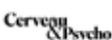
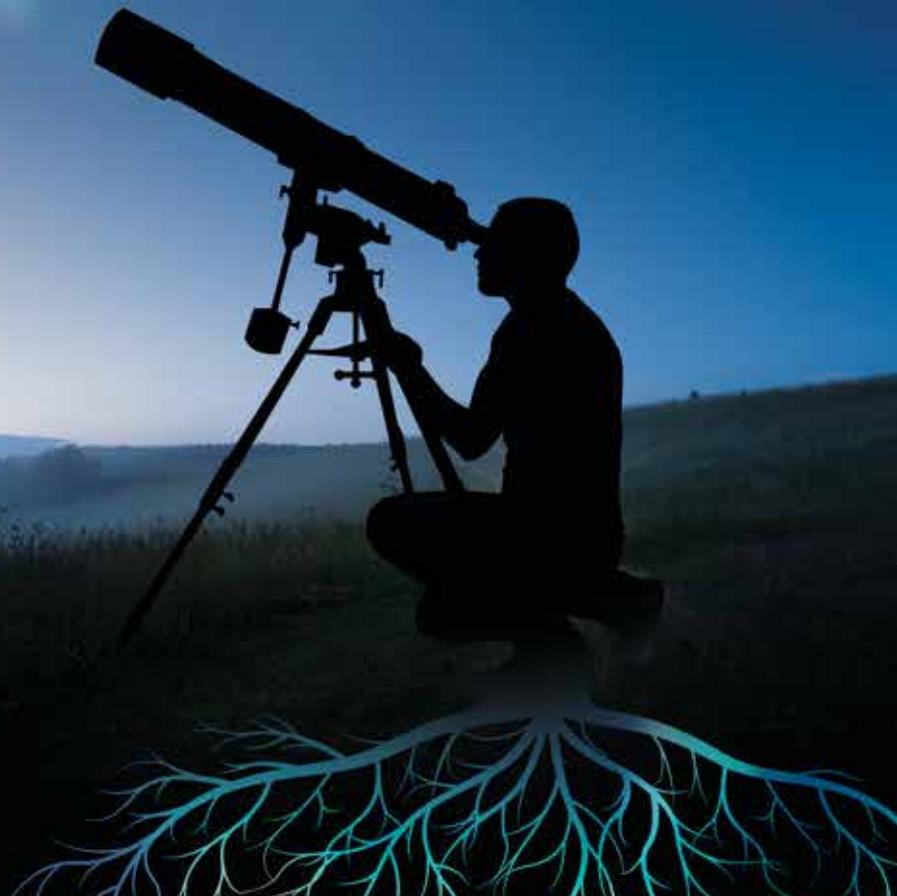


18<sup>E</sup> ÉDITION | FESTIVAL INTERNATIONAL DU FILM SCIENTIFIQUE

# PARISCIENCE

## FICHE D'ACCOMPAGNEMENT

Edition scolaire 2022



# Le Message des papillons

## Sommaire

Le Message des papillons.....	1
Ressources diverses.....	2
Notions et infos clés.....	3
Ressources des partenaires scientifiques et audiovisuels.....	8

## Le Message des papillons

Le Message des papillons  
Réalisé par Pierre Bressiant  
Écrit par Marie Blanc-Hermeline, Pierre Bressiant,  
Arnaud Devroute, Maxence Lamoureux  
52 min - France - 2021  
© Crescendo Média Films - Ushuaïa TV  
Avec la participation de Nova/GBH, ZDF ARTE,  
TV7 Bordeaux et SVT  
Diffusion française : ARTE, Ushuaïa TV



*-Delbert A. Green II & monarch©Crescendo media films*

Aux beaux jours virevoltent des insectes aux ailes légères, dont les battements provoquent des effets insoupçonnables : les papillons. Ils sont nés au temps des dinosaures et ont traversé des millions d'années d'évolution en inventant une multitude de stratégies d'adaptation. Leurs parures extravagantes cachent des trésors du vivant, visibles sous l'œil des plus puissants microscopes. De leurs ailes à leurs antennes, plusieurs espèces de papillons inspirent aux chercheurs qui les observent des découvertes dans des domaines aussi variés que l'énergie, le développement durable, la chirurgie, ou encore la défense militaire ! Champions de la survie, les papillons soufflent à la science les technologies du futur. Victimes directes des activités humaines (dérèglement climatique, urbanisation, pollution agricole...), ils murmurent aussi ce message : de préserver le monde, en harmonie avec l'intelligence du vivant.

