Médiation Culturelle

Prédations

Dossier pédagogique
destiné aux enseignants de 3P à 8P Harmos (8 - 12 ans)

Auteurs du dossier	Pierre-Yves Frei, Emilie Lang et Daniel Thurre
Mise en page	Corinne Charvet
Visuel de couverture	Cédric Marendaz
Iconographie	Lionel Cavin, Corinne Charvet, Bernard Landry, Florence Marteau, Sandra Marongiu, Gilles Roth, Manuel Ruedi, Philippe Wagneur
Relecture	Corinne Charvet, Hervé Groscarret
Commissaire d'exposition	Pierre-Yves Frei et Emilie Lang
Impression	Centrale Municipale d'Achat et d'Impression de la Ville de Genève (CMAI)

Ce dossier est publié en lien avec l'exposition temporaire «Prédations» au Muséum d'histoire naturelle de la Ville de Genève, du 14 avril 2019 au 19 janvier 2020. Il a pour objectif d'aider à préparer la visite de l'exposition et à la découvrir de manière autonome. Il ne s'agit pas d'un catalogue.

© Muséum d'histoire naturelle de la Ville de Genève – 2019

Prédations

Dossier pédagogique destiné
aux enseignants de 3P à 8P (8-12 ans)

Couleuvre rayée (*Thamnophis sirtalis*) avalant un Crapaud américain (*Bufo americanus*)
(photo S. Burdulis, Wikimedia Commons)

muséum genève

Table des matières

Introduction **5**

Définition de la prédation **6**

1. Prédation et évolution **8**
Il faut manger pour vivre 8
Evolution de la prédation 9

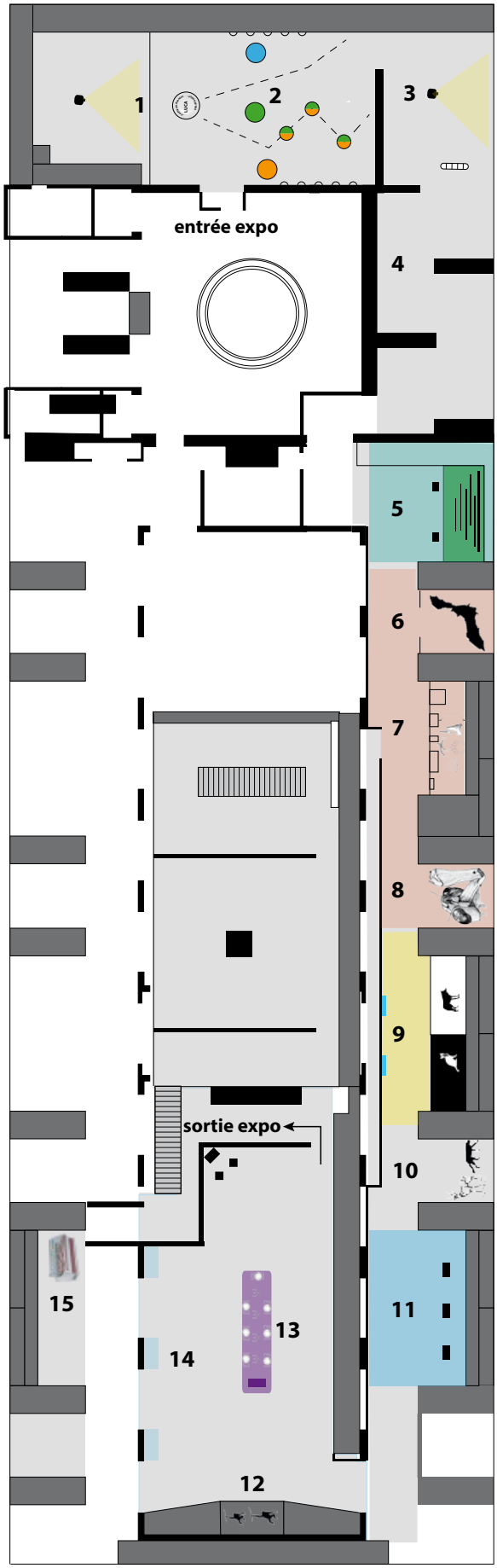
2. Proies et prédateurs **14**
La coévolution ou « course aux armements » 14
Objectif survie 16
Moyens de défense 20
Disparaître 23

3. Chaîne alimentaire et équilibres **25**
Qui mange qui ? 25
Vous avez dit « loup » ? Le cas du Yellowstone 30
Vous avez dit « chat » ? Le pire prédateur de Suisse 30
La loi du plus fort, vraiment ? 32

4. *Homo predator* **34**
Singes à la barre 34
Le cerveau viande ? 35
Le paléobanquet : tu mangeais quoi papi ? 36
A table les ancêtres ! 37
L'art de la chasse 40
Le monde d'aujourd'hui et quel choix pour demain ? 42
Un steak à 330'000 francs 44

Pour en savoir plus **46**
Orientation bibliographique 46
Films et webliographie 47

Plan de l'exposition



1. Film Amibes
2. Les origines de la prédation
3. Film Burgess
4. Des prédateurs partout depuis toujours
5. Qui mange qui ?
6. Coévolution
7. Objectif survie
8. Larve de libellule géante
9. Les équilibres instables
10. Guépard vs gazelle
11. La loi du plus fort, vraiment ?
12. Les primates et le régime carné
13. Le paléobanquet
14. Evolution des techniques de chasse
15. Le Protéin's Bar

Introduction

Observons la nature : des fourmis se jettent sur une sauterelle, un chat attrape une souris, un lion mange une gazelle, une baleine enfourne des millions de crevettes… La prédation est partout et depuis presque toujours : un véritable face-à-face entre proies et prédateurs qui forge en partie l'évolution des espèces. Et l'être humain dans tout ça ? Sera-t-il le premier prédateur à devenir végétarien par culture ?

A chaque seconde, des milliers d'organismes en capturent d'autres, d'une autre espèce, pour s'en nourrir et ainsi survivre quelques heures, quelques jours de plus. La prédation est assurément l'une des forces majeures qui caractérisent les relations entre animaux. Elle n'est évidemment pas la seule, mais son influence sur les processus qui sous-tendent la sélection naturelle et l'évolution des espèces est réelle. Elle est peut-être à l'origine de l'apparition des cellules à noyau (eucaryotes), ainsi que des organismes pluricellulaires.

Entre proies et prédateurs, la confrontation existe depuis des centaines de millions, voire même des milliards d'années. La vie se met à la course à l'armement : face à de meilleures dents, on développe des carapaces plus performantes ; face à un meilleur camouflage, on développe un meilleur odorat ou de meilleurs yeux ; face à une grande force, on développe des poisons ou des piquants. La prédation participe donc à expliquer la transformation des espèces, leur adaptation à de nouvelles pressions environnementales.

On croit la connaître, mais la prédation réserve mille surprises quand on quitte les clichés. La vie des super prédateurs est-elle aussi confortable qu'elle en a l'air ? En quoi le cerveau des proies et des prédateurs diffèrent-ils ? Quel est le principal prédateur de Suisse ? Et que se passerait-il si les prédateurs disparaissaient ? Beaucoup de prédateurs sont indispensables à l'équilibre des milieux, comme l'illustre l'exemple du loup.

Et si on parlait maintenant de l'animal humain. Est-il un prédateur comme les autres ? Les lions, ours des cavernes et quantité d'autres animaux semblent avoir disparu du fait de sa maîtrise technique et de son urgence à lutter contre ses concurrents potentiels. Signe des temps, il s'interroge aujourd'hui s'il doit continuer à manger de la viande ou non. La culture le fera-t-elle devenir le premier animal végétarien par renoncement ?

