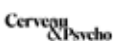


18^E ÉDITION | FESTIVAL INTERNATIONAL DU FILM SCIENTIFIQUE

PARISCIENCE

FICHE D'ACCOMPAGNEMENT

Edition scolaire 2022



L'Abominable Mystère des fleurs

Sommaire

L'Abominable Mystère des fleurs.....	1
Ressources diverses.....	2
Notions et infos clés.....	3
Ressources des partenaires scientifiques et audiovisuels.....	8

L'Abominable Mystère des fleurs

L'Abominable Mystère des fleurs
Réalisé par François Tribolet
Écrit par Clément Champiat, François Tribolet
51 min - France - 2022
© Magneto Presse - CNRS Images
Avec la participation de SVT, Ushuaïa TV et France
Télévisions
Diffusion française : Ushuaïa TV



© Magneto Presse

Dotées d'armes de séduction massives, les fleurs sont aujourd'hui les reines du monde végétal. Avec grâce et légèreté, elles déploient leurs couleurs sur toute la planète. Pour Charles Darwin, l'histoire évolutive et fulgurante des fleurs était un abominable mystère. Mais aujourd'hui, une nouvelle génération de scientifiques rouvre le dossier avec la ferme intention de percer l'énigme et de répondre à cette intrigante question : à quoi ressemblait la première fleur ? Mêlant expéditions scientifiques à travers le monde et expériences de haute technologie, cette quête fait éclore des trésors d'ingéniosité cachés chez la fleur. Apparues il y a plus de 200 millions d'années, les fleurs ont su dévoiler un éventail de capacités d'adaptation, développer des relations étroites avec les pollinisateurs et se diversifier. Pourtant si familières, les fleurs, particulièrement évoluées, sont l'objet d'une véritable enquête scientifique.

CNRS Journal

- Biodiversité et climat : même combat (15/07/2021) :
<https://lejournal.cnrs.fr/articles/biodiversite-et-climat-meme-combat>
- Charles Darwin, De l'origine d'une théorie
<https://lejournal.cnrs.fr/articles/charles-darwin-de-lorigine-dune-theorie>
- D'où viennent les fleurs : l'abominable mystère de Darwin
<https://www.cnrs.fr/fr/dou-viennent-les-fleurs-l-abominable-mystere-de-darwin-seclaircit>

Radiofrance

- [La tête au carré : L'origine des plantes à fleurs](#)

Canal-U

- [Du côté des jardins : Les fleurs entre passion et indifférence](#)
- [Les fleurs du futur risquent d'être plus petites : les moyens d'agir ou de subir les dérèglements climatiques](#)
- [Structure et croissance des plantes à fleurs](#)
- [Techniques d'agroécologie en milieu urbain : exemple d'alternative aux sols](#)
- [Les Rosacées](#)
- [Les Brassicacées](#)

Notions et informations clés

Intervenant.e.s :

Sarah Darwin, descendante de Charles Darwin, biologiste et botaniste au Muséum d'Histoire Naturelle de Berlin.

Steven Boatwright, chercheur en biologie et biodiversité à l'Université du Cap.

François Parcy, chercheur au Laboratoire de physiologie cellulaire et végétale, CNRS.

Edwige Moyroud, docteure en biologie évolutive et moléculaire des plantes à l'Université de Cambridge.

Lilach Hadany, théoricienne de l'évolution spécialisée dans la phyto-acoustique à l'université de Tel-Aviv.

Valérie Burtet-Sarramegna, chercheuse en biologie moléculaire, Université de la Nouvelle Calédonie.

Florian Schiestl, chercheur en botanique évolutive à l'Université de Zurich.

Sébastien Lavergne, chercheur en biologie évolutive au Laboratoire d'Ecologie Alpine, CNRS.

Natanael Ndilenga, étudiant botaniste au Gobabeb, Institut de Recherche Namibien.

Vocabulaire :

- paléontologie
- iridescence
- théorie de l'évolution
- biomimétisme
- ADN
- gymnosperme

Informations essentielles :

La fleur, reine du monde végétal

La diversité de couleurs et de parfums des plantes à fleurs, qui composent 90% de la biodiversité végétale, est sans égale sur Terre. A cet égard, leur conquête fulgurante de la

planète était pour Charles Darwin un “abominable mystère” : la rapidité du développement et de la diversification des plantes à fleurs constituait en effet un obstacle majeur pour sa théorie de l'évolution.

Comment la fleur est-elle apparue ? Quelles armes de séduction a-t-elle développées pour se reproduire à cette vitesse affolante ? Et surtout, comment s'est-elle diversifiée jusqu'à donner naissance à plus de 300 000 espèces différentes, toutes plus colorées et parfumées les unes que les autres ?

