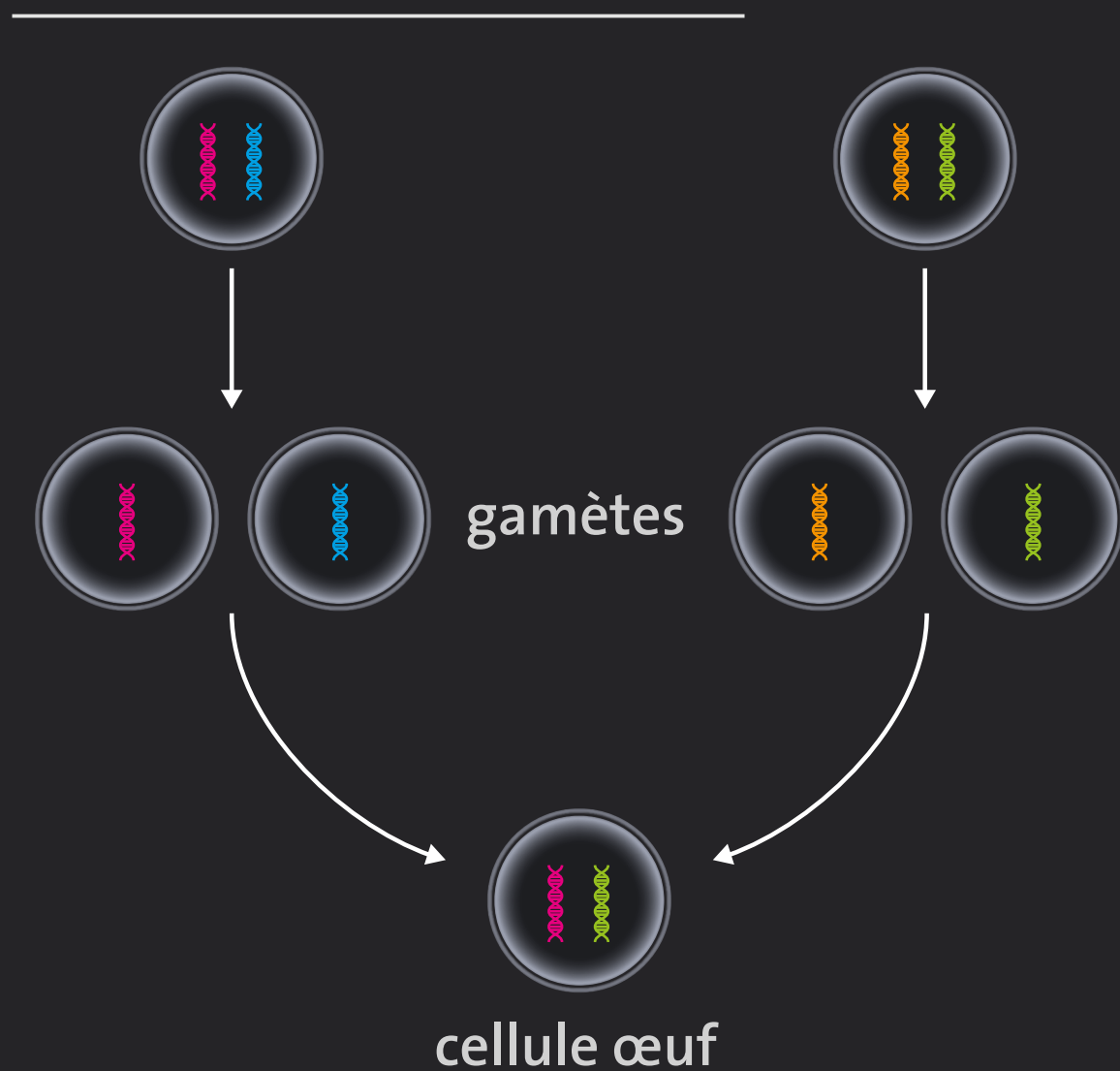


UNE VERSION UNIQUE

La reproduction sexuée implique deux individus de sexes différents. Elle donne un embryon unique, différent des deux parents.

Les cellules sexuelles* produites par les individus parents fusionnent et forment un embryon lors de la fécondation. Les nombreuses combinaisons de gamètes possibles engendrent une grande diversité chez les descendants. Face à un changement dans l'environnement, cette grande diversité donne plus de chances à la population de s'adapter : c'est un avantage. Par contre, ce mode de reproduction a l'inconvénient de consommer beaucoup d'énergie pour les individus parents.



EMBRYON INTERNE

Chez les mammifères, la fécondation et le développement de l'embryon se font dans le système reproducteur de la mère.

ŒUF

Chez certaines espèces**, la fécondation se fait dans le système reproducteur de la mère. Elle pond ensuite un œuf dans lequel l'embryon se développe.

FÉCONDATION DANS L'EAU

Chez beaucoup d'espèces aquatiques, la mère pond ses ovules non fécondés dans l'eau. Le père répand ensuite ses spermatozoïdes. La fécondation est externe.

ANIMAUX IMMOBILES

Les animaux fixés éjectent leurs gamètes directement dans le milieu extérieur. Les gamètes se rejoignent au hasard des courants et forment un embryon.

PLANTES

Les plantes dispersent leurs gamètes directement dans l'environnement sous forme de pollen. Les gamètes sont transportés au hasard.

GLOSSAIRE

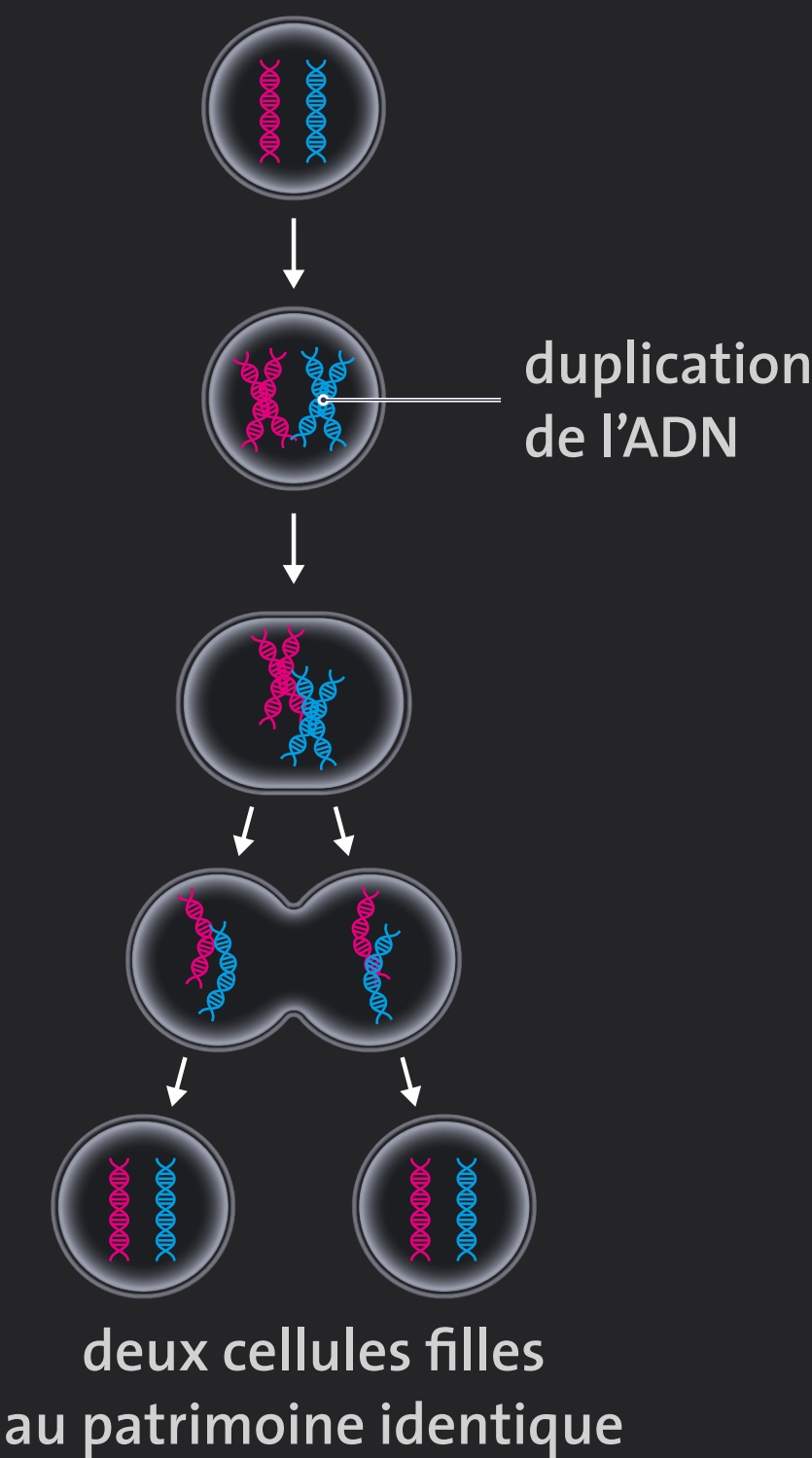
* gamète

** ovipare

COPIE CONFORME

La reproduction asexuée implique un seul individu. L'organisme ou la cellule se clone en une copie identique ou très proche.

La reproduction asexuée se produit au niveau cellulaire chez des organismes composés d'une ou plusieurs cellules. Dans ce mode de reproduction, le patrimoine génétique est transmis à l'identique aux descendants. Si tous les individus se ressemblent, un changement dans l'environnement peut détruire toute la population. Cette faible diversité est alors un inconvénient. L'avantage de la reproduction asexuée est de permettre de se reproduire très rapidement en dépensant peu d'énergie.



MITOSE

La multiplication continue des cellules dans un organisme pluricellulaire est une forme de reproduction asexuée appelée « mitose ».

DIVISION CELLULAIRE

Chez des organismes unicellulaires comme les bactéries, la reproduction asexuée se fait par simple division* de la cellule mère en deux cellules filles.

RHIZOMES ET STOLONS

Les rhizomes et stolons sont des tiges spécialisées chez les plantes. Elles s'enracinent et produisent de nouveaux individus.

BOURGEONNEMENT

Certaines espèces de plantes et même d'animaux peuvent se reproduire par de nouvelles pousses** qui se détachent de l'organisme parental.