(photos Wikimedia Commons)

Définition de la prédation

Traiter la prédation en milieu naturel implique de la circonscrire dans une définition précise pour éviter toute dérive ou extrapolation.
Celle proposée ici est le résultat d'un débat nourri et le fruit d'un consensus entre les scientifiques du Muséum :

La prédation est une relation dans laquelle un animal en tue un autre pour s'en nourrir et ainsi assurer sa survie.

(photo libre de droit Pixabay)

Vache des Highlands
(photo CC)

Voici quelques dialogues imaginaires sous forme de questions / réponses pour mettre en évidence les limites de la définition :

– *Moi j'achète des steaks hachés donc je ne suis plus un prédateur.*
– *Mais si, sauf que tu délègues à quelqu'un d'autre le soin de tuer la proie. Tu es un prédateur par délégation.*

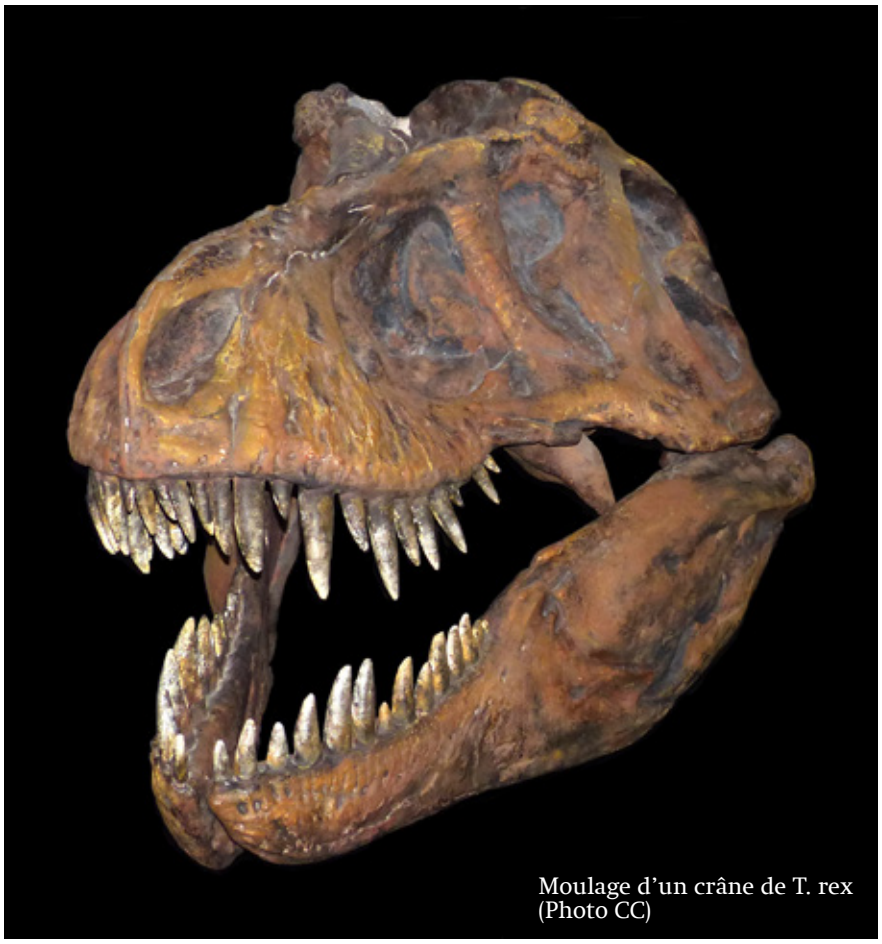
– *Et un cannibale, c'est aussi un prédateur ?*
– *Un homme qui en mange un autre le fait très rarement par nécessité, généralement par croyance. En revanche, il y a des animaux qui mangent leurs congénères pour se nourrir. Les varans de Komodo par exemple.*

– *Pour moi un parasitoïde est un prédateur.*
– *Je ne sais pas. Un parasitoïde mange son hôte de l'intérieur pour se développer. C'est quand même un cas particulier. Le lion ne grandit pas dans le ventre de la gazelle en la dévorant petit à petit.*

– *Si on va au bout de la logique, en disant que la prédation c'est du vivant qui mange du vivant, alors la vache est un prédateur puisqu'elle tue l'herbe quand elle la mange.*
– *Pas vraiment. L'herbe repousse non ?*
– *Oui. Ça prête à confusion. Il vaut mieux dire que c'est un animal qui en mange un autre.*

– *La tique est un insecte hématophage. Elle prélève juste un peu de sang à sa victime. On ne peut pas vraiment dire que c'est un prédateur.*
– *Oui, il vaudrait mieux préciser que la prédation entraîne la mort de la proie.*

– *Le T. rex c'est quand même le roi des prédateurs dans nos esprits.*
– *Pas si tu penses comme certains paléontologues qui estiment que le T. rex était uniquement charognard. Mais c'est une opinion minoritaire.*



Moulage d'un crâne de T. rex
(Photo CC)

Cassican flûteur *Gymnorhina tibicen*
(photo libre de droit Pixabay)

– *Et quand j'écrase une fourmi, je suis un prédateur ?*
– *Ça dépend. Si tu la manges après l'avoir écrasée, alors oui, tu es un prédateur !*

– *Est-ce que l'être humain, c'est plus qu'un prédateur dominant ?*
– *Si on se place sur le plan de la métaphore, c'est le seul prédateur des milieux, le seul qui les transforme en profondeur. Mais c'est une image.*

– *Est-ce que le bétail c'est encore des proies ?*
– *A mon avis oui, c'est pas la chasse qui définit l'acte de prédation. C'est le fait de tuer un animal pour le manger.*

– *Prédateur et carnivore, c'est la même chose ?*
– *Non. Si tu chasses des insectes, tu es un prédateur, mais pas un carnivore. Car les insectes, ce n'est pas de la viande.*

1. Prédation et évolution

Il faut manger pour vivre

La vie, pour se maintenir et pour se reproduire, a besoin d'énergie. Cette énergie, la vie la puise dans son environnement.
Le plus ancien ancêtre commun universel des êtres vivants actuels s'appelle **LUCA** (de l'anglais « Last Universal Common Ancestor »). C'est un être hypothétique, âgé d'environ 3,8 milliards d'années. Il est à l'origine de toutes les formes de vie actuelles sur Terre, le premier à avoir utilisé une source d'énergie extérieure pour se maintenir. Qu'utilisait-il comme source d'énergie ? On l'ignore. Mais très vite, ses descendants ont développé trois façons de capter cette énergie vitale. En simplifiant, on peut dire que ces microorganismes tirent leur énergie de trois sources possibles :

1) Les composés chimiques ou le non-vivant : On les appelle des chimiotrophes. Leur source d'énergie provient des composés chimiques des roches ou des gaz qui les entourent en les oxydant.

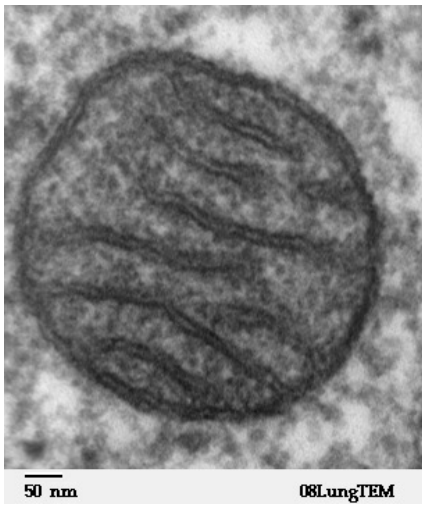
2) La lumière : Les phototrophes sont, littéralement, des consommateurs de lumière. La photosynthèse est une façon d'utiliser la lumière comme source d'énergie.