## Canal U :

Vous trouverez également sur Canal U de nombreuses ressources sur **les papillons** et la **préservation des écosystèmes** en général.

- [Kezako : d'où viennent les couleurs des ailes des papillons ?](#)
- [La capture des papillons](#)
- [Les îles Salomon : chasseurs de papillons](#)
- [Menaces sur le maculinea : la biologie de la conservation appliquée aux zones](#)
- [Argema Mittrei, la vie du papillon comète](#)
- [Le charaxes Jasius \(lepidoptère nymphalida\) : le pacha à deux queues](#)

## Les insectes et le changement climatique

- [Le papillon monarque migrateur est désormais En danger - Liste rouge de l'UICN](#)
- [Déclin des insectes : l'urgence d'agir](#)
- [Sur quelques aspects scientifiques relatifs à la protection des écosystèmes, des espèces et de la diversité biologique](#)

## Autre

- [Piéger la lumière grâce aux ailes de papillons](#)
- [Les métamorphoses du papillon](#)
- [La vie du ver à soie, Bombyx mori en vidéo](#)
- [D'où viennent les merveilleuses couleurs des papillons ?](#)

## Notions et informations clés

### Intervenant.e.s :

**Delbert André Green II**, chercheur spécialiste en écologie et en biologie évolutive à l'Université du Michigan.

**Jessica Ware**, entomologiste au Museum d'Histoire Naturelle de New York.

**Fiorenzo Omenetto**, directeur du Silklab à la Tufts University.

**Luciana d'Amone**, doctorante spécialiste en ingénierie bioSilklab.

**Serge Berthier**, physicien à l'Institut des nanosciences de Paris.

**Chunlei Guo**, chercheur à l'Institut d'optique de l'Université de Rochester.

**Hendrik Hoelscher**, institut de technologie de Karlsruhe.

**Radwanul Hasan Siddique**, post-doctorant en 2019 à Caltech, Californie.

**Katie Shanks**, post-doctorante à l'Université d'Exeter, Angleterre.

**Valérie Keller**, chercheuse et directrice de recherches à l'Université de Strasbourg.

**Denis Spitzer**, directeur de recherches à l'Institut de recherches franco-allemand pour la défense et la sécurité, France.

**Adriana Briscoe**, biologiste à l'Université de Californie, USA.

**Lawrence Gilbert**, biologiste à l'Université du Texas à Austin.

**Rachel Martin**, chimiste à l'Université de Californie.

**Christine Merlin**, biologiste à l'Université du Texas

**Janis Heuer**, doctorant au Karlsruhe Institute of Technology.

### Vocabulaire :

- Hydrophobicité / hydrophilie
- Nanoscience
- Biomimétisme
- Changement épigénétique
- Pigment
- Thrombose
- Inversion magnétique
- Enzyme
- Pollinisation

Le cycle de vie des papillons dépend du climat : à l'automne, ils se dirigent en direction de régions plus chaudes. Le papillon monarque réalise ainsi plus de 5000 kilomètres en deux mois lors de sa dure migration vers le Mexique.

Mais ce grand voyage est fragilisé par le dérèglement climatique comme par nos pratiques agricoles. En effet, le papillon est un pollinisateur, et se nourrit donc du nectar produit par les fleurs pour survivre : lorsque ces dernières viennent à manquer, le papillon est en danger de mort.

### **Le papillon : une merveille d'évolution**

Le papillon a pourtant su jusqu'ici s'adapter à son milieu avec une grande ingéniosité. Les multiples espèces de papillons ont donc beaucoup de choses à nous apprendre. La pratique qui consiste à développer des technologies à partir des structures du vivant se nomme le **biomimétisme**.

#### **La fibroïne de la soie**

Dès l'Antiquité, la civilisation égyptienne prit conscience de la richesse du papillon en observant le processus de fabrication de la soie, matière produite par le bambix des muriers. Pour pouvoir devenir papillon, la chenille fabrique en effet un cocon protecteur à partir de fibres végétales de la soie.

Or, cette matière est formée à partir d'une protéine d'un grand intérêt pour la médecine humaine : la fibroïne, qui a la caractéristique de pouvoir être implantée dans le corps humain sans provoquer de réaction inflammatoire. Des laboratoires comme le Sick Lab conçoivent donc des prothèses et des visse fabriquées à partir de fibroïne, dont les propriétés peuvent même avoir des vertus réparatrices pour les os.

La soie du papillon a même permis la création d'une encre qui détecte les matières dangereuses : des vêtements qui se colorent en présence de produits toxiques pourront donc être développés et empêcher des accidents.