GLOSSAIRE

* fission

** bourgeonnement

SANS LIENS DE PARENTÉ

La transmission de patrimoine génétique peut se faire entre individus non parents. Ces échanges entre individus adultes se font de plusieurs manières.

Des organismes unicellulaires peuvent s'échanger de l'ADN entre eux. Certains peuvent même intégrer du matériel génétique présent dans leur environnement. Les organismes unicellulaires et les virus peuvent aussi transférer du patrimoine génétique à des organismes pluricellulaires qui les abritent. Cette transmission de patrimoine génétique ne produit pas de nouvel individu. Les gènes sont transmis directement entre individus adultes, cela favorise la diversité génétique.

LIMACE VÉGÉTALE

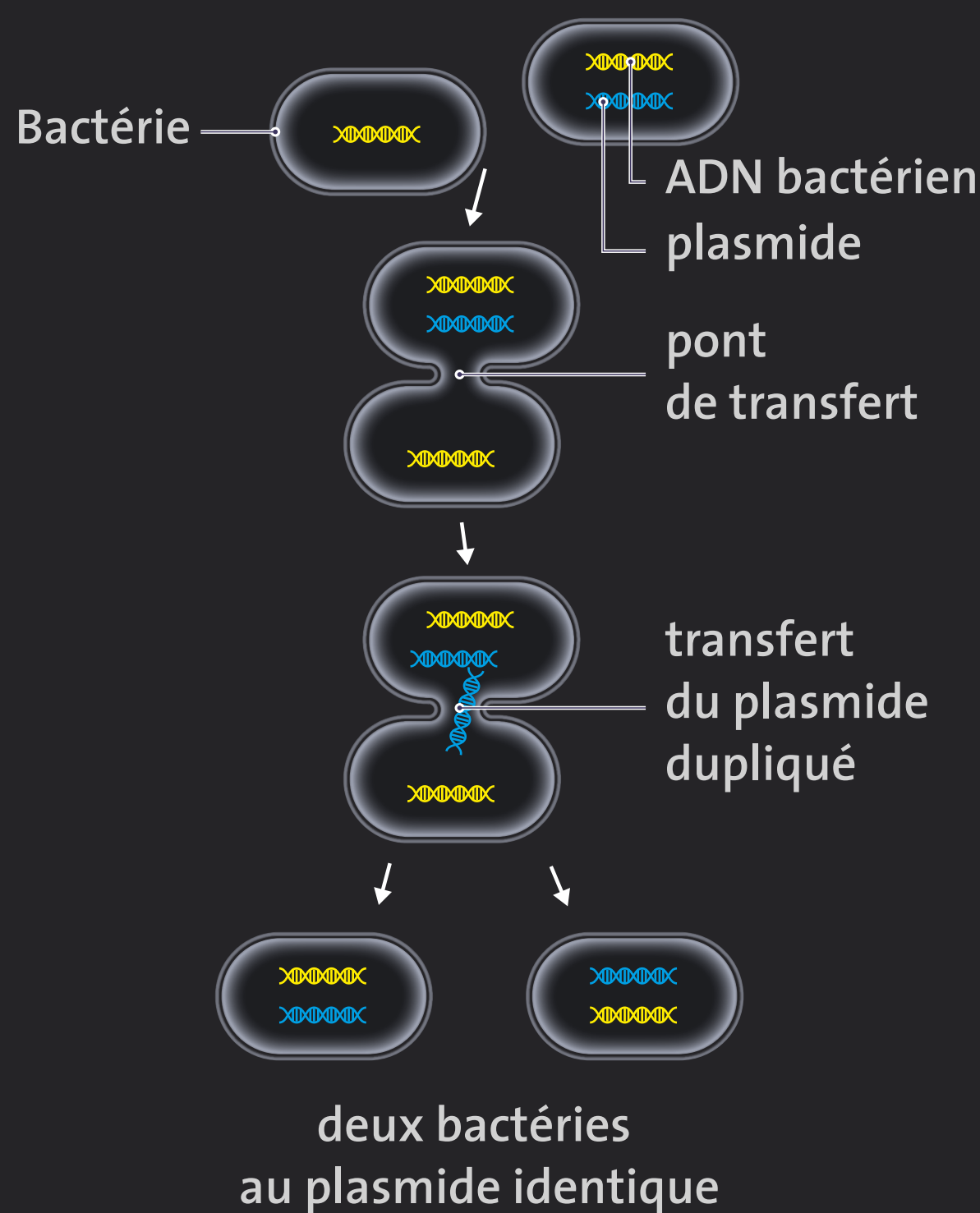
L'Élysie émeraude intègre des gènes et des chloroplastes de plantes qu'elle mange. Elle peut les utiliser et acquérir de l'énergie par photosynthèse.

BACTÉRIES

Certaines bactéries ont des fragments d'ADN particuliers*. Ces fragments peuvent facilement se transmettre d'une bactérie à une autre.

GLOSSAIRE

* plasmide

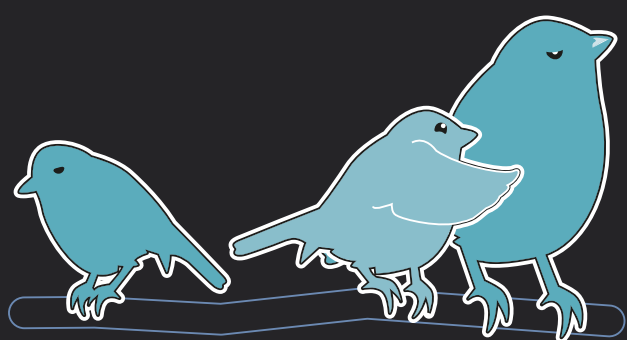


CHOISIR UN PARTENAIRE

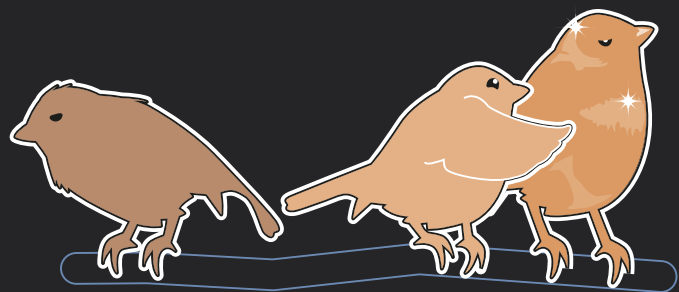
Des différences entre mâles et femelles* apparaissent souvent au fil de l'évolution si les individus sont en compétition lors de la reproduction.**

Chez de nombreuses espèces, le corps du mâle a des aspects spectaculaires, comme les plumes du paradisier. Ces traits peuvent être liés à la sélection sexuelle. Dans de nombreux cas, les mâles se battent pour accéder aux femelles ou les femelles choisissent leur partenaire. De plus en plus d'études révèlent pourtant d'autres fonctionnements. Les femelles peuvent aussi être en compétition entre elles, les mâles peuvent choisir... De nombreuses combinaisons sont possibles !

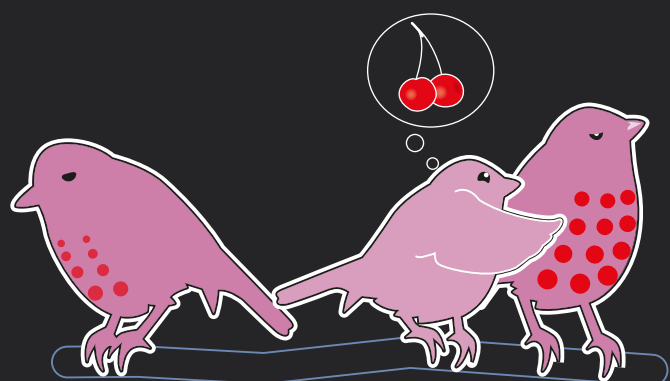
DES CRITÈRES DE SÉLECTION



taille
imposante



apparence
saine



couleur
attractive

COMPÉTITION DES MÂLES

Les caractéristiques liées à la force physique et au combat sont plus développées chez ces mâles. Ils se battent entre eux pour accéder aux femelles.

CHOIX DES FEMELLES

Certains traits préférés des femelles se surdéveloppent chez les mâles et les handicapent. Ils perdurent parce qu'ils sont avantageux pour la reproduction.

ÊTRE DIFFÉRENTS ?

Certains dimorphismes ne sont pas liés à la sélection sexuelle. Des différences physiques ont pu évoluer et favoriser des modes d'alimentation différents.

SE RESSEMBLER ?

Chez certaines espèces, mâles et femelles se choisissent mutuellement. Dans ces cas, le dimorphisme lié à la sélection sexuelle est souvent faible.

GLOSSAIRE

* dimorphisme sexuel

** sélection sexuelle

DIS-MOI CE QUE TU MANGES

L'alimentation fournit aux animaux l'énergie dont ils ont besoin. De nombreuses adaptations qui facilitent l'alimentation sont apparues au fil du temps.

Les sources de nourritures disponibles sont variées. Les animaux ne se nourrissent pas tous de la même chose ni de la même façon. Cela limite la compétition liée à l'accès à la nourriture.

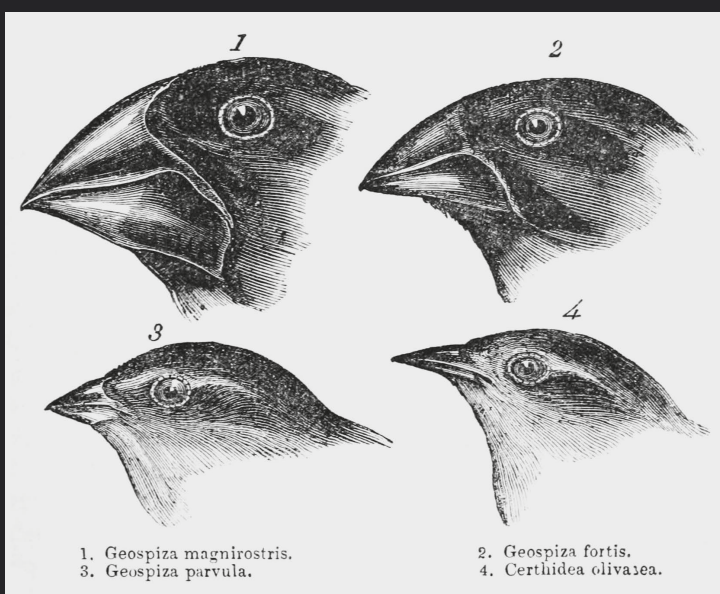
Au cours du temps, des caractéristiques différentes ont évolué en fonction de différents types de nourriture. Ainsi, les becs et les dents ont de nombreuses formes : les observer permet de comprendre ce que ces animaux mangent !