3) La matière vivante : Les organismes qui utilisent des êtres vivants comme source d'énergie sont appelés des hétérotrophes (littéralement « trophe », qui mangent, « hétéro » d'autres organismes). **C'est dans cette lignée que s'est développée la relation proie-prédateur.** Cette relation a joué un rôle important dans la diversification des organismes et l'apparition de relations alimentaires complexes.

Vous avez dit « se nourrir ? »

- Je me nourris de roches, de gaz : je suis une cellule chimiotrophe
- Je me nourris de lumière : je suis une cellule phototrophe
- Je me nourris d'autres cellules : je suis une cellule hétérotrophe

Evolution de la prédation



Mitochondrie observée au microscope électronique
(photo L. Howard, Wikimedia Commons)

Les premières formes de vie

Pour la première fois, il y a environ 3,8 milliards d'années, une cellule en a mangé une autre pour assurer sa survie. Plus tard, il y a environ 2 milliards d'années, une cellule en a mangé une autre, mais au lieu de la digérer, elle l'a gardée en elle et les deux ont commencé à fonctionner en symbiose. C'est ainsi qu'est née la cellule eucaryote ou cellule à noyau. Cette cellule contient des organites appelés mitochondries qui sont les centrales d'énergie de la cellule. Elles ont une signature génétique propre qui les rapproche d'organismes comme les bactéries.
On peut donc dire que tous les champignons, les plantes et les animaux actuels qui sont constitués de cellules eucaryotes sont issus de cet acte de prédation raté qui s'est transformé en collaboration il y a environ 2 milliards d'années.

A un moment de l'histoire de la vie, des organismes unicellulaires eucaryotes vont « s'assembler » en colonie. Etre plusieurs, c'est peut-être plus efficace pour se nourrir ou se défendre.
Certaines de ces cellules vont ensuite se différencier ; elles se spécialisent dans la détection de lumière, dans la capture de proies, dans la digestion ou encore dans la reproduction pour ne former qu'un seul organisme pluricellulaire.

LE SAVIEZ-VOUS ?

La cellule est une unité biologique vivante, structurelle, fonctionnelle et fondamentale des êtres vivants, de taille variable (entre 10 à 100 µm).
Physiquement, une cellule est un compartiment cloisonné par une membrane dans lequel sont regroupées des molécules.
Une cellule est capable de remplir différentes fonctions de l'organisme, comme la reproduction et la croissance (multiplication des cellules), ou encore le métabolisme.
Les cellules sont autonomes, mais restent coordonnées avec les autres pour remplir des tâches ensemble.
Il existe deux grands types d'organismes cellulaires :
• Les cellules procaryotes sont dépourvues de noyau, leur matériel génétique est donc libre dans la cellule (exemple : les bactéries).
• Les cellules eucaryotes possèdent un noyau contenant le matériel génétique.
Un être vivant peut être formé d'une seule cellule, ou de 60 000 milliards de cellules, comme l'Homme.

Les fossiles, des instantanés du passé

Il y a déjà des restes fossiles d'organismes supposés prédateurs dès 585 millions d'années avec le site paléontologique australien d'Ediacara. Ce sont des animaux mous, sans yeux, ni bouche, ni carapace. Ils ressemblent à des méduses, des vers segmentés, des « feuilles » et peuvent atteindre quelques dizaines de centimètres.

Cependant, c'est à partir de 540 millions d'années que la course à l'armement entre proies et prédateurs produit les premiers signes évidents de cet affrontement : carapaces, pinces, appareils buccaux, yeux, nageoires, pattes, griffes… et ceci pour repérer, attraper, résister, fuir, mordre, poursuivre…

Deux sites paléontologiques présentent des fossiles remarquablement préservés de cette époque :

- **les schistes de Maotianshan** (environ 518 millions d'années), plus connus sous le nom de « site fossilifère de Chengjiang » dans la province du Yunnan en Chine, ont livré environ 200 espèces.
- **les schistes de Burgess** (environ 508 millions d'années) dans les montagnes Rocheuses du Canada, ont révélé plus de 65 000 spécimens d'une centaine d'espèces différentes.

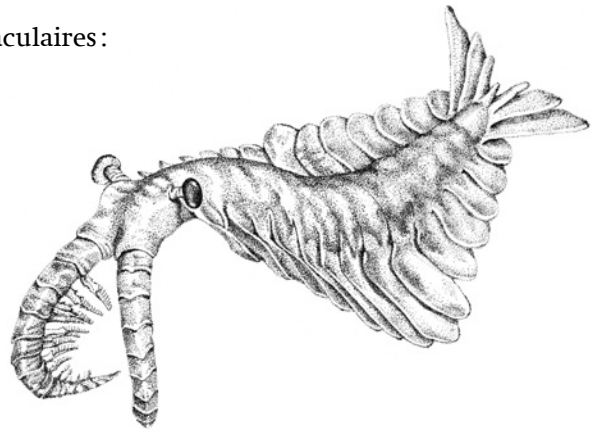
Nettement moins impressionnants que les dinosaures, les fossiles des schistes de Burgess, dans le massif des Rocheuses au Canada, constituent l'une des découvertes paléontologiques majeures à ce jour avec le site de Maotianshan de Chine. Il a fallu plus de 50 ans aux spécialistes pour interpréter correctement ces fossiles. Ceux-ci nous montrent qu'il y a 500 millions d'années, au Cambrien, existait une faune animale étrange, appartenant à des groupes actuels ou à des groupes disparus. Les premiers fossiles ont été découverts en 1909 par le paléontologue Charles Walcott. Ce n'est qu'à partir de 1962 qu'une réinterprétation de ces fossiles a été entreprise, par Harry Whittington et deux étudiants qui, plutôt que de tenter de les insérer dans une classification du vivant connue, ont constaté pour certaines espèces une organisation anatomique différente de celle des animaux actuels.

LE SAVIEZ-VOUS ?

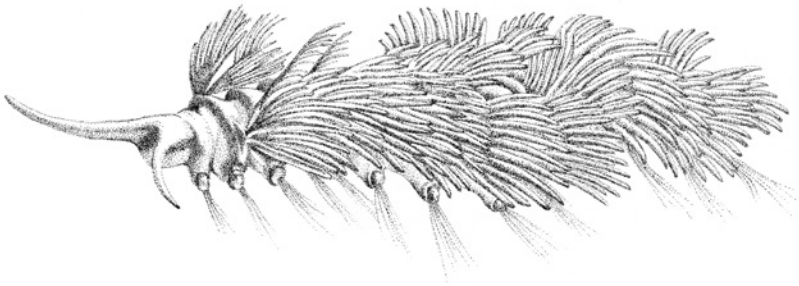
Le plus ancien fossile d'organisme pluricellulaire découvert au Gabon est âgé de plus de 2 milliards d'années.