Des paléontologues, biologistes et généticiens ont décidé de résoudre ce mystère.

Dans le désert de Namaqualand (Afrique du Sud), des millions de fleurs éclosent une fois par an, au beau milieu du printemps. Elles n'ont que quelques jours pour se reproduire avant l'arrivée de fortes canicules. Les fleurs appartiennent à la famille des angiospermes : elles possèdent toutes un appareil reproducteur composé d'un organe mâle - l'étamine, qui produit du pollen - et d'un organe femelle - le pistil, c'est-à-dire l'ovule. Lorsque le pollen est déposé par un insecte pollinisateur dans une autre fleur, la fécondation a lieu et donne naissance à une graine : c'est l'embryon de la future plante. Mais comment un dispositif de reproduction aussi différent de celui des autres espèces végétales est-il apparu ?

Ce processus constitue en effet un saut évolutif majeur par rapport aux espèces qui dominaient le monde lorsque les fleurs sont apparues. Les gymnospermes, dont les organes génitaux mâles et femelles sont séparés - ils se trouvent soit sur deux branches soit sur deux pieds différents - régnaient en maître avant l'apparition des fleurs. Pourtant, il ne reste plus que 1000 espèces de gymnospermes de nos jours, contre plus de 300 000 espèces de fleurs.

Quel est le secret du succès des fleurs ?

L'alliance avec le monde animal

La première raison de leur développement fulgurant réside dans leur coopération avec le monde animal. Lorsqu'une abeille visite une fleur, elle ne fait en effet pas que déposer du

pollen, elle en emporte : la reproduction des fleurs est donc d'une efficacité et d'une complexité sans pareil dans le monde végétal.

Les fleurs ont appris à amadouer et à attirer les pollinisateurs, qu'elles récompensent à l'aide du nectar, une solution sucrée dont les insectes raffolent.

Les fleurs ont des “oreilles”

Lilach Hadany a même fait une découverte révolutionnaire pour notre connaissance de ces végétaux : lorsqu'un insecte approche, les pétales vibrent et envoient un signal à la fleur, qui augmente de 20% la quantité de nectar en son sein. Cela signifie que les fleurs ont développé la capacité d'entendre les pollinisateurs, et de les accueillir au mieux lorsqu'ils prélèvent et déposent le pollen.

Des couleurs éclatantes

Parmi l'infinité de couleurs arborées par les fleurs, le bleu est particulièrement apprécié des insectes, qui le perçoivent plus rapidement que les autres teintes. Mais il n'est pas aisé de se parer de ce coloris : pour créer du bleu, les fleurs doivent modifier l'acidité de leurs cellules ou être nées dans un sol aux minéraux particuliers.

Il existe pourtant certaines fleurs qui parviennent à arborer cette couleur en employant une méthode différente : elles créent un effet de lumière qui dégage des reflets bleus. La surface striée de l'hibiscus d'Afrique lui permet ainsi de créer un phénomène d'iridescence : les stries irrégulières de sa surface ne reflètent que la lumière bleue.

Comment sont-elles apparues ?

Il y a 450 millions d'années, les algues de mer ont donné naissance à la mousse, qui envahit peu à peu le sol de la planète. 50 millions d'années plus tard, la tige apparaissait, et donnait finalement naissance aux gymnospermes - à l'image des conifères. Mais comment un

système reproductif tel que celui des gymnospermes a-t-il pu mener à un dispositif aussi complexe et efficace que celui des plantes à fleurs ?

Dans le désert de Namibie vit la *Welwitschia mirabilis*, une plante gymnosperme aux grandes feuilles semblables à des tentacules dont certains spécimens peuvent atteindre jusqu'à 2000 ans. Sur les cônes mâles de la plante, on peut également trouver un ovule stérile dissimulé sous une bulle de nectar. Ce dispositif très inhabituel chez les gymnospermes ressemble à une tentative ratée de fleur.

A partir de ces observations, les scientifiques ont analysé l'ADN de plantes gymnospermes, et en ont déduit qu'elles avaient les gènes nécessaires pour produire des fleurs. La fleur s'est donc formée à partir de l'héritage génétique des gymnospermes.

Comment expliquer leur rapidité d'évolution ?

Les plus vieux fossiles d'angiospermes au monde se trouvent au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, et furent méticuleusement analysés par Darwin. Datés de 90 à 100 millions d'années, ces fossiles ne correspondaient pas avec les estimations du scientifique et avec sa théorie de l'évolution - censée être plus lente.