BECS

Un bec long et effilé permet de pêcher, un bec plat avec des trous permet de filtrer l'eau, un bec robuste, court et en forme de cône permet de fendre des graines...

DENTS

Les incisives du rongeur râpent, les molaires larges de l'herbivore broient, les molaires pointues et tranchantes du carnivore cisailent la viande...



*Pinsons
des Galapagos,
Gould 1845*

L'observation des pinsons des Galapagos a joué un rôle important dans la formulation du principe de la sélection naturelle par Charles Darwin au 19^e siècle.

S'OXYGÉNER

Chez les animaux, la respiration permet de récupérer l'oxygène. L'oxygène est ensuite utilisé par les cellules pour produire de l'énergie*.

Les poumons des vertébrés terrestres aspirent l'air. Les branchies des vertébrés aquatiques aspirent l'eau. Le sang récupère ensuite l'oxygène et le transporte dans le reste du corps. Les insectes aspirent l'air par des trachées. L'air circule ensuite dans tout le corps grâce à un réseau de petits tubes. L'oxygène est récupéré au niveau des cellules. Ces différents systèmes de respiration ont permis la colonisation de nouveaux milieux de vie.

DE L'EAU À L'AIR

Les branchies ne permettent pas de respirer dans l'air. L'évolution des poumons a permis de conquérir le milieu terrestre.

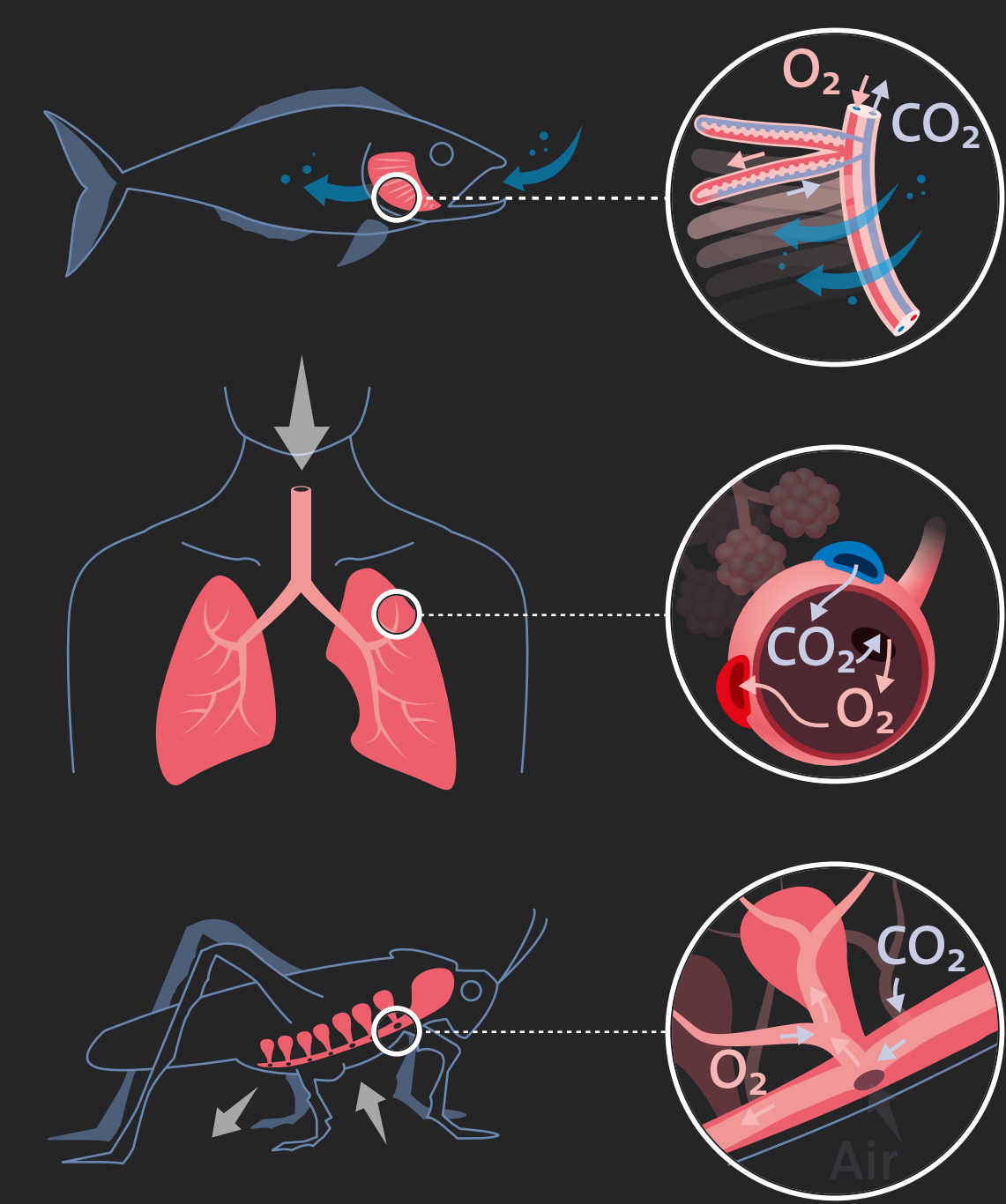
CHEZ LES INSECTES

L'hémolymphe ne peut transporter l'oxygène, contrairement au sang. Le réseau de petits tubes des insectes est une autre façon de distribuer l'oxygène.

VIVRE SANS OXYGÈNE

Au fond des océans, certains micro-organismes n'ont pas besoin d'oxygène. Ils utilisent à la place le soufre** des volcans sous-marins.

ORGANES DE LA RESPIRATION



GLOSSAIRE

* respiration cellulaire

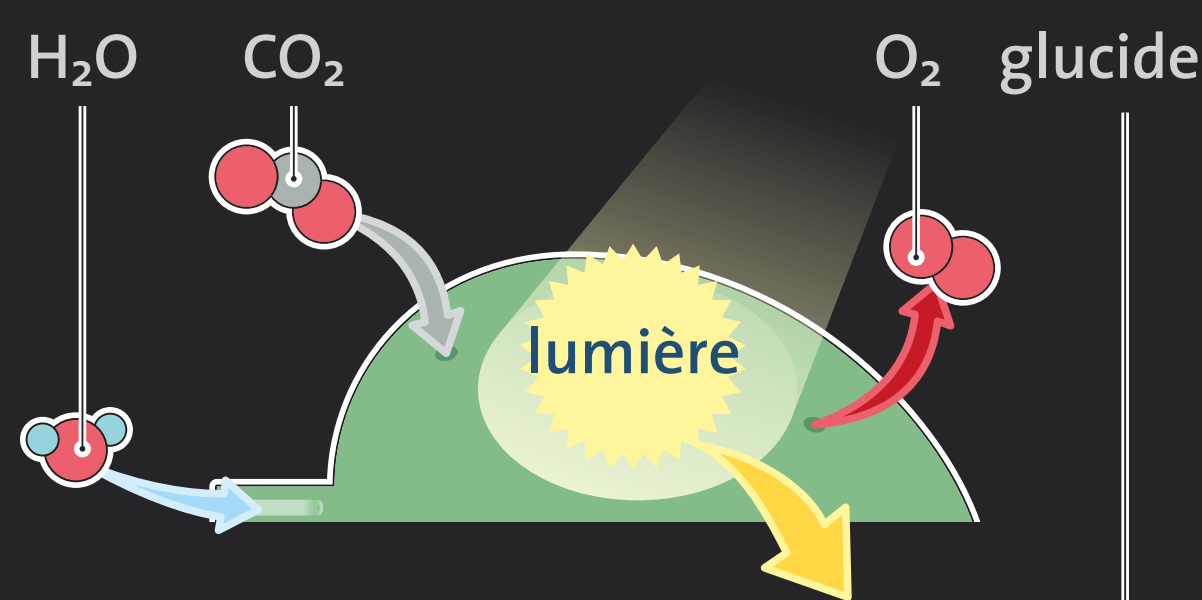
**chimiosynthèse

L'ÉNERGIE VERTE

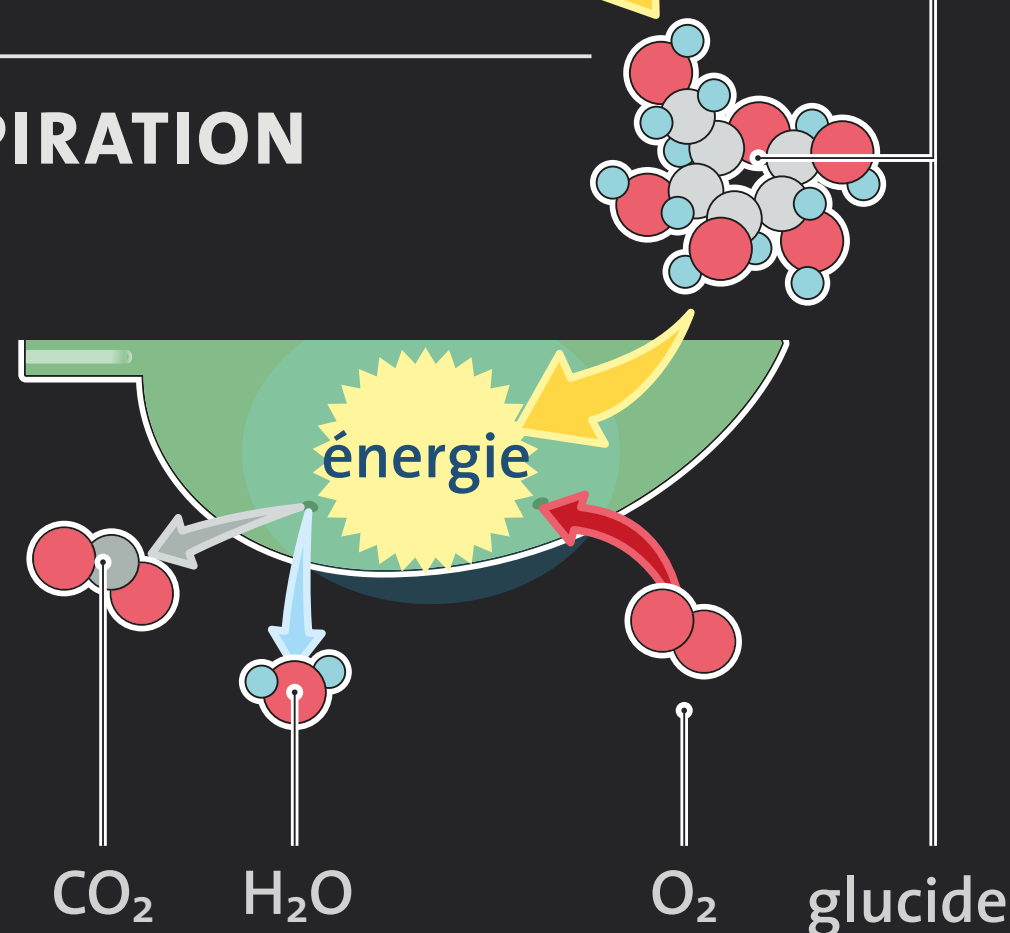
L'énergie du vivant provient d'une molécule de sucre : le glucose. Les plantes ont la particularité de produire leur glucose elles-mêmes*.