© Photo A. El Albani

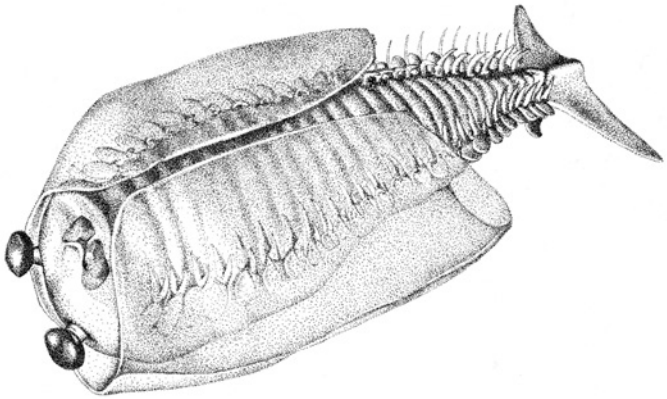
De cette grande diversité, nous retiendrons 4 espèces spectaculaires :



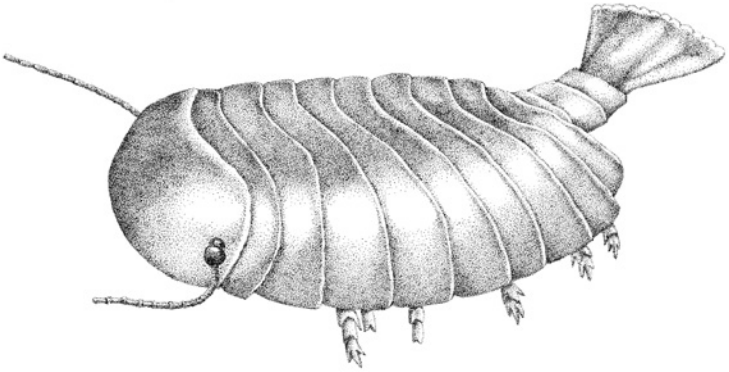
Anomalocaris canadensis
Littéralement cette « étrange crevette du Canada » (jusqu'à 1 m de long), un genre éteint d'arthropodes, est l'un des premiers prédateurs connus de l'histoire du vivant. En effet, il possède plusieurs caractéristiques assez incroyables : un corps profilé pour la nage, des pinces hérissées d'épines à l'avant du corps, une bouche avec des « dents » très tranchantes et des yeux composés dotés de 16 000 facettes !



Canadia spinosa
Recouvert de sortes de « poils » probablement irisés, appelés soies, ce ver présente à l'avant du corps des tentacules servant d'organes sensoriels. Il a une sorte de trompe suggérant un régime carnivore ou charognard.



Odaraia alata
Il s'agit d'un genre éteint d'arthropode caractérisé par la grande taille de ses yeux à l'avant de son corps tubulaire, enfermé dans une carapace ouverte et constitué de 47 petits segments à « pattes » pour nager. D'après certains paléontologues, ses énormes yeux feraient de lui un prédateur actif.



Sidneyia inexpectans
Un peu comme les trilobites, cet animal présente une tête comme un bouclier. Il s'agit d'un carnivore des fonds marins ; en effet, des restes de mollusques, petits crustacés et trilobites ont été retrouvés dans ses intestins.

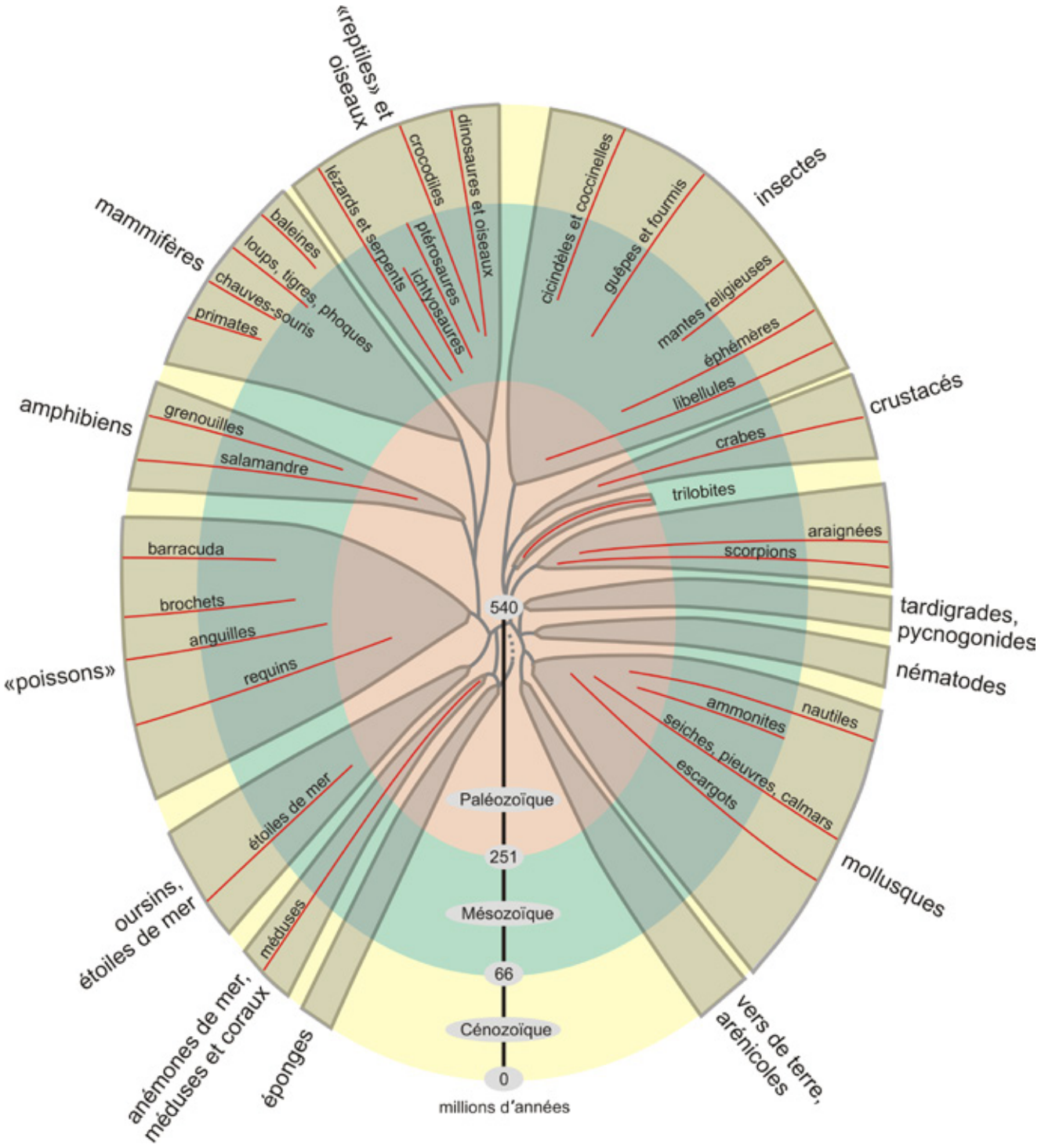
(illustrations SM)

Le buisson des animaux

Depuis l'apparition des premières formes animales il y a plus des 500 millions d'années, les espèces ont évolué et se sont diversifiées de façon buissonnante. On peut suivre leur évolution grâce aux fossiles préservés dans les roches. Aux origines, beaucoup d'entre eux étaient de petite taille et se nourrissaient de microparticules (des microphages) ou de détritus (des détritivores). De très nombreuses espèces se nourrissent encore ainsi aujourd'hui, comme les moules, les crevettes, les cloportes, les vers de terre pour ne citer que quelques exemples. D'autres animaux mangent des plantes, tels que les herbivores, les frugivores ou les granivores. Enfin, beaucoup d'autres sont, depuis l'origine, des carnivores. Au sein de tous les grands groupes, des organes spécialisés ont évolué chez des espèces carnivores pour leur permettre d'attraper d'autres animaux et devenir ainsi prédatrices (pour les proies ces organes sont aussi, parfois, des moyens d'échapper à leurs prédateurs). Dans le groupe des vertébrés sont apparues les mâchoires et les dents chez les poissons, suivies des griffes chez les quadrupèdes. Des becs ont évolué chez certains mollusques, les pieuvres par exemple, alors que les yeux à facettes et les mandibules se développaient chez les arthropodes, un immense ensemble qui regroupe les insectes, les araignées et les crustacés.

