumulé plusieurs des grandes innovations évolutives de la planète. © Michel Renaud



LA TERRE est une toute petite partie d'un univers infini. Aussi loin que peuvent porter les plus puissants télescopes, nul ne peut détecter une autre planète aussi exubérante à maintenir et à développer la vie. La planète bleue, née de l'attraction et de la collision de poussières d'étoiles et de météorites il y a près de cinq milliards d'années (huit milliards d'années après le fameux Big Bang), était, à sa naissance, totalement inapte à maintenir la vie. À ses débuts, la Terre subissait des températures très élevées et était dépourvue d'atmosphère respirable. Quelques centaines de millions d'années plus tard, à la faveur d'un refroidissement graduel, la masse informe se solidifie et forme la croûte terrestre. Il faudra encore 200 millions d'années à la planète pour former les premiers océans. Les terres émergées viendront plus tard.

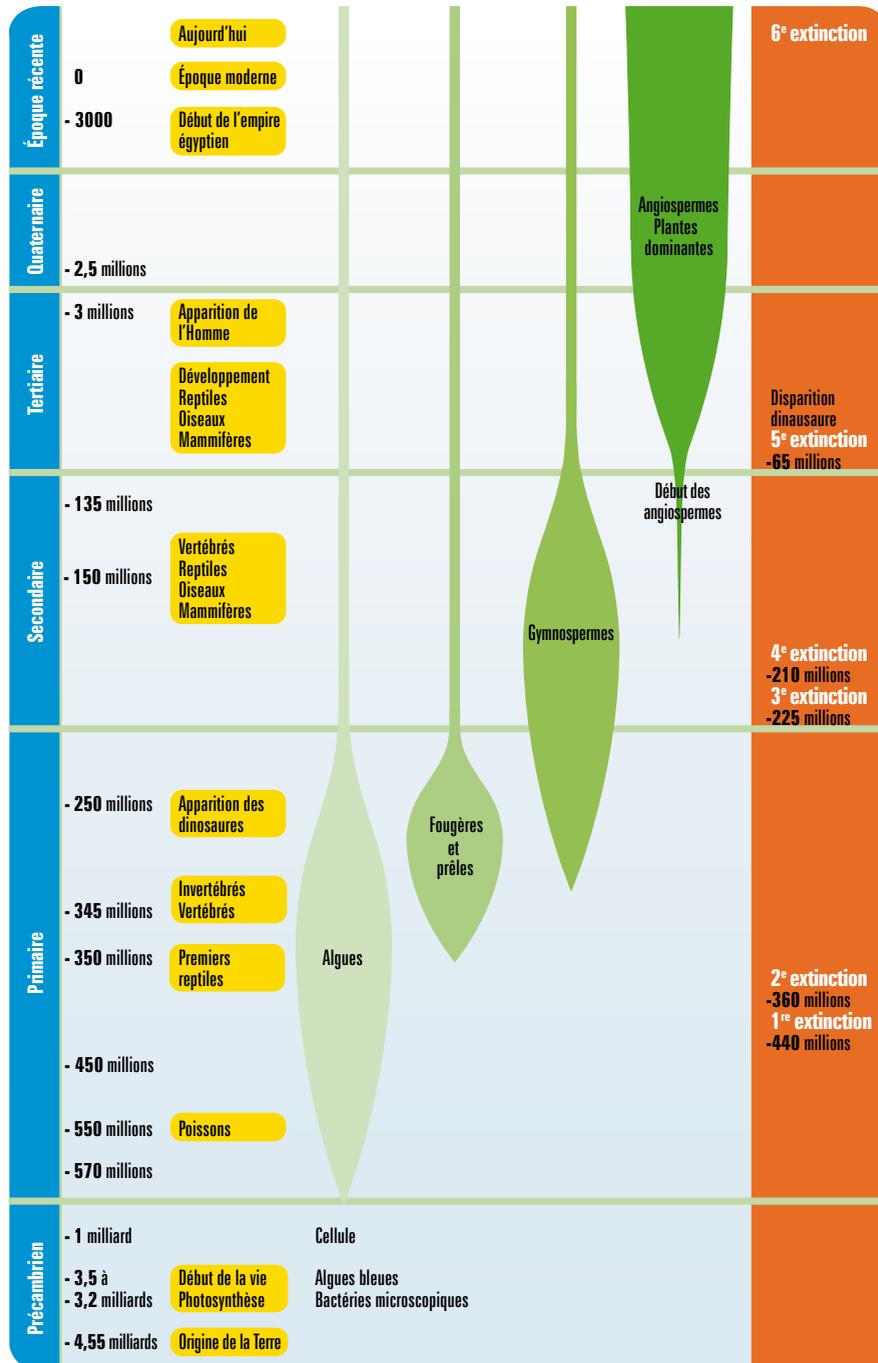


Les algues bleues microscopiques ont transformé l'atmosphère terrestre.

La vie, elle, apparaîtra seulement un milliard d'années plus tard, il y a environ 3,2 milliards d'années. C'est dans la mer, après de nombreuses évolutions physiques et chimiques, que le mystère de la vie émerge sous la forme d'algues bleues et de bactéries microscopiques.

Les bactéries et les algues bleues ont inventé un procédé fabuleux pour développer de la vie sur terre : la photosynthèse. Elles captent la lumière solaire et en tirent l'énergie nécessaire pour transformer l'eau et le gaz carbonique de l'atmosphère et s'en servir pour bâtir leurs tissus. Dans ce processus, les algues rejettent de l'oxygène. C'est ainsi que l'atmosphère primitive, issue principalement de l'activité volcanique et qui ne contenait pas d'oxygène, se transforme.

L'ÉVOLUTION DE LA TERRE EST UNE LONGUE HISTOIRE



Au cours des deux milliards d'années suivantes, lentement, très lentement, l'atmosphère gagne en oxygène et devient respirable pour certains autres êtres vivants. La concentration en gaz carbonique dans l'atmosphère diminue et les températures baissent. L'atmosphère contient environ 1 % de la teneur actuelle en oxygène (selon Aline Raynal-Roques dans *La botanique redécouverte*), mais ce faible taux permet la formation de la couche d'ozone ; les rayons ultraviolets qui restreignaient l'épanouissement de la vie sont désormais filtrés. Les premiers organismes restaient sous l'eau pour se protéger des rayons mortels. Ils peuvent enfin sortir de l'eau.