Les plantes puisent des ressources dans leur environnement : du dioxyde de carbone** par les feuilles et de l'eau par les racines. Dans les feuilles, la photosynthèse transforme l'eau et le CO₂ en glucose grâce à l'énergie du soleil transportée par les photons. Le glucose est ensuite transformé en un sucre plus petit que les cellules utilisent comme source d'énergie. Cette transformation a lieu lors de la respiration cellulaire.

PHOTOSYNTHÈSE



RESPIRATION



CAPTER LE SOLEIL

La photosynthèse est réalisée grâce aux pigments verts des feuilles. Ce sont eux qui captent les photons.

RESPIRATION VÉGÉTALE

Jour et nuit, les plantes respirent : elles consomment de l'oxygène et libèrent du CO₂. Le jour, elles produisent plus d'oxygène que ce qu'elles consomment.

PORTES OUVERTES

Les stomates sont de petites ouvertures à la surface des feuilles. Ils contrôlent le passage des gaz nécessaires à la respiration et à la photosynthèse.

PLANTES CARNIVORES

Les plantes puisent des minéraux dans le sol. Dans des sols pauvres, certaines plantes trouvent des sources complémentaires de minéraux en capturant des insectes.

GLOSSAIRE

* autotrophe

** CO₂

ATTRAPE-MOI SI TU PEUX

Se nourrir demande des compétences et organes spécifiques. Tentacules, venins, outils, il en existe de toutes sortes.

Au fil du temps, des caractères variés facilitant différents types d'alimentation ont évolué : les caractères permettant une meilleure alimentation ont été sélectionnés au cours de l'évolution.

Peu à peu, ils se sont répandus dans les populations et spécialisés. Ces évolutions peuvent concerner des organes, mais aussi des comportements. L'homme n'est pas le seul à utiliser des outils pour se nourrir. D'autres animaux peuvent en utiliser, et même en fabriquer.

EMPOISONNER

Certains animaux produisent des venins. Ces liquides toxiques sont injectés dans leurs proies à l'aide de dards, de dents ou de crochets.

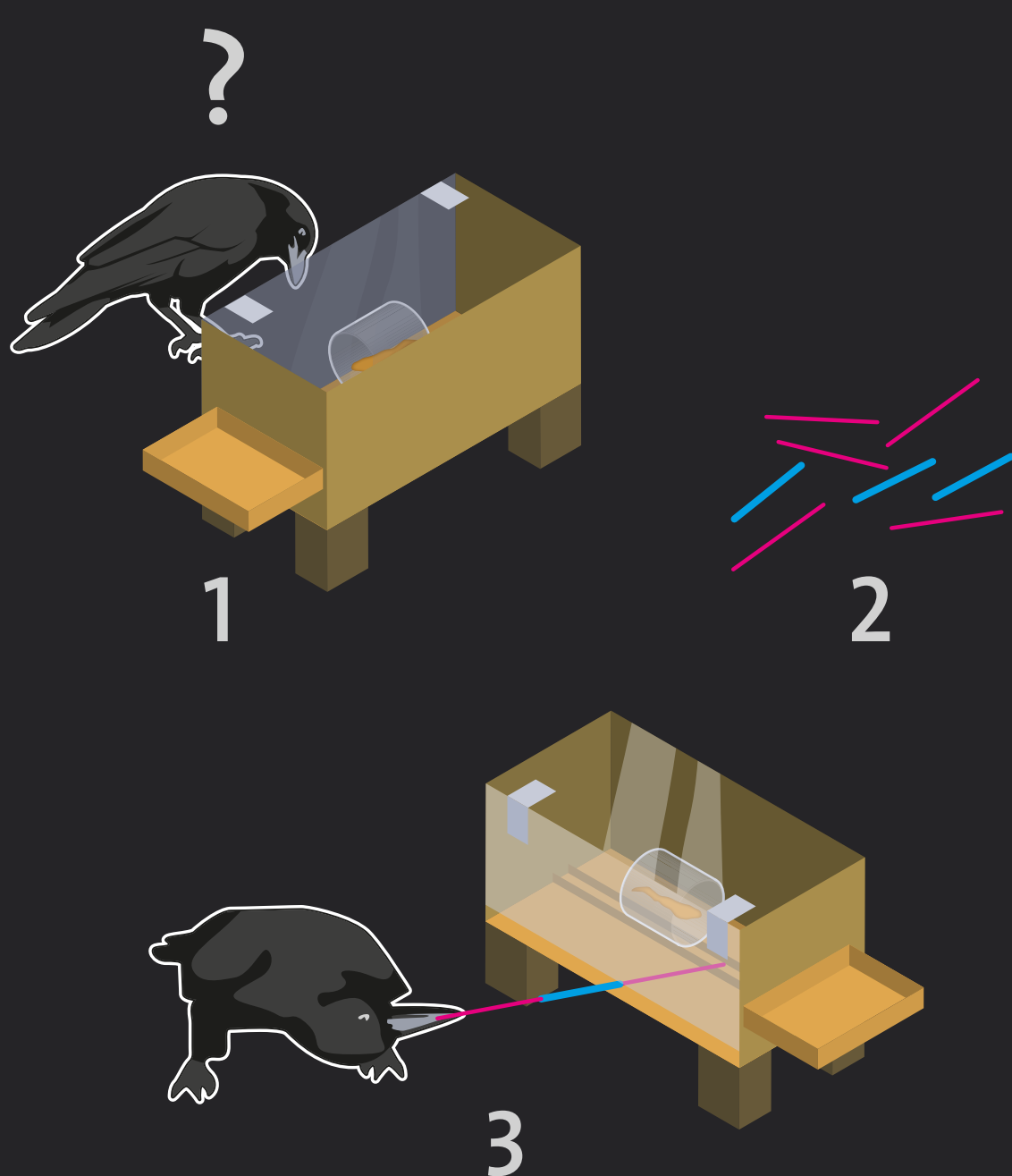
CAPTURER OU GOBER

Pinces, mandibules, tentacules sont tous des organes adaptés à la capture de nourriture. L'amibe, elle, attrape sa proie en l'englobant.

AVEC DES OUTILS

De nombreuses espèces animales utilisent des outils. Certaines fabriquent même des outils élaborés pour parvenir à leurs fins.

FABRICATION D'UN OUTIL COMPOSÉ



Certains corvidés sont capables de concevoir et utiliser des outils complexes.

SE DÉPLACER EN RESTANT IMMOBILE

Même si les plantes sont fixées dans le sol, leurs graines se déplacent, souvent transportées par des éléments extérieurs : eau, vent, animaux...

Les graines peuvent être dispersées de différentes manières. Au cours de l'évolution, des adaptations qui facilitent leur transport ont été sélectionnées. Déplacer ses graines au loin permet de limiter la compétition et de coloniser de nouveaux espaces. Sans cela les graines germeraient toujours au pied de la plante mère, et peu de descendants pourraient pousser. Avec ces adaptations, certaines graines se déplacent sur des centaines de kilomètres !

MODES DE DISPERSION DES GRAINES



AU GRÉ DU VENT

Le vent transporte beaucoup de graines. Celles qui volent le plus loin sont petites et légères, avec des surfaces élargies qui les font planer.

AU FIL DE L'EAU

D'autres graines sont emportées par les courants d'eau. Leur structure particulière leur permet de flotter et empêche l'eau d'entrer.

COMPTER SUR SOI

Certaines plantes ont développé leur propre mécanisme de dispersion : les fruits mûrs s'ouvrent brutalement et les graines sont projetées au loin.

COMPTER SUR LES AUTRES

La structure particulière de certaines graines leur permet de s'accrocher aux animaux. Elles peuvent y rester longtemps et voyager très loin.