L'espèce la plus ancienne de fleurs connue par l'homme se trouve en Nouvelle-Calédonie, et est apparue **avant la séparation des continents**. L'*Amborella Trichopoda* est en effet la descendante directe de l'ancêtre commun à toutes les espèces de fleurs : elle renferme donc des secrets susceptibles de nous renseigner sur l'origine de ces végétaux. En analysant l'ADN de l'*Amborella*, les scientifiques ont réussi à déchiffrer son génome complet, et en ont déduit que la première espèce de fleur serait apparue il y a 214 millions d'années. Elle serait donc deux fois plus ancienne que les fossiles qu'analysait Darwin ! Cela résout donc en partie l'énigme à laquelle était confronté le scientifique.

Néanmoins, il reste une question en suspens : **pourquoi et comment la fleur a-t-elle pu se diversifier si rapidement ?**

L'influence des pollinisateurs

En isolant plusieurs espèces de fleurs avec certains pollinisateurs, les scientifiques ont pris conscience de la rapidité avec laquelle une même espèce évoluait différemment en fonction du pollinisateur qu'elle fréquentait. Après seulement neuf générations (soit un an et demi), les caractéristiques des fleurs se sont déjà adaptées aux comportements du pollinisateur : leur parfum a par exemple évolué différemment selon l'insecte avec lequel elles ont été isolées.

La spéciation, c'est-à-dire la création d'une nouvelle espèce, a donc lieu chez la fleur à une rapidité fulgurante.

Les conditions géographiques

La montagne constitue le berceau de multiples espèces de fleurs. De manière surprenante, plusieurs centaines d'espèces végétales vivent même en haute altitude. En analysant la morphologie de plusieurs spécimens d'androsaces, les scientifiques ont découvert que trois espèces étaient en fait nées à la même période, lors de la dernière ère glaciaire, il y a 3 millions d'années. Cela signifie que les fleurs des sommets, épargnées par le désert glacial qui envahissait la planète, évoluèrent à une vitesse fulgurante en raison de leur situation géographique.

L'évolution peut donc s'emballer dans une frénésie créatrice : pour assurer la survie de leurs espèces, les fleurs se sont adaptées à leur environnement à une vitesse fulgurante.

Les fleurs, qui menaçaient autrefois la théorie de Darwin, en sont donc en réalité l'une des plus impressionnantes illustrations.

L'OFFICE FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ

L'Office français de la biodiversité, issu en 2020 du regroupement de l'Agence française pour la biodiversité (AFB) et de l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS) propose, en ligne, une variété de ressources, notamment des ressources pour les enseignant.e.s et de nombreuses actions à réaliser au sein des établissements scolaires. Découvrez le site de l'Ofb [ici](#). De nombreuses pages permettent d'en découvrir davantage sur :

- [La biodiversité de manière générale.](#)
- [La biodiversité et les espèces présentes en France](#), à travers une rubrique présentant de nombreuses actions comme l'application INPN Espèces permettant de découvrir la diversité des espèces présentes autour de vous et de devenir acteurs, la liste rouge de l'UICN, les actions de préservation...
- [La biodiversité à l'école.](#)
- [Les bons gestes pour préserver la biodiversité.](#)

Une série de 13 vignettes vidéo de sensibilisation est également disponible sur sa chaîne YouTube

(humour, biodiversité, court métrage...). [Découvrez la série de courts métrages.](#)

En 4 vidéos courtes, la série animée **Patatras !** permet également au public familial de découvrir les

liens qui unissent les êtres vivants au sein de la biodiversité :

Épisode 1 : [Orque'n roll en Alaska](#)

Épisode 2 : [Le retour du grand gentil loup](#)

Épisode 3 : [Herbivores crossing](#)

Épisode 4 : [SOS taxi pour les graines](#)

De nombreuses ressources pour les élèves et les enseignant.e.s sont disponibles sur le site. Des livrets, des kits à destination des enseignant.e.s ou encore des propositions d'activités sont accessibles, pour s'engager avec les élèves dans la protection de la biodiversité. Les livrets « Quelle belle planète » ou encore « Tous acteurs pour préserver la biodiversité » sont téléchargeables sur le site, des livrets de sensibilisation à la biodiversité, spécialement dédiés au jeune public :

- [Quelle belle planète](#)

- [Tous acteurs pour préserver la biodiversité](#)

MNHN / INPN – Inventaire national du patrimoine naturel

Définition de la biodiversité : <https://inpn.mnhn.fr/informations/biodiversite/definition>