Les conditions sont maintenant réunies pour favoriser l'apparition d'organismes plus performants. Ces nouveaux organismes sont dotés d'une cellule avec un noyau. Il a donc fallu deux milliards d'années pour que la vie initiale s'organise en cellules comparables à celles des êtres vivants modernes.

Les premières plantes terrestres

Les rivages des terres émergées furent donc colonisés d'abord par des organismes venus de la mer : algues, champignons, bactéries... Après de multiples essais infructueux, des êtres totalement différents ont émergé ; des lichens et des mousses dont on observe aujourd'hui encore des descendants. Déjà la collaboration entre les êtres est au centre de l'évolution. Les lichens existent grâce à la **symbiose** entre des algues, qui ont les attributs nécessaires pour réaliser la photosynthèse, et des champignons qui, avec leurs mycéliums (racines), pénètrent profondément les anfractuosités du roc pour en retirer certains des minéraux. Les mousses, elles, expérimentent un autre type de symbiose entre leurs racines et des **mycorhizes** (champignons), ce qui leur permet de prospérer.

Les lichens limitent leur développement aux assises rocheuses et restent des plantes rampantes. Les mousses, elles, se restreignent aux milieux humides, car elles ne possèdent pas encore de conduits pour le transport de l'eau ; elles sont faiblement adaptées au milieu terrestre.

Puis finalement, après une multitude d'essais et d'erreurs, la Terre crée des plantes réellement terrestres ; des plantes dites vasculaires. On les nomme ainsi parce qu'elles possèdent des vaisseaux pour le transport de l'eau et des minéraux.

Symbiose

« Association étroite et durable entre deux organismes, qui tirent profit tous deux de ce mode de vie. »
Dictionnaire des sciences de l'environnement

Mycorhize

Du grec myco = champignon et rhiza = racine



Les mousses...