VOYAGE INTÉRIEUR

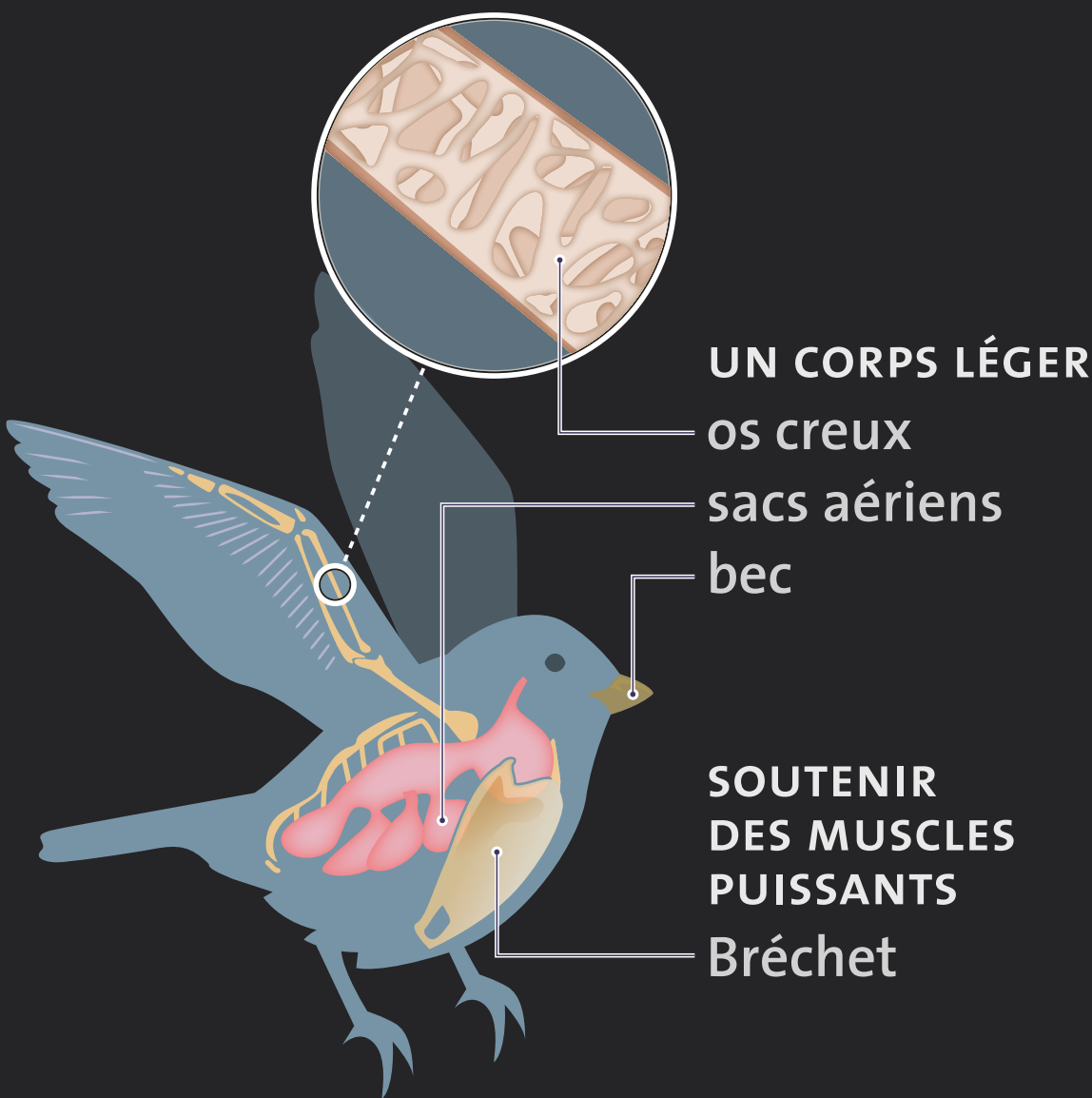
Être mangé par un animal peut être avantageux. Si les graines résistent à la digestion, elles sont disséminées par les crottes de l'animal.

LA CONQUÊTE DES AIRS

Le vol a permis aux êtres vivants d’accéder à l’espace aérien. Ce milieu particulier a offert de nouvelles opportunités* à un grand nombre d’espèces.

Être capable de se déplacer dans les airs présente des avantages. Voler permet d’échapper à des prédateurs terrestres. Le vol facilite aussi l’exploration rapide d’une grande surface de territoire, à la recherche de nourriture, d’un partenaire sexuel, d’un lieu de repos ou de reproduction. Mais voler demande beaucoup d’énergie. Différentes adaptations évolutives facilitent le vol, comme les plumes, les os creux ou encore les muscles pectoraux très puissants des oiseaux.

ADAPTATIONS LIÉES AU VOL CHEZ LES OISEAUX



VOL PLANÉ

Le petit polatouche possède entre ses pattes des membranes de peau qui lui permettent de planer. Ce mode de déplacement consomme peu d’énergie.

VOL DES VERTÉBRÉS

Chez les vertébrés, plusieurs groupes ont développé le vol : oiseaux, ptérosaures, chauve-souris... Leurs ailes sont une évolution des pattes avant.

VOL DES INSECTES

Les insectes ont été parmi les premiers à voler. Leurs ailes s’attachent sur le dessus du thorax à côté de leurs trois paires de pattes.

GLOSSAIRE

* niches écologiques

D'OÙ VIENNENT LES AILES ?

Les adaptations liées au déplacement peuvent donner des indices sur l'évolution, mais les apparences peuvent être trompeuses.

Les oiseaux et les ptérodactyles ont développé des ailes différentes et se déplacent dans les airs.

Les ailes des oiseaux sont faites de plumes, celles des ptérodactyles d'une peau tendue par un doigt surdéveloppé. Elles n'ont pas d'origine commune, elles sont apparues de manière indépendante au cours de l'évolution*.

Les os de leurs ailes semblent très différents. En observant bien, les mêmes os sont aux mêmes endroits. Ces os ont la même origine chez tous les tétrapodes, mais ils ont évolué différemment**.

PLUMES DE DINOSAURES

Les premières plumes sont apparues chez les dinosaures. Elles ne leur permettaient pas de voler, elles conservaient la chaleur de leurs corps.

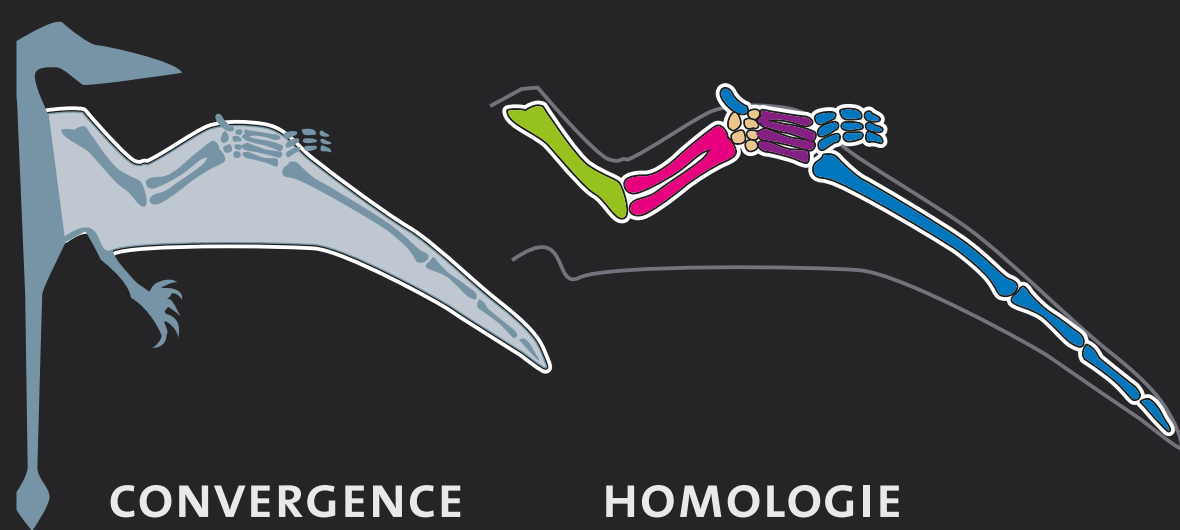
PLUMES D'OISEAUX

Chez certains dinosaures les plumes ont évolué et ont permis le vol. Les oiseaux sont ainsi les derniers dinosaures encore vivants aujourd'hui.

PLUMES DE MANCHOTS

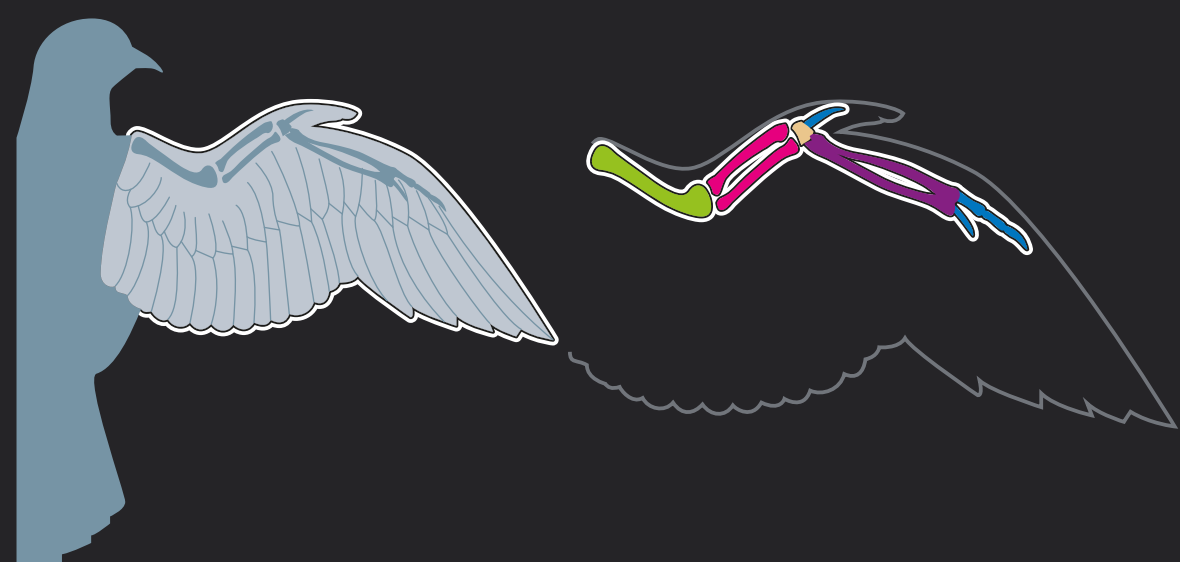
Chez certains oiseaux, les plumes ont évolué une nouvelle fois. Elles ne favorisent plus le vol, mais la nage.