Glossaire des divers régimes alimentaires:

Carnivore: se nourrit d'animaux
Frugivore: se nourrit de fruits
Granivore: se nourrit de graines
Hématophage: se nourrit de sang
Herbivore: se nourrit de végétaux (pour les vertébrés)
Phytophage: se nourrit de végétaux (pour les invertébrés)
Insectivore: se nourrit d'insectes et de petits invertébrés
Nécrophage: se nourrit de cadavres d'animaux
Nectarivore: se nourrit de nectar
Omnivore: se nourrit de tout
Piscivore: se nourrit de poissons
Saprophage: se nourrit de déchets en décomposition
Xylophage: se nourrit de bois



Sur le schéma, les lignes rouges représentent quelques lignées entièrement ou partiellement prédatrices. (LC)

2. Proies et prédateurs

La coévolution ou « course aux armements »

Conigère *Mythimna conigera*, un papillon nocturne de la famille des Noctuidae
(photo BL)

La relation prédateur-proie ou attaquant-défenseur est l'un des nombreux moteurs de la sélection naturelle et de l'évolution des espèces. Une espèce évolue quand un individu subit une mutation génétique et que celle-ci améliore ses chances de survie. Pour un prédateur, il peut s'agir d'une plus grande efficacité pour attraper ses proies, et pour les proies, d'une plus grande efficacité pour échapper ou résister à ses prédateurs. On parle alors de **coévolution** ou, plus métaphoriquement, de « course aux armements ».

La noctuelle, un papillon de nuit, et l'oreillard brun (*Plecotus auritus*), une chauve-souris, illustrent parfaitement la coévolution entre une proie et son prédateur. Certaines mutations génétiques sont sélectionnées parce qu'elles les rendent plus efficaces dans leur rôle respectif de proie et de prédateur. Ainsi, le schéma ci-contre explique les adaptations respectives des deux protagonistes pour être plus performants au fil du temps.

Oreillard brun *Plecotus auritus*
(photo MR)

Diorama de l'exposition
(décor M. Pellegrino, photo PW)

GAGNANT PERDANT

HIER

La noctuelle a développé un tympan qui lui permet d'entendre les ultrasons des chauves-souris et ainsi de leur échapper plus facilement.

AUJOURD'HUI

L'oreillard a développé une ouïe si fine qu'il peut localiser les noctuelles au bruit de leur vol. Comme il n'utilise plus d'ultrasons, les noctuelles se font surprendre. Leur tympan est inutile contre l'oreillard.

DEMAIN ?

Quelle sera la prochaine réponse évolutive de la noctuelle pour échapper à l'oreillard ? Peut-être développera-t-elle un vol furtif, inaudible même pour l'oreillard ?

Quelle sera la prochaine étape ? Quel nouveau trait de la noctuelle pourrait améliorer sa capacité à éviter son prédateur ?

Voici quelques solutions à discuter avec vos élèves :
- des ailes silencieuses pour passer inaperçue
- un vol en rase-mottes pour éviter les chauves-souris
- un goût désagréable pour dégoûter les chauves-souris
- une vie diurne pour éviter les chauves-souris
- autre…

Objectif survie : attaque et défense

La course aux armements entre proies et prédateurs a donné lieu à l'évolution de plusieurs traits physiques ou comportementaux qui caractérisent les uns les autres. Attaque ou défense ? Tous les coups sont permis….

LE SAVIEZ-VOUS ?

Près de 200 lynx (*Lynx lynx*) ont été recensés fin 2016 en Suisse. Ce félidé, réintroduit en 1971, peut atteindre près d'une trentaine de kilos. Il possède, comme nombre d'animaux de sa famille, des griffes rétractiles. C'est là un moyen efficace de ne pas s'en encombrer pendant la marche et la course, mais de les utiliser lors de la capture de proie.

- **Les griffes** au bout des doigts des pattes servent à gratter, saisir, grimper ou se défendre. Elles sont de longueur variable et rétractiles selon les espèces.
  Les serres sont les griffes au bout des doigts chez les rapaces. Longues et courbes, elles peuvent s'enfoncer dans la proie que le rapace cherche à capturer ou immobiliser, puis transporter ; elles ne sont pas assez puissantes généralement pour causer la mort.

- **Les dents** sont des organes minéralisés extrêmement durs situés à l'entrée de l'appareil digestif de nombreux vertébrés. Elles sont apparues chez l'ancêtre des Gnathostomes (vertébrés à mâchoire) il y a environ 440 millions d'années. Les dents ont ensuite évolué de manières très différentes. Aussi peut-on observer une différenciation des dents chez les mammifères en types dentaires très distincts (incisives, canines, prémolaires, molaires), ou même une perte complète des dents comme chez les oiseaux.

- **Les cornes et les bois** sont des excroissances dures et pointues qui se trouvent sur la tête de certains mammifères, leur servant notamment d'arme offensive ou défensive.

- **La mâchoire** est sans doute l'un des attributs les plus symboliques du prédateur. Elle est d'autant plus impressionnante qu'elle est grande. Mais les petits organismes n'ont rien à envier aux gros prédateurs. La preuve avec cette larve de libellule.
  A l'état larvaire, la libellule vit dans l'eau. Ces larves sont carnassières et le mode de capture des proies est particulièrement efficace. Tout comme le caméléon peut projeter sa langue, la larve de libellule peut projeter sa lèvre inférieure, doublement articulée, le labium, sorte de harpon muni de crochets qui lui permet d'attraper des petits poissons ou des têtards. Le labium est en effet modifié en organe préhensile qui porte le nom de « masque » lui cachant la bouche et permettant l'effet de surprise.

Reconstitution d'une mâchoire de larve de libellule
(maquette M. Pellegrino, photo PW)

LE SAVIEZ-VOUS ?

Les mâchoires du requin sont entièrement mobiles, indépendantes, et garnies de plusieurs centaines de dents réparties sur plusieurs rangées dont seule la dernière est fonctionnelle, les autres étant des dents de remplacement. Les dents, dont la forme varie selon les espèces et leur régime alimentaire, sont renouvelées en permanence tout au long de la vie de l'animal et sont spontanément remplacées par une dent de la rangée suivante lorsqu'elles tombent. Certains requins perdent plus de 30 000 dents durant leur vie.

Mâchoire de requin gris, *Carcharhinus amblyrhynchos* (photo PW)

- **Le poison** est une substance qui, introduite dans l'organisme en certaine quantité, peut altérer ou détruire les fonctions vitales. Reptiles, amphibiens, invertébrés, oiseaux et même quelques rares mammifères en produisent, comme l'ornithorynque, avec une glande située dans le haut de la cuisse.
  Le cône géographe (*Conus geographus*) est un mollusque qui vit dans les mers de la zone indopacifique. Sa coquille peut mesurer jusqu'à 17 cm. Il se nourrit de poissons et de mollusques qu'il tue grâce à un dard. Son poison est considéré comme le plus virulent qui soit !

LE SAVIEZ-VOUS ?

Les batraciens qui appartiennent à la famille des Dendrobatidae et sont connus en anglais sous le nom de « poison frog » produisent certaines des neurotoxines les plus puissantes connues.

Dendrobates azureus (illustration CC)

Cône géographe (illustration CC)

On distingue plusieurs stratégies de chasse :

Lycaon (illustration CC)

- **La chasse mobile** : Le lycaon (*Lycaon pictus*) est un canidé sauvage qui vit en Afrique. Il chasse en meute très organisée et se distingue par son endurance. Souvent, les proies poursuivies s'effondrent d'épuisement. Il ne reste plus qu'à les mettre à mort.

- **La chasse passive** : Dans la chasse passive, le prédateur attend que la proie vienne à lui. Ce mode de chasse présente l'avantage d'être économe en énergie. Les araignées qui tissent des toiles utilisent ce mode de chasse. L'épeire diadème (*Araneus diadematus*), commune en Europe, retisse sa toile tous les matins et celle-ci peut atteindre 1 m de diamètre.

- **La chasse à l'affût** : Le poisson-lézard de la famille des Synodontidés se caractérise par un corps longiligne et une tête reptilienne. Il s'enfouit généralement dans un substrat meuble pour passer inaperçu. Quand une proie, généralement un poisson, passe près de lui, il bondit et l'attrape.