- Portail de l'INPN : <https://inpn.mnhn.fr/accueil/index>
Vous y trouverez des fiches espèces, des galeries de photos et bien d'autres données encore !
 - Livret 2021 « 100 chiffres expliqués sur les espèces »
<https://inpn.mnhn.fr/docs/communication/livretInpn/Livret-INPN-especes-2021.pdf>
-

EDUC'ARTE

Educ'Arte est une plateforme pédagogique en ligne regroupant une variété de ressources (films, séries, courts métrages...) et d'outils au service des enseignant.e.s et de leurs élèves. À la suite du festival, chaque enseignant.e se verra attribuer un code qui lui permettra de découvrir son contenu gratuitement et ce pendant un mois et demi. Vous y trouverez des ressources permettant de développer les problématiques abordées à Pariscience 2021 : <https://educarte.arte.tv/>

De nombreux documentaires, sélectionnés dans les précédentes éditions scolaires du festival Pariscience, y sont disponibles :

- Tsunamis, une menace planétaire, de Pascal Guérin (Pariscience 2020 – Compétition Lycéens) :
<https://educarte.arte.tv/program/tsunamis-une-menace-planetaire>
- Microbiote, les fabuleux pouvoirs du ventre, de Sylvain Gilman et Thierry de Lestrade (Pariscience 2019 – Compétition Lycéens) :
<https://educarte.arte.tv/program/microbiote-les-fabuleux-pouvoirs-du-ventre>
- Série Points de repères, de Pierre Lergenmüller : série d'animation qui revisite la grande histoire à travers les événements en apparence mineurs qui ont façonné son cours. (Pariscience 2018 – Hors compétition Collégiens) :
<https://educarte.arte.tv/thematic/points-de-reperes-tous-les-episodes>
- Les Mondes perdus – Le Mystère des dragons à plumes, de Emma Baus et Bertrand Loyer (Pariscience 2017 – Compétition Collégiens) :
<https://educarte.arte.tv/program/les-mondes-perdus-le-mystere-des-dragons-a-plume>

- Xenius, le magazine de la connaissance d'ARTE (plusieurs épisodes sélectionnés) : <https://educarte.arte.tv/thematic/xenius-tous-les-episodes>

ADAV

Sciences de la terre, faune, flore, sciences de la vie, histoire, santé, astronomie, série d'animation pour les plus petits : plusieurs milliers de films scientifiques grands publics ou spécialisés, accessibles au monde de l'éducation (universités, lycées, collèges, écoles, médiathèques, associations, etc.) sont à découvrir dans le catalogue ADAV. Partenaire de Pariscience 2021, l'ADAV propose, pour les usages des enseignant.e.s en classes, une sélection de films programmés durant les dernières éditions scolaires du festival, disponibles en DVD :

- **À l'écoute de la nature de Jacques Mitsch** (Sélection écoles élémentaires – Pariscience 2020 et 2021)
- **Bonjour le monde de Eric Serre et Anne-Lise Koehler** (Série de courts métrages d'animation - sélection écoles élémentaires – Pariscience 2019 et 2020)
- **Quand les animaux emménagent en ville – Les grandes plaines de Guy Beauché et Sébastien Lafont** (Également disponibles les 2 autres épisodes de la série : « La côte ouest » et « La grande forêt de l'est ») (En compétition Jury en Herbe – Pariscience 2020)
- **L'Odyssée interstellaire** de Vincent Amouroux et Alexandre Barry (Série – Épisodes en Compétition Collégiens et Lycéens – Pariscience 2018 et 2019)
- **Le Ille Reich n'aura pas la bombe** de Nicolas Jallot (Hors Compétition Lycéens – Pariscience 2019)
- **Sauvons le vison d'Europe** de Frédéric Labie et Nicolas Goudeau-Monvois (Compétition Lycéens – Pariscience 2019)
- **Microbiote – Les Fabuleux pouvoirs du ventre** de Sylvie Gilman et Thierry de Lestrade (Compétition Lycéens – Pariscience 2019)

Pour tout renseignement ou inscription : <https://www.adav-assoc.com/contact@adav-assoc.com> -

CANAL-U

En source documentaire complémentaire pour les enseignant.e.s (accessibles pour des lycéens confirmés), vous trouverez ci-dessous un lien vers une sélection de ressources abordant des thématiques liées à la programmation scolaire : <https://pariscience.fr/canal-u-ressources/>

ET DÉCOUVREZ BIEN PLUS ENCORE !

Découvrez une riche variété de ressources, mises à disposition en ligne par les partenaires scientifiques et audiovisuelles du festival Pariscience : <http://pariscience.fr>