HOMOLOGIE ET CONVERGENCE



CONVERGENCE
différentes ailes
permettent
de voler

HOMOLOGIE
mêmes os
aux mêmes endroits



SIGNAL CHIMIQUE

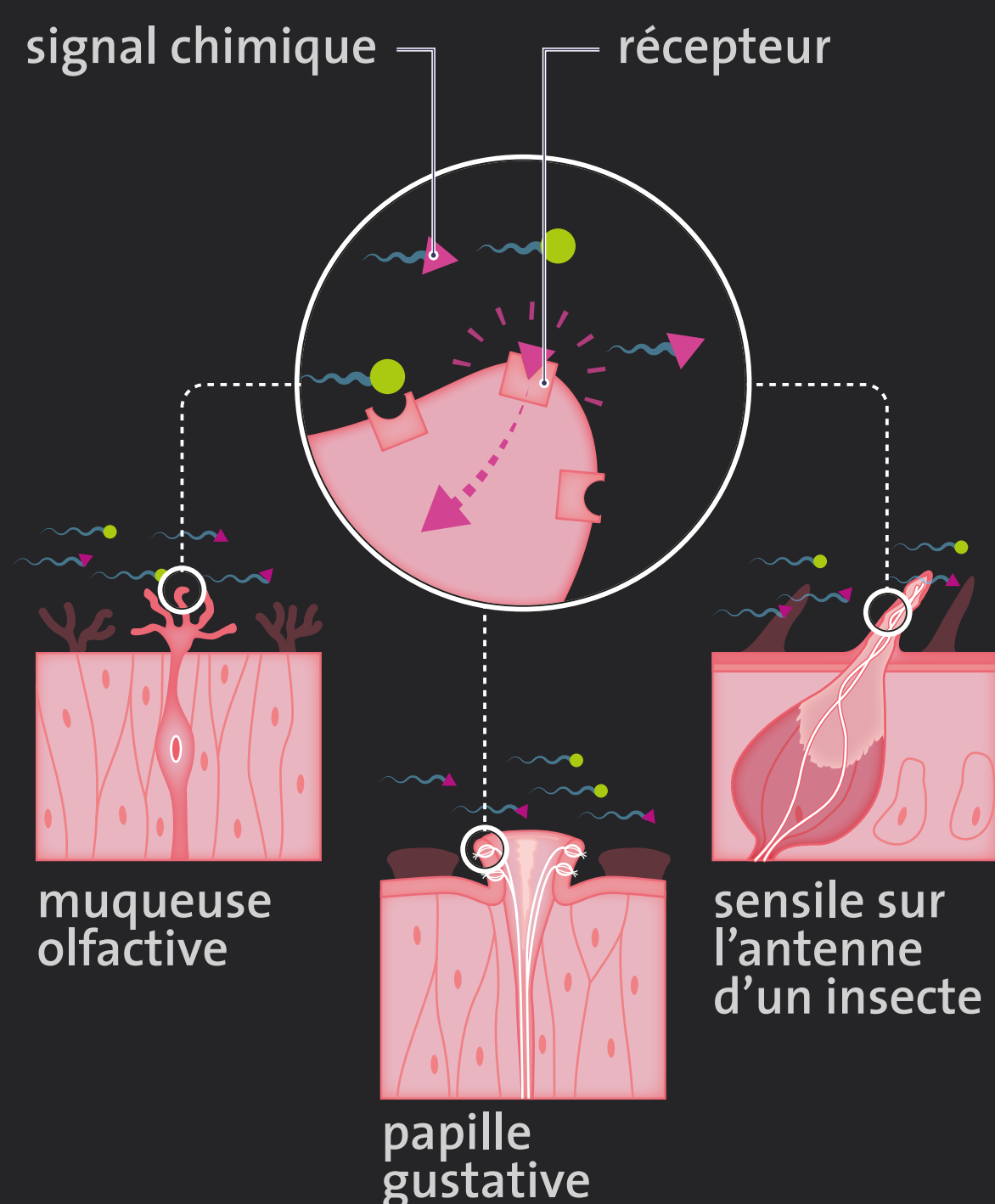
L'environnement est rempli de signaux chimiques. La plupart des organismes ont la capacité d'en percevoir certains en captant les molécules proches d'eux*.

Les molécules porteuses d'informations chimiques peuvent être reçues par différents organes.

Si la molécule est reçue par les papilles de la langue, c'est le goût. Si elle arrive sur les cellules à l'intérieur du nez, c'est l'odorat.

La distinction entre goût et odorat n'a pas de sens chez d'autres organismes. Les insectes « goûtent » et « sentent » grâce à des poils situés sur leurs antennes. Les plantes perçoivent les signaux chimiques grâce à des cellules réparties sur toute leur surface.

PERCEVOIR UN SIGNAL CHIMIQUE



REPÉRER UN DANGER

Goûter ses aliments permet d'analyser leur saveur (sucré, salé, amer, acide et umami) et de reconnaître les substances dangereuses.

REPÉRER LES AUTRES

Les odeurs émises par les animaux permettent de les repérer. L'odorat joue un rôle essentiel dans leurs relations, par exemple entre prédateurs et proies.

COMMUNIQUER

Une phéromone est une molécule chimique émise par certains animaux et végétaux. Elle agit comme un message entre les individus d'une même espèce.

ANALYSER LES ODEURS

Le bulbe olfactif effectue une première analyse des odeurs perçues. Il est situé à l'avant du cerveau, près des fosses nasales.

GLOSSAIRE

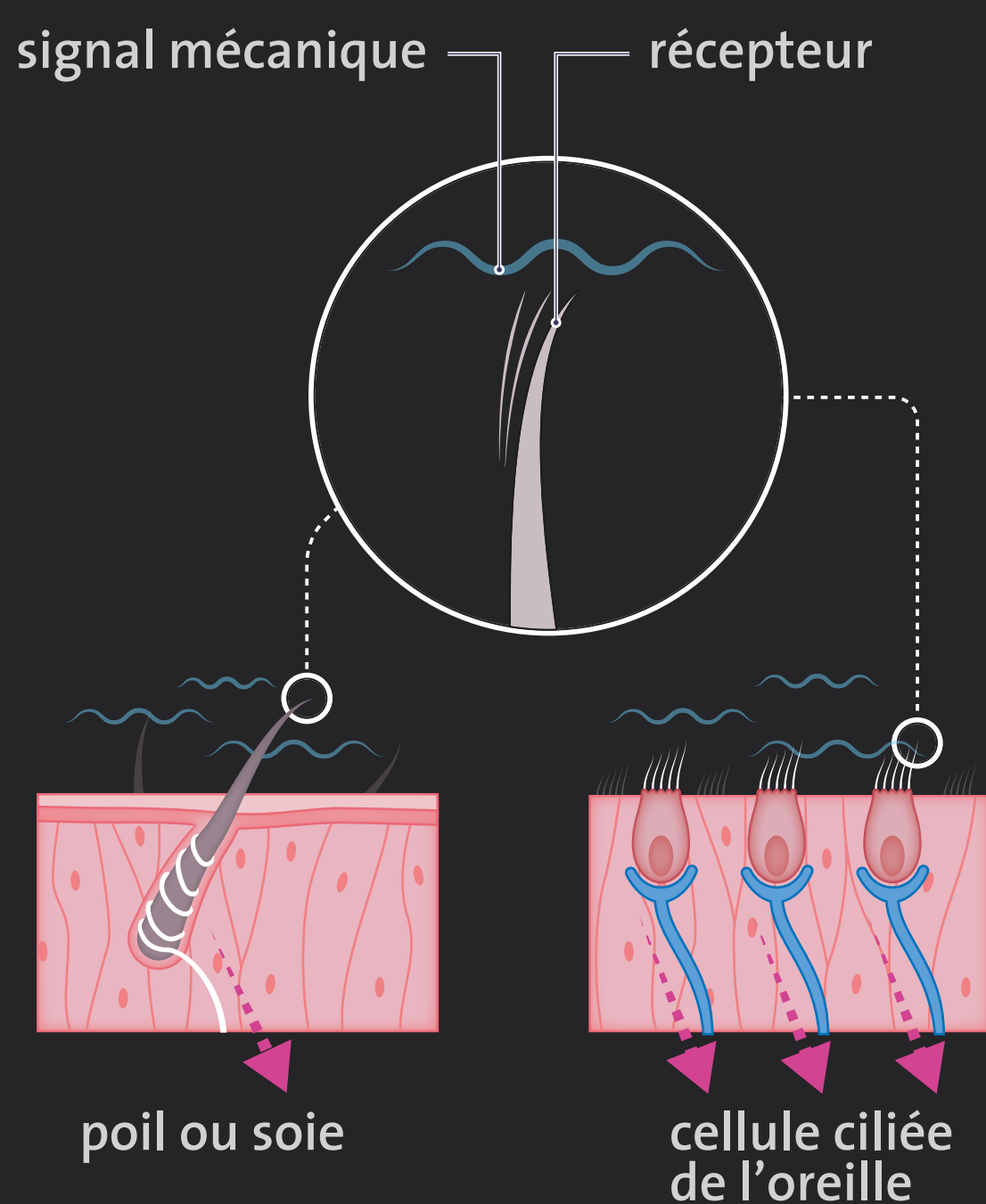
* chimioréception

SIGNAL MÉCANIQUE

L'environnement est en permanence agité par des mouvements. La plupart des êtres vivants sont capables de percevoir ces stimulations mécaniques par l'ouïe ou le toucher*.

Les perturbations peuvent arriver directement à l'organisme. Elles sont détectées par des cellules spécialisées, concentrées ou non dans un organe comme la peau ou les antennes des insectes. C'est le toucher. D'autres perturbations comme le son peuvent être propagées par le milieu. Elles sont perçues de manière indirecte, en faisant vibrer le milieu ambiant. C'est l'ouïe. Ces sens ont évolué chez la plupart des êtres vivants, même chez les plantes !

PERCEVOIR UN SIGNAL MÉCANIQUE



REPÉRER SES PROIES

Les poils sur les pattes des araignées détectent les vibrations de la toile. L'araignée reconnaît les vibrations des mâles de son espèce.

MARQUER SON TERRITOIRE

Les cris des singes hurleurs s'entendent à des kilomètres et tiennent les autres groupes à distance. Leur mâchoire large sert de caisse de résonance.

ATTIRER UN PARTENAIRE

Pendant la période de reproduction, les cigales mâles font vibrer un organe de leur abdomen. Le son produit attire les femelles.

CAPTER LE SON

Les sons se propagent dans l'oreille en faisant vibrer des membranes, des os et enfin un liquide dans lequel se trouvent les cellules réceptrices.