... et les lichens sont les premières symbioses terrestres chez les plantes. © B. Dumont/Horti Média

À ce moment de l'évolution de la Terre, les « nouvelles » plantes terrestres ont trois parties fondamentales :

- des racines plongeant dans le sol, pour s'y ancrer, et absorber l'eau ainsi que certains éléments nutritifs ;
- des tiges, qui, grâce aux trachées, transportent l'eau et les éléments minéraux vers les feuilles permettant ainsi de soutenir la cime ;
- des feuilles effectuant la photosynthèse, permettant ainsi de capter le gaz carbonique et de le transformer en carbone, élément de base des tissus des plantes, et libérant aussi de l'oxygène, source de vie pour tous les êtres vivants.

Il a donc fallu quatre milliards d'années d'évolution pour arriver à des structures de plantes et d'associations symbiotiques proches des formes et des associations que nous connaissons aujourd'hui.

« Véritable clé de l'évolution végétale, la symbiose mycorrhizienne a permis l'apparition de centaines de milliers d'espèces de plantes vasculaires. Si bien que, depuis 450 millions d'années, la presque totalité des plantes vasculaires vit, ou a vécu, en association avec ces champignons. » J. André Fortin, *Et des végétaux... naquit le sol*

C'est ainsi qu'il y a environ 550 millions d'années, le réchauffement climatique aidant, tout est en place pour provoquer un véritable essor de biodiversité. Des milliards d'espèces se succèdent, toujours plus adaptées et plus performantes que les précédentes.

« On estime que 30 milliards d'espèces ont existé depuis l'apparition des organismes multicellulaires, au moment de l'explosion de la vie à l'ère du cambrien, il y a 550 millions d'années. » David Suzuki, *L'équilibre sacré : redécouvrir sa place dans la nature*



Il y a 400 millions d'années, les premières fougères, ancêtres de nos fougères, apparaissent.

© B. Dumont/Horti Média

Spore

« Organe de reproduction particulièrement caractéristique de certains végétaux inférieurs ; il comporte une ou quelques cellules seulement et jamais un embryon. » Office de la langue française, 1975



Le Ginkgo biloba est un « fossile vivant » qui survit dans les parcs et jardins.

© B. Dumont/Horti Média

Gymnosperme

De Gumno = nue et sperma = semence

Arrivent alors les fougères, les prêles et les lycopodes dont on observe encore des descendants dans les forêts et les jardins aujourd'hui. Une nouvelle forme de symbiose végétale et mycorrhizienne se développe. Jusqu'alors les mycorrhizes sont insérées à l'intérieur des cellules des racines. À ce stade de l'évolution, une nouvelle forme se développe. Les mycorrhizes s'installent à l'extérieur des cellules des racines, amplifiant les possibilités de la symbiose. Ce sont les ancêtres des champignons de sous-bois que l'on connaît aujourd'hui. Grâce à cette nouvelle association, les plantes deviennent de plus en plus grosses, certaines fougères dépassant les trois mètres de haut, les prêles dix mètres et les lycopodes 40 mètres. Ces plantes forment alors de véritables forêts, toujours en contact avec des milieux très humides, essentiels pour la reproduction qui se fait maintenant grâce à des **spores**.

Il faut attendre encore quelques dizaines de millions d'années et de multiples essais progressifs, aujourd'hui disparus, pour que se produise un autre saut évolutif.

Il y a environ 350 millions d'années, apparaissent les gymnospermes, dont les seuls descendants actuels sont les conifères et l'arbre aux quarante écus (*Ginkgo biloba*), une espèce aujourd'hui sans doute disparue des milieux naturels, mais qui survit dans nos parcs et jardins.

Les **gymnospermes** marquent un progrès décisif par rapport aux plantes qui se reproduisent par spores. Leur sexualité est aérienne. La plante porte à la fois les organes mâles et femelles sur un même plant ; la partie mâle lance son pollen et la partie femelle (les « cocotes » chez les conifères) le reçoit. La rencontre des sexes n'est plus dépendante de la présence de milieux humides. De plus, facteur décisif, l'embryon des gymnospermes est protégé dans une enveloppe rigide, la graine, qui se rompra lorsque celle-ci aura trouvé un milieu adapté pour germer, et ce milieu n'aura pas forcément besoin d'être humide.