- **La vitesse** : La squille multicolore (*Odontodactylus scyllarus*) est un crustacé qui se distingue par la puissance de ses pattes ravisseuses. Elle les utilise contre ses proies, mais aussi contre toute menace. La vitesse de déploiement de ses pattes dépasse les 110 km/h. Cette rapidité vaporise une fraction de l'eau frottée par les pattes et crée des bulles. Un phénomène connu sous le nom de cavitation.

Guépard (illustration CC)

LE SAVIEZ-VOUS ?

Le guépard parcourt quelque sept ou huit mètres en une seule foulée et accomplit quatre foulées à la seconde. Cela en fait un des mammifères quadrupèdes les plus rapides. Un sprint l'amène à 70 km/h en deux secondes puis 90 km/h une seconde plus tard. Une étude, publiée en 2013 dans la revue *Nature*, portant sur l'analyse statistique de 367 courses de chasse réalisées par cinq guépards en liberté dans la nature, munis de colliers d'enregistrement couplés à des GPS, a montré que si une vitesse maximum unique de 93 km/h a pu être enregistrée, la moyenne de leurs courses se situe à 49,89 km/h.

Aile de chouette effraie
(photo PW)

- **Le silence et la discrétion** : La chouette effraie (*Tyto alba*) possède, comme tous les rapaces nocturnes, une excellente vue de nuit. Mais ses proies ont généralement une ouïe performante. L'approche du prédateur est immédiatement captée. L'évolution a donc doté la chouette effraie d'ailes dont le bord extérieur des plumes est composé de fines barbules. Celles-ci permettent à la chouette de voler sans bruit et de surprendre ses proies.
  Les animaux nocturnes, comme la chouette ou le lynx, ont la capacité de bien distinguer les choses dans la pénombre. Ils disposent d'une vision crépusculaire améliorée. Cette faculté est appelée nyctalopie.

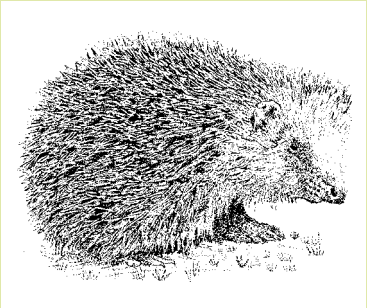
- **La force** : Le boa constricteur (*Boa constrictor*), qui peut dépasser les 4 m, tue ses proies en les enserrant dans ses anneaux. Dans les faits, celles-ci ne meurent pas d'étouffement, mais d'un arrêt de leur système circulatoire. Comme le sang n'atteint plus les organes vitaux, la victime meurt rapidement.

- **L'intelligence** : C'est une arme de prédation redoutable. Des dauphins du sud de la Floride (*Tursiops truncatus*) ont mis au point une technique de chasse transmise de génération en génération. Un dauphin crée un cercle de boue autour d'un banc de poissons. Quand ceux-ci, paniqués, sautent hors de l'eau pour échapper au piège, ils se font manger par d'autres dauphins en embuscade.

Grand dauphin *Tursiops truncatus*
(illustration CC)

LE SAVIEZ-VOUS ?

Le hérisson possède entre 5000 et 7000 piquants. Pour se protéger, il a la faculté de se mettre en boule, ce qui le rend encore moins vulnérable (illustration CC)



Moyens de défense

- **Epines ou piquants**: Les épines sont un bon moyen pour une proie de se défendre contre les prédateurs. L'oursin rouge (*Strongylocentrotus franciscanus*) se croise dans les eaux du Pacifique. Sa coquille peut atteindre 18 cm de diamètre et ses épines 8 cm de long. Quant à l'oursin-crayon (*Heterocentrotus mamillatus*), on le trouve dans les eaux tropicales. Il se distingue par des épines très épaisses qui lui valent son nom.

Oursin-crayon *Heterocentrotus mamillatus* Hawaii
(Photo S.R. Atwood, Wikimedia Commons)

- **Odeur repoussante**: Le coléoptère *Pheropsophus jessoensis* dégoûte ses prédateurs. Après avoir été avalé, il émet un jet de liquide nauséabond qui incite son prédateur à le vomir.

Bombardier *Pheropsophus jessoensis*
(illustration CC)

Exercice: faire nommer aux élèves des animaux possédant des griffes, des serres, des dents, des pinces... Nommer ensuite des animaux ayant du venin et la manière de l'injecter (piqûre, morsure...).

- **Carapaces** : Ce sont des revêtements protecteurs durs et solides qui recouvrent tout ou partie du corps de certains animaux.

Tortue étoilée *Astrochelys radiata* (illustration CC)

- **Abri** : Construire un abri est un bon moyen de se prémunir contre les prédateurs ou de protéger sa progéniture. Le fournier roux (*Furnarius rufus*) est un passereau qui vit en Amérique du Sud et particulièrement en Argentine dont il est un symbole national. Il se distingue par des nids qu'il fabrique à base de boue et dans lesquels ses œufs et ses juvéniles sont relativement à l'abri.

Fournier roux *Furnarius rufus* à l'entrée de son nid, Pantanal, Brésil (Photo C.J. Sharp, Wikimedia Commons)

Lièvre variable *Lepus timidus* en pelage d'hiver
(photo Bouke ten Cate - Wikimedia Commons)

- **Immobilité**: Rester immobile pour une proie peut se révéler salvateur. L'absence de mouvement permet en effet d'échapper à la détection du prédateur ou d'éteindre son instinct de chasse. L'opossum d'Amérique (*Didelphis virginiana*) simule la mort dès qu'il est menacé par un prédateur. Son corps est aussi raide que s'il était vraiment mort et il dégage une odeur putride.

- **La fuite**: C'est sans doute l'un des moyens de défense les plus courants contre les prédateurs. Le lièvre variable (*Lepus timidus*) a deux façons de se défendre. Sa fourrure change de teinte pour s'adapter aux couleurs des saisons et le rend ainsi moins visible. Et comme tous les lagomorphes, il est capable de courir vite grâce à des pattes arrière conçues un peu comme des ressorts.

- **Alerte**: Lancer l'alerte quand une menace approche est une stratégie contre les prédateurs utilisée par un très grand nombre d'espèces. Quand les abeilles domestiques (*Apis mellifera*) veulent prévenir leurs congénères d'un danger, elles émettent une phéromone particulière, dont l'odeur ressemble aux bonbons acidulés à la banane!

Accouplement et ponte de grenouilles rousses *Rana temporaria*
(photo MR)

- **L'autotomie**: Il s'agit de la capacité d'un organisme à perdre une partie de lui-même pour échapper à un prédateur. De nombreuses espèces de lézards sont capables de cet exploit, comme le lézard des murailles (*Podarcis muralis*). Plusieurs mécanismes physiologiques permettent de compenser la perte de la queue, comme une cicatrisation rapide et une repousse de l'appendice.

- **La multitude**: Certaines espèces de poissons vivent en banc serré et forment une boule face aux prédateurs. Cette stratégie de défense servirait à décontenancer les attaquants qui seraient devant cette masse importante. Dans les faits, quand les prédateurs sont nombreux, ce mode de défense – si c'en est bien un – se révèle assez peu efficace.

- **Progéniture nombreuse**: Les œufs et les juvéniles sont souvent des proies faciles. La génération d'une progéniture nombreuse permet à quelques œufs ou juvéniles d'échapper aux prédateurs. C'est notamment le cas chez de nombreux batraciens, comme la grenouille rousse (*Rana temporaria*) qui pond entre 800 à 2500 œufs.