GLOSSAIRE

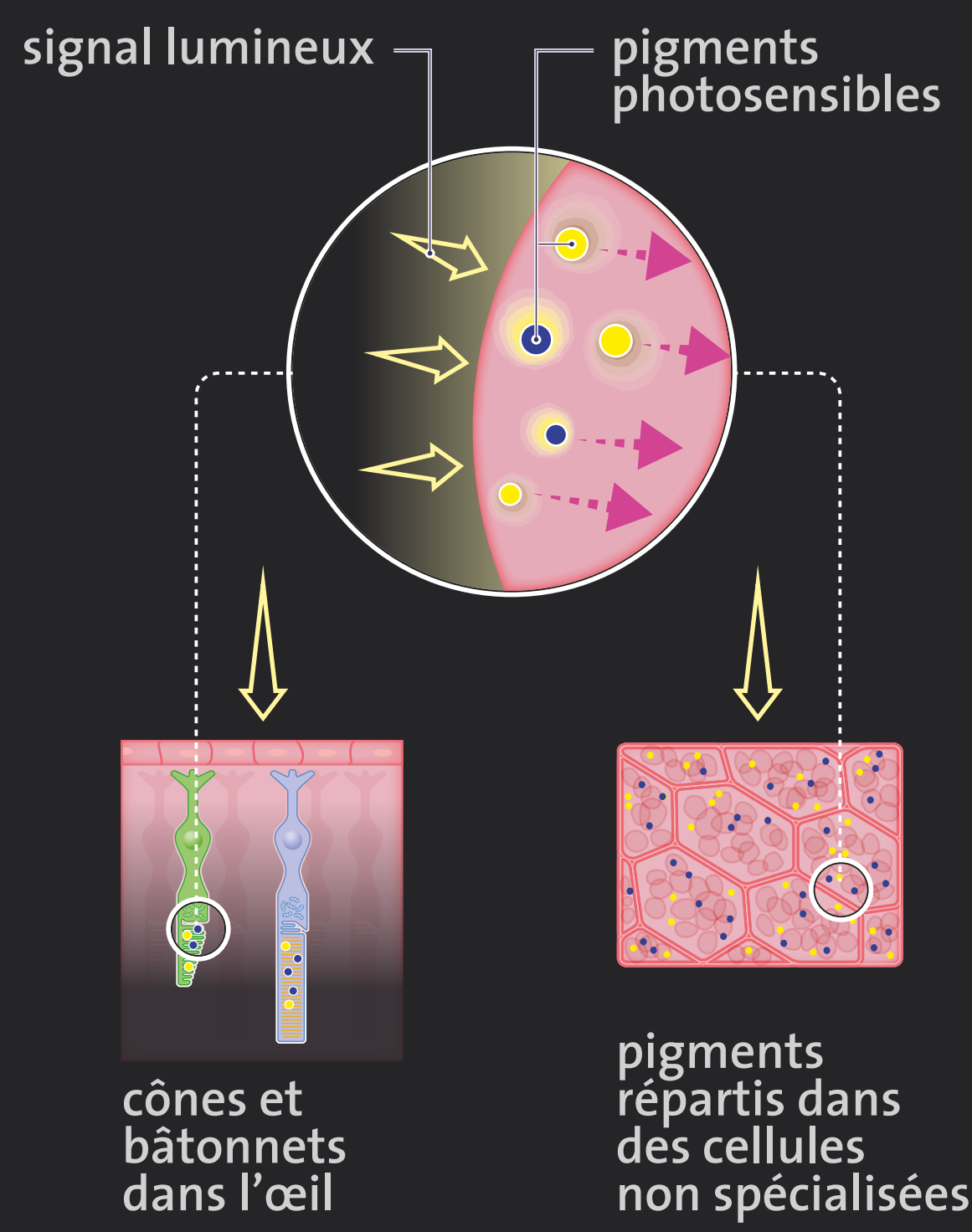
* mécanoréception

SIGNAL LUMINEUX

La plupart des êtres vivants perçoivent la lumière. Cette perception se fait grâce à des récepteurs activés par les ondes lumineuses*.

Chez les animaux, les photorécepteurs se retrouvent dans des cellules spécialisées, regroupées dans des yeux ou ocelles. La lumière reçue est convertie en signal électrique par les photorécepteurs. Le signal électrique émis est communiqué au système nerveux central. Avec le signal électrique, une image de l'environnement est reconstituée. C'est la vision. D'autres organismes, comme les plantes, perçoivent aussi la lumière ; mais elles ne reconstituent pas d'image.

PERCEVOIR UN SIGNAL LUMINEUX



UNE VIE RYTHMÉE

La plupart des organismes ont un rythme de vie réglé sur l'alternance jour-nuit. Les plantes ouvrent et ferment leurs feuilles en suivant ce cycle.

MARQUER SA DOMINANCE

Les couleurs vives du visage des mâles mandrills définissent leur position sociale. Le mâle dominant est repéré par son nez totalement rouge.

ATTIRER UN PARTENAIRE

Les signaux visuels entrent souvent en jeu dans la reproduction. Les cucujos mâles émettent des signaux lumineux qui attirent les femelles.

ÉCARTER SES PRÉDATEURS

Certaines indications visuelles peuvent repousser les prédateurs. Les motifs sur les ailes de certains papillons ressemblent aux yeux d'un gros animal.

CAPTER LA LUMIÈRE

Le cristallin dirige les rayons lumineux vers la rétine. La rétine rassemble les deux types de photorécepteurs : les cônes et les bâtonnets.

GLOSSAIRE

* photoréception

DES INTERACTIONS VARIÉES

Une interaction entre êtres vivants peut apporter un avantage ou un inconvénient aux individus impliqués, ou au moins à l'un d'entre eux.

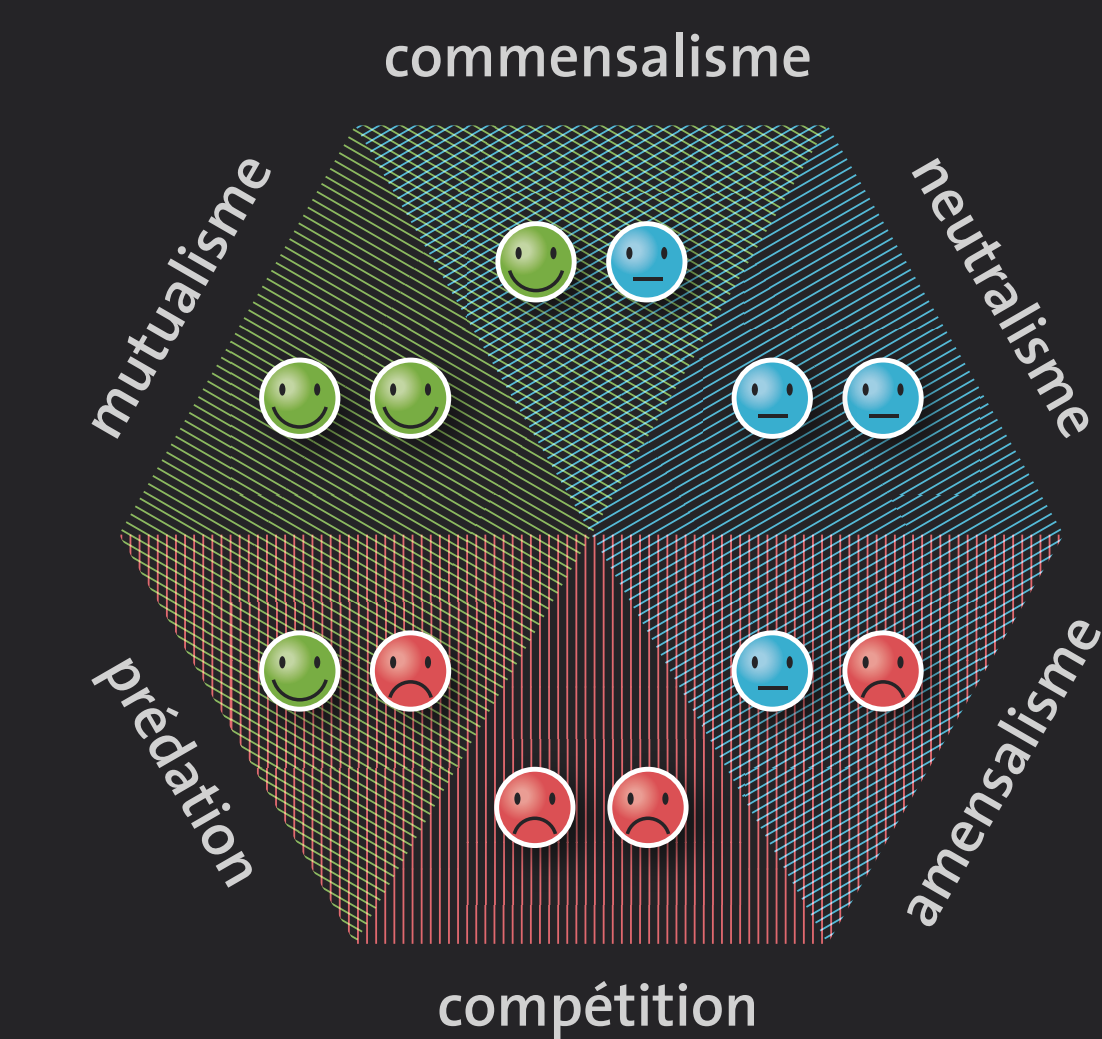
Il est souvent difficile de comprendre ou d'observer tous les effets qu'une interaction peut avoir.

C'est d'autant plus le cas lorsque l'interaction se fait sans contact direct entre les individus.

On classe les interactions en différentes catégories selon la nature des effets sur les individus participant à l'interaction.

De nombreux cas ne rentrent pas si facilement dans une catégorie !

TYPES D'INTERACTIONS



NEUTRALISME

L'élan et le tétras vivent sur le même territoire, mais ils n'utilisent pas les mêmes ressources. Leur interaction est neutre.

AMENSALISME

COMPÉTITION

Les mouettes et les sternes Pierregarin se disputent les meilleurs sites de nidification. Cette interaction a un effet négatif pour les deux espèces.

COMMENSALISME

Le héron garde-boeufs se nourrit d'insectes dérangés par le déplacement du bétail. Cette interaction, positive pour le héron, n'a pas d'impact sur le bétail.

MUTUALISME

Le tamia se nourrit de glands de chêne. Certains glands qu'il a enterrés pour l'hiver sont oubliés et germent. Cette interaction est positive pour les deux.

PRÉDATION

Le renard est un prédateur, il chasse des proies et s'en nourrit. Cette interaction est positive pour le renard et négative pour le faisan.