Autre innovation, leur appareil vasculaire (tige) est fait de bois, ce qui permet un développement en hauteur. Ces plantes peuvent ainsi créer une plus grande biomasse. Certaines gymnospermes adoptent en plus le nouveau type de symbiose ectomycorhizienne encore plus performant. La nouvelle symbiose conifères et ectomycorhizes produit dans le sol des substances acides et des tanins qui ralentissent la décomposition



Les endomycorhizes colonisent l'intérieur de la racine. Les ectomycorhizes sont de véritables foreurs qui prolongent la racelle.

© Marc Béland, Premier Tech Biotechnologies

des matières organiques. Le sol est ainsi conservé au pied des arbres au lieu d'être lessivé. Toutes ces nouvelles adaptations rendent les conifères plus aptes à coloniser les assises rocheuses sèches et délavées en altitude, autrefois réservées au lichen. Avec le temps, cette association arbre et champignon produit de plus en plus de matière organique stabilisée permettant ainsi la naissance de véritables forêts de conifères semblables à celles que nous connaissons aujourd'hui. Après qu'un désastre eut fait disparaître les forêts de fougères, il y a environ 250 millions d'années, les gymnospermes domineront le monde végétal pendant plus de 100 millions d'années.

« Une espèce ne s'implante pas seulement en détruisant les autres, elle s'implante aussi par la qualité de son adaptation, par la qualité innovatrice qu'elle représente. » Claude Bourguignon, *Le sol, la terre et la plante*



Les angiospermes forment aujourd'hui la vaste majorité des espèces indigènes et des plantes cultivées. © Michel Renaud

Angiosperme

Du grec aggeion = capsule et sperma = semence

Toutefois, l'évolution est loin d'être terminée. Il y a environ 140 millions d'années, alors que les dinosaures règnent encore sur terre, il se produit un autre saut évolutif important. Certaines plantes, les **angiospermes**, enveloppent leurs graines dans des fruits. Cette stratégie rend la semence encore plus résistante aux intempéries, ce qui lui permet de survivre en attendant des conditions propices.

Les angiospermes sont aussi appelées les plantes à « fleurs vraies » parce qu'elles produisent de véritables fleurs. Les magnifiques plantes à fleurs qui ornent les jardins sont des angiospermes.

Contrairement aux gymnospermes, les angiospermes présentent aussi des modes de vie extrêmement variés : arbres feuillus, plantes aquatiques, graminées, plantes herbacées à vie courte ou à vie longue, etc. En fait, leurs possibilités adaptatives sont immenses.

Les conifères dominaient jusqu'à l'arrivée des angiospermes. À la fin du crétacé, il y a 65 millions d'années, les conditions climatiques changent brusquement. Plusieurs scientifiques émettent l'hypothèse qu'une météorite aurait peut-être frappé la Terre, provoquant la cinquième grande extinction²¹. Un très grand nombre d'espèces auraient alors complètement disparu dont les dinosaures. Les gymnospermes, eux, régressent, les plantes à fleurs occupent alors l'espace libéré. Depuis, elles ne cessent de prendre de l'expansion.

Bon à savoir

Lorsqu'au jardin germent les nombreuses graines que nous n'avions pas semées, nous sommes témoins de l'étonnante persistance des graines de gymnospermes.

Depuis l'explosion de la diversité il y a 550 millions d'années, la progression de la diversité des êtres vivants ne s'est pas faite en ligne droite. L'évolution montre plutôt une courbe en dents de scie comportant cinq grandes extinctions : la première il y a 440 millions d'années ; la seconde il y a 365 millions d'années ; la troisième et la plus importante où près de 95 % des espèces marines disparaissent, il y a 225 millions d'années ; la quatrième il y a 210 millions d'années ; et la cinquième il y a 65 millions d'années qui fit disparaître d'un coup les dinosaures qui régnaient en roi et maître sur Terre depuis 175 millions d'années.