Disparaître

Flet commun *Platichthys flesus,* près de Vääna-Jöesuu en Estonie.
(photo Tiit Hunt, Wikimedia Commons)

Les animaux sont très nombreux à posséder des yeux et à réagir à ce qu'ils voient. Pour une proie – mais c'est aussi vrai pour les prédateurs – ne pas être vu ou être vu différemment est essentiel. Il existe plusieurs stratégies, entre camouflage et mimétisme, pour y parvenir.

On parle de camouflage si les couleurs de l'animal lui permettent de se fondre dans son environnement naturel. Par exemple, les couleurs de ce poisson plat, un flet (*Platichthys flesus*), lui permettent de se fondre sur le substrat sableux de son environnement.

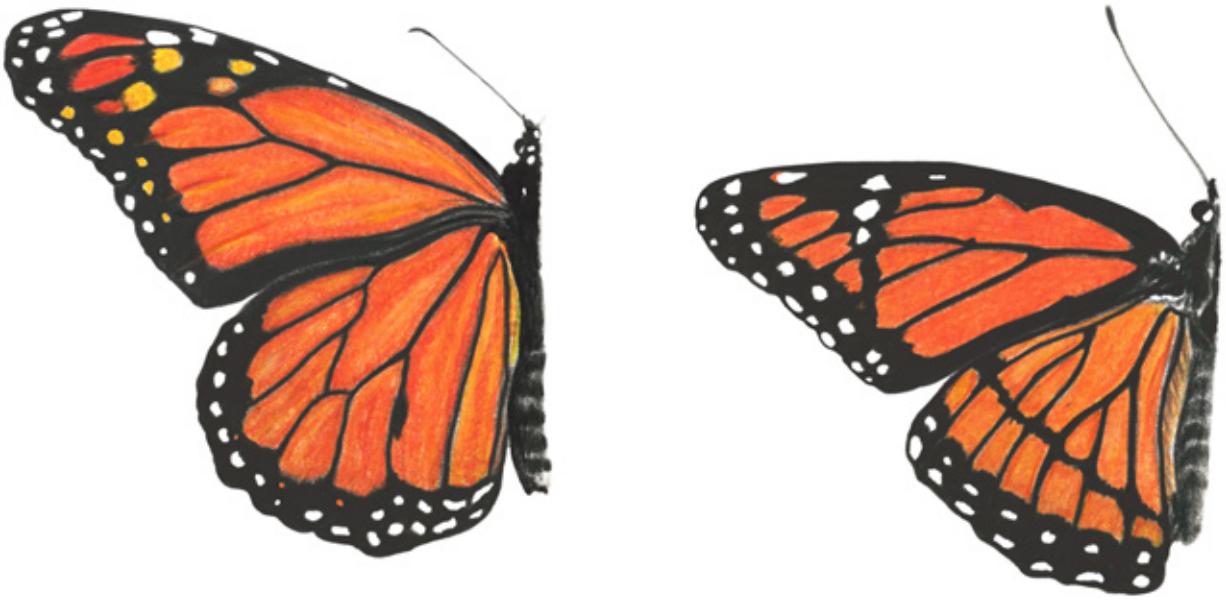
Le mimétisme existe sous plusieurs formes.

- **Le mimétisme batésien***:* une espèce inoffensive se fait passer pour une espèce dangereuse afin de dissuader ses prédateurs. C'est le cas du syrphe ceinturé (*Episyrphus balteatus*), de la famille des mouches, mais dont l'apparence le rapproche d'une guêpe (*Vespula vulgaris*).

Syrphe ceinturé *Episyrphus balteatus* (photo CC)

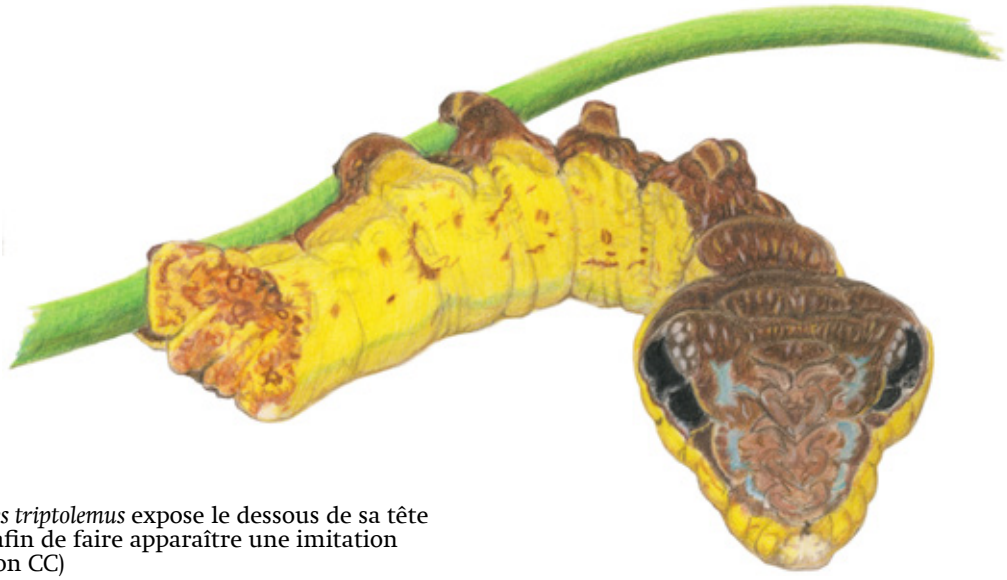
Guêpe *Vespula vulgaris* (photo CC)

- **Le mimétisme mullérien**: deux espèces différentes, nocives toutes deux, convergent pour se ressembler afin de renforcer l'effet d'avertissement envers les prédateurs. C'est le cas par exemple de ces deux papillons, le monarque et le vice-roi.



A gauche, monarque (*Danaus plexippus*), à droite vice-roi (*Limenitis archippus*) (illustration CC)

- **L'automimétisme**: un organisme affiche sur une partie de son corps des signes imitant tout ou partie d'un organisme plus gros. C'est le cas de la chenille de l'espèce sud-américaine *Hemeroplanes triptolemus*, aussi appelée « chenille-serpent ».