DE PLUS EN PLUS VITE

Certaines interactions perdurent des millions d'années entre plusieurs groupes. L'évolution de certains de leurs caractères se fait en interaction*.

Les prédateurs tuent les proies les moins rapides. Les prédateurs les plus lents attrapent moins de proies. Chez proies et prédateurs, la sélection naturelle favorise les individus plus rapides. Ils peuvent transmettre à leurs descendants leurs caractéristiques, comme des membres plus allongés. Peu à peu, ces adaptations à la course augmentent la vitesse et l'endurance des prédateurs comme des proies. Le rapport de force ne change pas, mais leur vitesse augmente jusqu'à une certaine limite.

DURE SOUS LA DENT

Les plantes herbacées déposent parfois de la silice dans leurs feuilles. La silice est une molécule très abrasive, elle use les dents des herbivores.

POUSSE TOUJOURS

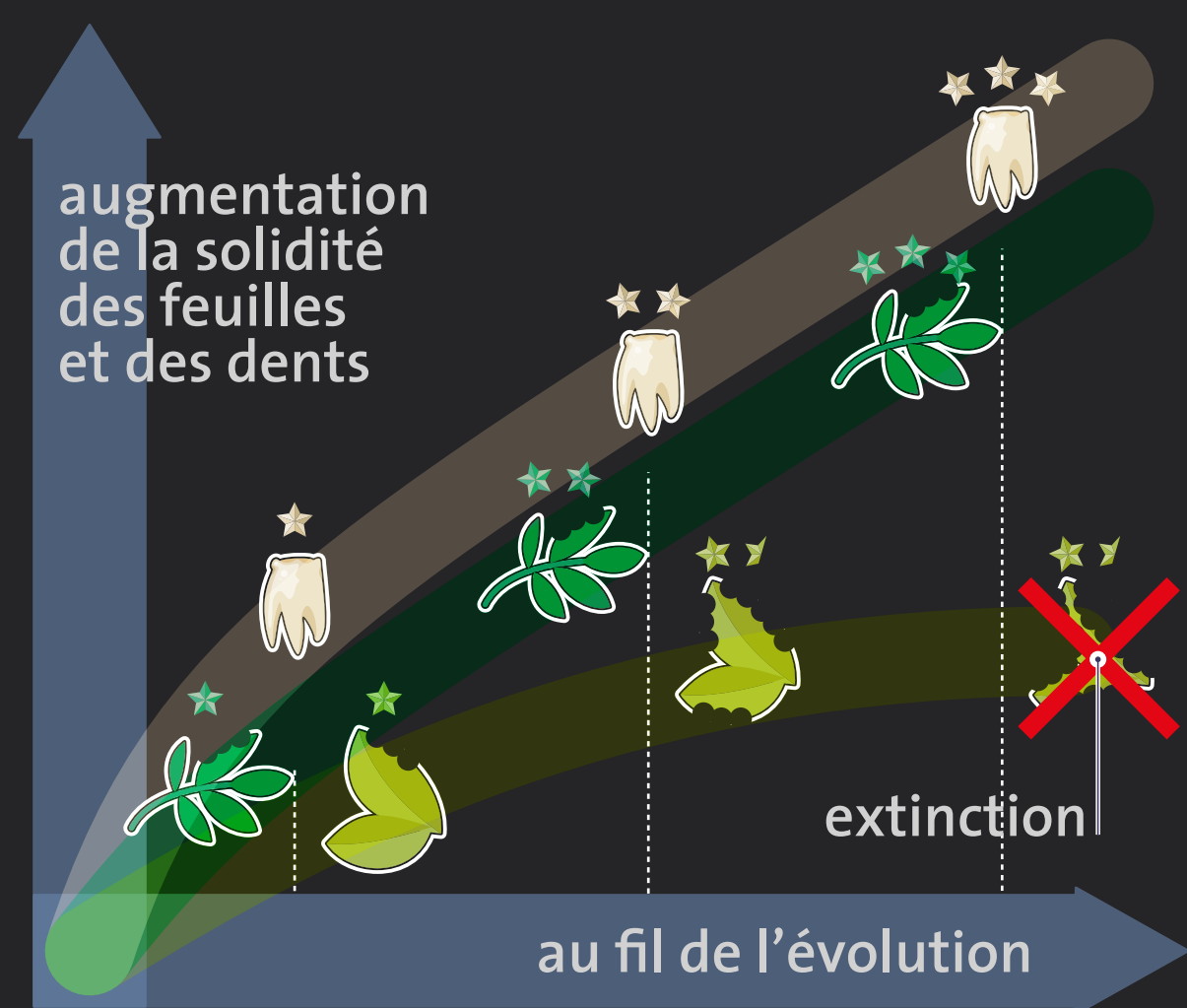
Les dents de certains herbivores sont en permanence usées par les herbes qu'ils mangent. La croissance prolongée de ces dents** compense cette usure.

GLOSSAIRE

* coévolution

** hypsodontes

CO-ÉVOLUTION D'UN HERBIVORE ET DE DEUX ESPÈCES DE PLANTES



UNIS POUR LA VIE

La symbiose est une interaction durable entre espèces, indispensable pour au moins un des deux organismes. Elle peut être mutualiste ou parasite.

Dans la symbiose mutualiste, les deux partenaires tirent un avantage de la relation.

Dans la symbiose parasite, l'un des partenaires profite de l'autre.

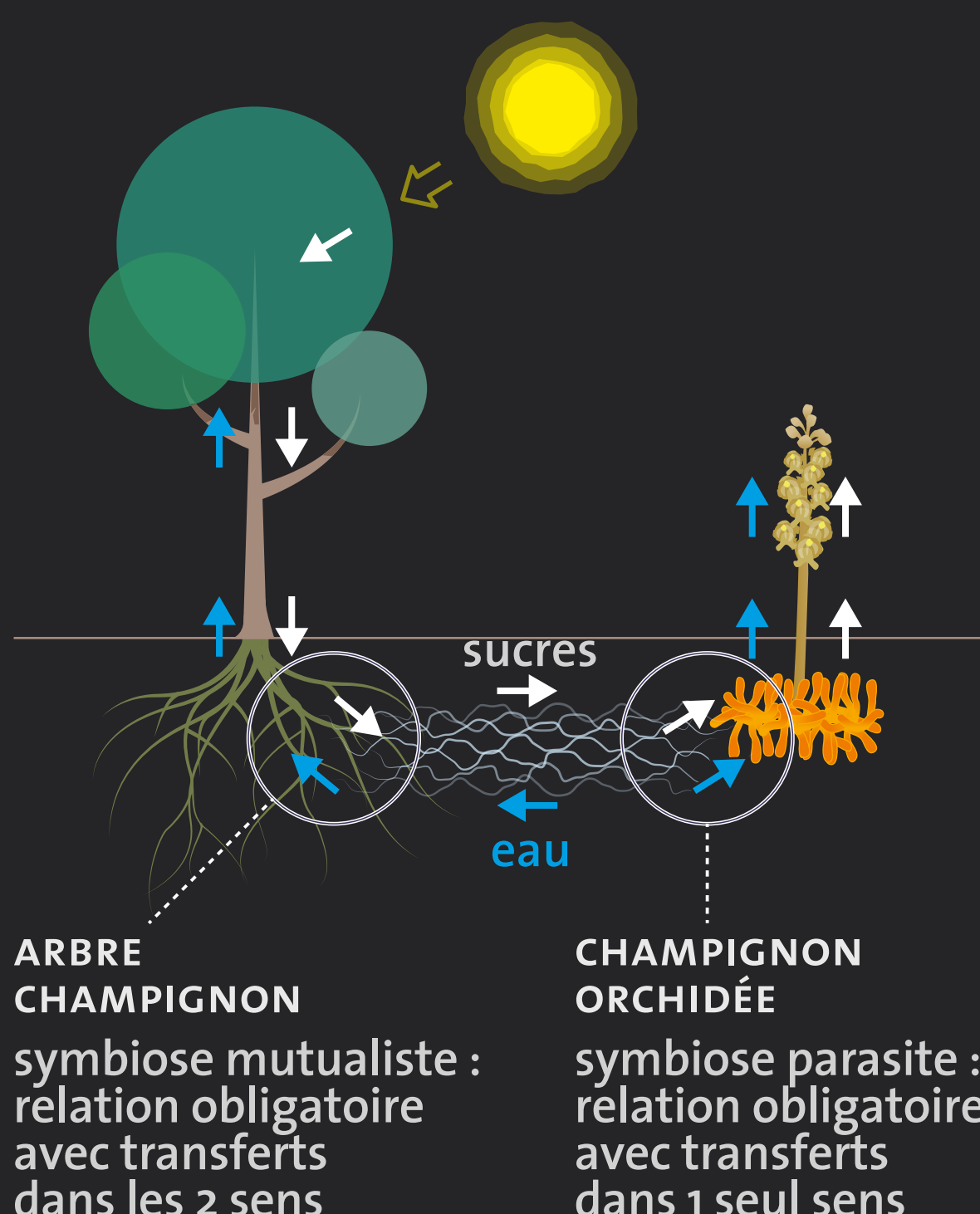
Ces relations sont durables et peuvent évoluer dans le temps.

Au cours de l'évolution, une symbiose mutualiste peut devenir parasite et inversement.

Un des deux partenaires d'une symbiose mutualiste peut prendre le dessus et devenir parasite.

À l'inverse, l'hôte d'un parasite peut finir par s'adapter à sa présence et en tirer un avantage.

SYMBIOSE MUTUALISTE ET SYMBIOSE PARASITE



AUX DÉPENS DE L'AUTRE

Les parasites réalisent une partie de leur cycle de vie dans le corps d'un hôte ou sur lui. L'hôte est alors véhicule, nourriture, lieu de vie.

ARBRES ET CHAMPIGNONS

Plus de 80 % des arbres vivent en symbiose avec des champignons. Le champignon apporte des minéraux, l'arbre fournit des sucres produits par photosynthèse.

SYMBIOSE OU PAS ?

La pollinisation est indispensable pour la plante. Mais elle n'est pas toujours pollinisée par la même espèce. Peut-on encore parler de symbiose ?

MICROBIOTE

L'homme abrite de nombreux micro-organismes*. Certains le parasitent mais d'autres lui sont indispensables, comme ceux qui participent à la digestion.

GLOSSAIRE

* microbiote