D'après les scientifiques, la planète vit sa sixième extinction. Les cinq précédentes avaient été provoquées par des facteurs biophysiques naturels. Cette sixième extinction est provoquée par l'activité humaine sur la planète. D'ici 2050, entre 30 et 50 % des espèces animales et végétales de la planète auront disparu.

(Leaky et Lewin, 1997 ; Reeves, 2003 ; Suzuki, 2001 ; Wilson, 2003 ; etc.). Cette situation aura des impacts imprévisibles sur les plantes de nos jardins et sur les humains.

Les angiospermes, des plantes à fleurs des jardins aux grands arbres feuillus des forêts, représentent le groupe végétal actuel le plus répandu dans le monde avec plus de 250 000 espèces, plus du tiers des espèces végétales actuelles. Elles dominent partout, excepté dans la toundra, au nord, et pour certaines grandes forêts de conifères plus au sud dans des régions plus sèches.

Parallèlement à cette formidable évolution des plantes, le monde animal se métamorphose dans une expérience similaire.

Les organismes vivants qui nous entourent aujourd'hui ont intégré plus de trois milliards d'années d'évolution. Ce sont de véritables gagnants, ou plutôt devrait-on dire qu'ils sont issus de véritables associations gagnantes, car dans la nature tout est coévolution et aucun organisme ne se développe seul.

Le sol se métamorphose

Le sol a aussi subi une formidable évolution. Dans de nombreux lieux émergés, la croûte terrestre, dure et inapte à la vie, s'est transformée au cours des milliards d'années en un sol grouillant de micro-organismes, d'insectes, de vers de terre et de racines de plantes de toutes sortes. Cette transformation s'est encore, et comme presque toujours, produite grâce à un jeu évolutif d'associations et de symbioses.

La terre sans les organismes du sol n'est qu'un substrat inerte. Certes l'action géologique et le climat, vent, eau, gel, fragmentent la roche-mère en particules grossières. Cependant le sol ne se forme que lors de la rencontre du végétal, de l'animal et du minéral. Dynamisés par les racines, les organismes y vivent en symbiose avec les plantes et avec l'apport de matières organiques produites par les plantes et les animaux. La symbiose racines et mycorhizes est devenue, avec les millions d'années, de plus en plus performante à déloger et à retenir les éléments minéraux de la roche-mère et à améliorer la terre. On peut dire sans se tromper que ce sont les successions de plantes qui, au cours de leurs périodes de millions d'années, ont pavé la voie à leur expansion ou à la colonisation par d'autres plantes. Les différentes successions symbiotiques du sol ont littéralement créé le sol.



Les racines et les organismes du sol créent littéralement le sol au contact du substrat minéral.

© Michel Renaud

« La surface du globe terrestre est, dans sa presque totalité de sols, couverte de sols modelés, édifiés par les êtres vivants. Et ce sont des végétaux qui sont responsables, presque seuls, de ces actions majeures ; sans eux, il n'y aurait pas de sols arables, mais seulement de la poussière de roche. Ils attaquent chimiquement des minéraux ; ils apportent au sol stérile leurs cadavres en décomposition qui nourriront d'autres végétaux. L'édification des sols est, avec l'accumulation d'oxygène atmosphérique, l'un des facteurs principaux qui ont permis le développement de la vie animale ; et tous deux sont dus aux plantes. » Aline Reynald-Roques,

La botanique redécouverte

Le climat est vivant

Le climat et l'atmosphère se sont modifiés de plus en plus vers des conditions propices à la vie. Une des contributions les plus étonnantes et les plus significatives à ce sujet provient d'un scientifique anglais du nom de James Lovelock. Celui-ci fut chargé par la NASA de développer différentes recherches pour analyser l'atmosphère et déceler la vie sur Mars. Cette recherche le conduisit à réfléchir sur ce qui créait la vie sur Terre. Il fut d'abord surpris de constater que le climat et l'atmosphère restaient relativement stables malgré des changements qui auraient dû normalement apporter des modifications importantes dans le temps. Par exemple, pourquoi les océans ne deviennent-ils pas plus salés malgré l'apport continu de sels minéraux arrachés aux sols et aux roches et transportés par les fleuves ?