### **Le bleu iridescent des ailes du papillon**

Les ailes de certaines espèces de papillons sont parées d'un bleu aux reflets métalliques, que l'on nomme "iridescent". Cette couleur si reconnaissable s'avère particulièrement utile pour la reproduction : visible même au milieu d'un environnement riche en couleur, ce bleu permet donc aux papillons d'attirer l'attention de leurs congénères.

Néanmoins, être doté d'une telle visibilité implique aussi d'attirer le regard des prédateurs. Pour se protéger des oiseaux, les papillons volent donc en suivant une trajectoire saccadée et imprévisible : ainsi, il devient difficile pour leurs prédateurs de prédire leur déplacement. Selon Serge Berthier, physicien à l'Institut des Nanosciences de Paris, le bleu iridescent des ailes du papillon n'est pas pigmentaire mais structurel. Les ailes du papillon sont parsemées de stries formées à partir de très fines lamelles : une telle structure crée une multitude de reliefs qui ne sélectionnent que les lumières bleues. Lorsque la lumière rebondit sur les ailes, notre œil les perçoit donc d'un bleu métallique.

Adapter ces propriétés à des outils technologiques pourrait s'avérer fort utile pour améliorer leur efficacité : ainsi, les scientifiques pensent qu'il serait possible de réduire la perte d'énergie des panneaux solaires en modifiant leur structure nanométrique.

### **Mais la couleur des ailes du papillon améliore leur capacité de survie de manières différentes selon les espèces.**

Ainsi, le papillon vice-roi semble avoir peu à peu acquis la couleur orange et noire des ailes du papillon monarque, indigeste pour nombre d'animaux, de manière à se protéger des prédateurs. En effet, les couleurs jaune, orange et noire sont dans la nature synonymes de toxicité, et sont donc davantage craintes par les prédateurs.

Le greataoto a quant à lui adopté une double stratégie pour se protéger : ses ailes arborent des couleurs perçues comme nocives (à l'image du jaune) tout en étant d'une impressionnante transparence. L'effet anti-reflet des ailes repose sur la disposition et la taille aléatoires de minuscules piliers visibles à l'échelle nanométrique. Cette structure permet à

tous les rayons lumineux de traverser les ailes quelque soit l'angle avec lequel ils entrent en contact avec la peau du papillon. Une telle structure pourrait donc être imitée pour améliorer la qualité des panneaux solaires, ou même des écrans de téléphones portables.

### **L'hydrophobicité**

Les ailes du papillon sont également dotées d'une qualité indispensable à leur survie : l'hydrophobicité. En effet, les ailes d'un papillon mouillées pourraient se retrouver coller, et ainsi causer la chute de l'insecte.

L'étude de cette qualité exceptionnelle pourrait aider les scientifiques à concevoir des matériaux insubmersibles : un métal composé de deux couches hydrophobes a même été inventé. L'existence d'un tel matériau pourrait permettre aux sociétés de s'adapter au dérèglement climatique et à la montée des eaux, en construisant des villes sur l'eau insubmersibles.

### **Les ailes des papillons blancs : une loupe pour mieux s'envoler**

Contrairement à d'autres animaux, comme les mammifères, les papillons ont le sang froid. Cela signifie qu'ils ont besoin de la chaleur du soleil pour s'envoler. Parce que les couleurs sombres comme le noir ont davantage tendance à retenir la chaleur, les papillons blancs devraient avoir plus de difficultés à s'envoler. Pourtant, les espèces aux couleurs claires ont des moyens de contourner ce problème : la blancheur de leurs ailes agit en réalité comme un miroir. Lorsqu'ils rapprochent leurs ailes, les papillons peuvent donc agir comme une loupe et créer une concentration de lumière qui leur procure la chaleur nécessaire à l'envol.

### **L'impact des changements environnementaux sur les papillons**

Le monarque, papillon migrateur, réalise son vol à partir d'une orientation magnétique donnée. Lorsque la saison change, les papillons sont donc génétiquement programmés pour s'orienter vers des régions plus chaudes. Mais le dérèglement climatique perturbe ce système à l'origine harmonieux, et induit donc les papillons en erreur, causant leur mort.

Or, le monde ne peut se permettre de perdre les papillons. La perte de ces espèces si complexes ne constituerait pas seulement la perte d'un important groupe de **pollinisateurs**, elle **déstabiliserait aussi grandement l'équilibre des écosystèmes**. Maillon crucial de la chaîne alimentaire, le papillon participe à la survie de nombreuses espèces végétales - comme les fleurs - et animales - à l'image des oiseaux.

### 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/ressources-des-partenaires-scientifiques-et-audiovisuelles/>