Le climat, dans tous ses aspects, est influencé par tous les autres grands systèmes planétaires.

© B. Dumont/Horti Média

« Pourquoi la température ne monte-t-elle pas alors que la température du soleil s'est accrue de 25 % depuis sa formation ? Comment la terre réussit-elle à maintenir le juste taux d'oxygène dans son atmosphère alors qu'une réduction aussi minime que 10 % serait sans doute fatale pour la plupart des formes vivantes ? » David Suzuki, *L'équilibre sacré : redécouvrir sa place dans la nature*

Les conclusions surprenantes du scientifique rassemblées dans son livre *L'Hypothèse Gaïa* ont créé une véritable commotion dans le monde scientifique. M. Lovelock décrit la Terre comme un super-organisme qui se régule par lui-même. Au même titre que le corps humain grelotte s'il a froid pour augmenter sa température ou sue à grosses gouttes pour réduire sa température, la planète bleue peut produire des proliférations d'algues gigantesques dans les mers du nord, accélérer la production de nuages et, possiblement, provoquer des volcans, etc., pour maintenir sa température et son atmosphère viables. Aujourd'hui, de nombreux scientifiques de renom et de très sérieuses études soutiennent cette nouvelle théorie et développent ses innombrables ramifications.

Tout est relié

Toutes ces données ont amené les chercheurs à émettre l'hypothèse qu'aucune espèce ou système terrestre, comme le climat ou l'atmosphère, ne peut survivre isolément des autres systèmes ou organismes ; tout est intrinsèquement relié. Les racines des plantes échangent des sucres avec des micro-organismes symbiotiques qui en retour leur fournissent des éléments minéraux et les protègent contre la prolifération de pathogènes ; de nombreuses plantes prospèrent grâce à la pollinisation d'insectes ou d'oiseaux ; les humains et les animaux respirent grâce aux plantes qui produisent de l'oxygène ; etc.

La Terre, au cours de son existence de plusieurs milliards d'années, a essayé, raturé, combiné toutes sortes d'associations, de symbioses, de collaborations entre les espèces, les règnes et les systèmes pour améliorer la performance de la vie. Des 30 milliards d'espèces vivantes que la planète a abritées depuis sa genèse, il n'en reste aujourd'hui qu'environ 30 millions, soit 0,1 % des espèces qui ont déjà existé.



Tout est relié !
Photo : NASA Goddard
Space Flight Center

« Les scientifiques croient que chaque espèce se maintient pendant en moyenne quatre millions d'années avant de céder la place à d'autres formes vivantes. On estime à environ 30 millions le nombre d'espèces présentes sur Terre aujourd'hui, ce qui signifie que 99,9 % de toutes les espèces apparues un jour ont disparu. » David Suzuki, *L'équilibre sacré : redécouvrir sa place dans la nature*

Les plantes et les animaux qui nous accompagnent aujourd'hui sont donc des organismes extrêmement évolués puisqu'ils ont passé avec succès le crible de l'évolution. Une promenade dans une forêt mature fournit de formidables exemples de ces espèces évoluées, des mécanismes de régulation et de la beauté extraordinaire de la vie après 4,5 milliards d'années d'évolution. La forêt réussit à faire pousser ses grands arbres sans aucune fertilisation, sans arrosage autre que la pluie, sans traitement phytosanitaire ni désherbage. Les cascades d'eau dévalent les pentes distribuant le liquide vivifiant sans avoir recours à des usines d'épuration. Après un feu ou une tornade, la forêt se régénère rapidement et profite souvent de l'occasion pour accueillir de nouvelles espèces et accroître la diversité du milieu. Ces « cataclysmes » font partie du fonctionnement normal d'un écosystème.

Il est possible de s'inscrire de façon positive dans l'évolution du « super-organisme Terre » et de profiter de cet immense réservoir d'expériences que la planète bleue a accumulées et continue d'accumuler depuis 4,5 milliards d'années. Jardins et espaces verts écologiques sont autant de fils de la nouvelle toile de biodiversité qui se tisse et qui contribue non seulement à embellir et égayer nos environnements, mais également à protéger et à amplifier la vie.