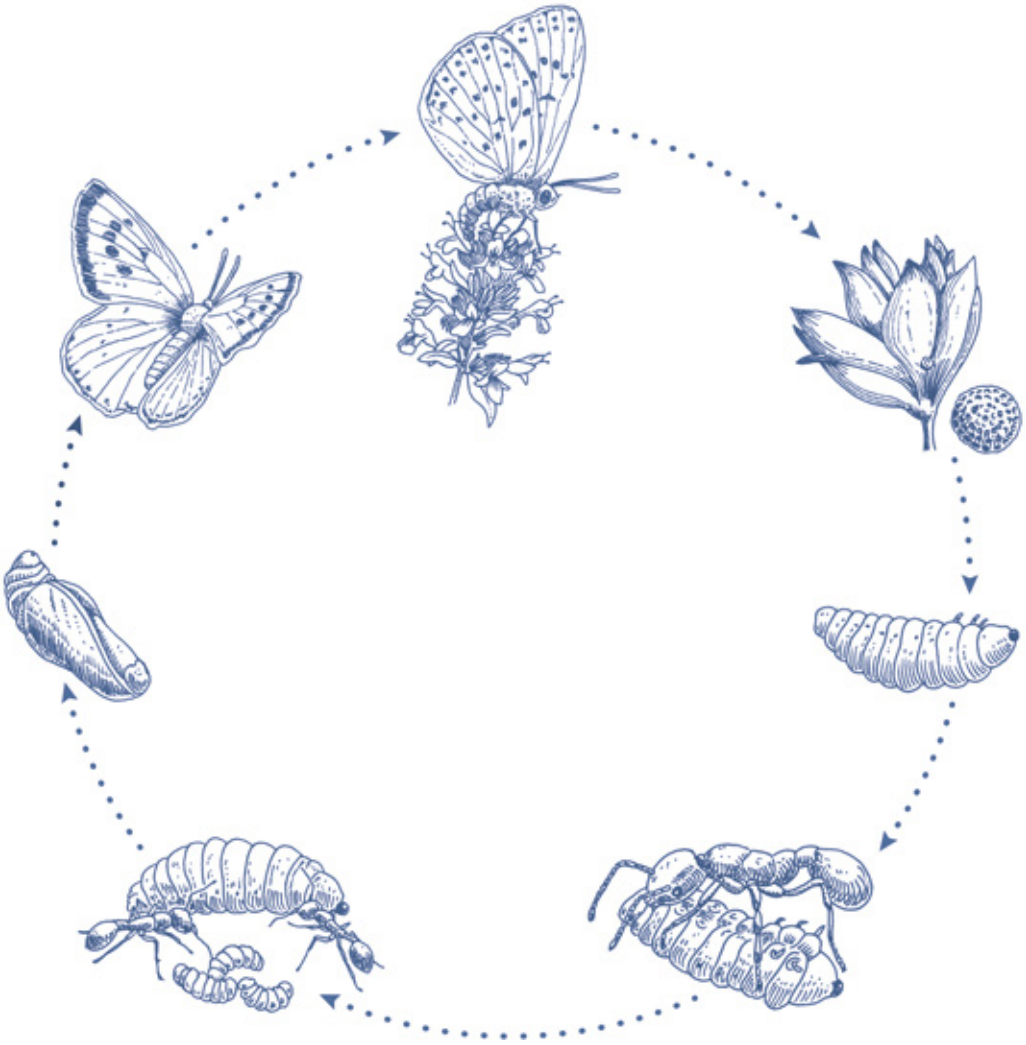


En cas de danger, *Hemeroplanes triptolemus* expose le dessous de sa tête et son thorax, qu'elle gonfle afin de faire apparaître une imitation d'yeux et d'écailles (illustration CC)

3. Chaîne alimentaire et équilibres

Qui mange qui ?

Est-on soit prédateur, soit proie ? Certains ne sont que prédateurs, d'autres ne sont que proies. Mais beaucoup sont les deux à la fois et peuvent devenir l'un ou l'autre à divers stades de leur maturité, comme l'illustre l'exemple de la larve du papillon bleu l'azuré du serpolet (*Maculinea arion*). Celle-ci se nourrit du nectar des fleurs ; elle libère, au stade de chenille, une sécrétion sucrée par une fente se trouvant sur son dos, ce qui attire les fourmis qui la protègent. Mais lorsque les chenilles sont transportées dans la fourmilière, elles se font ensuite nourrir et vont jusqu'à dévorer les larves.



(illustration FM, d'après F. Dellerie)

Les notions de proie et de prédateur sont donc plus complexes qu'elles n'y paraissent.

LE SAVIEZ-VOUS ?

En consommant plusieurs milliers de souris et petits rongeurs par an (jusqu'à 6000 !), le renard joue un rôle de régulation essentiel.

En Suisse, 43 loups ont été recensés entre novembre 2016 et octobre 2018 (20 femelles et 23 mâles) ; ces canidés ont également un rôle de régulation important.

Manger ou être mangé (illustrations CC)
En haut, coccinelle dévorant des pucerons
En bas, coccinelle capturée par une épeire diadème

Une chasse fructueuse pour ce renard roux
(illustration CC d'après F. Cahez)

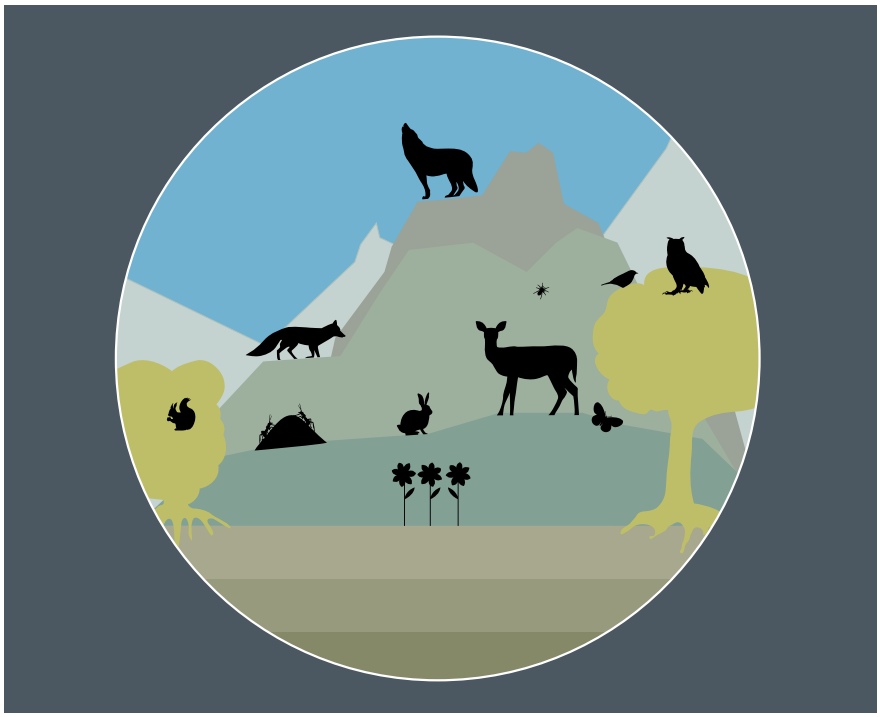
En identifiant les pratiques alimentaires de chaque espèce, les biologistes créent des catégories, reconstituent des chaînes alimentaires, des réseaux trophiques (du grec *trepho*, nourrir) et édifient des pyramides qui mettent en évidence le rôle de chaque organisme. Grâce à cela, on obtient une vue précise de « qui mange qui ? ». Un réseau trophique correspond à l'ensemble des relations alimentaires qui unissent plusieurs espèces dans un environnement donné. Il combine toutes les chaînes alimentaires et permet notamment d'expliquer les conséquences de la raréfaction ou de la disparition d'une espèce sur la population des autres espèces.

Que voit le biologiste ?

Voilà un écosystème composé d'animaux connus tel qu'on pourrait l'observer en Suisse.

En lui appliquant certains filtres, on peut découvrir comment les chercheurs l'analysent du point de vue de la prédation.

(infographie FM)

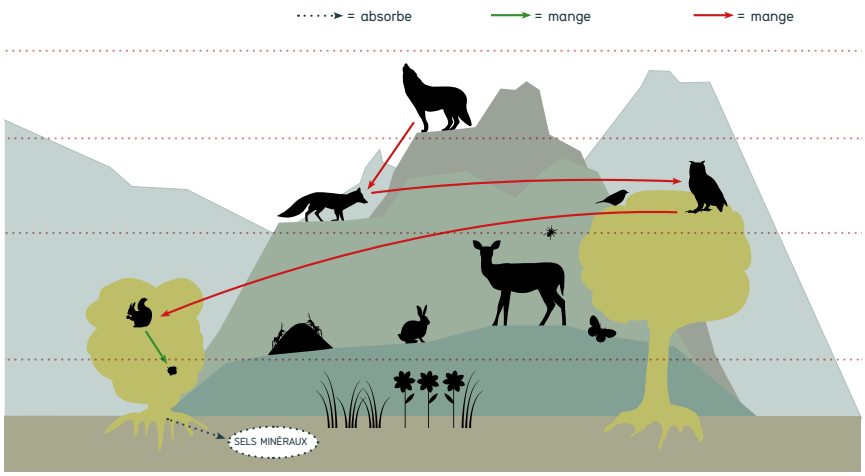


Le biologiste voit :

LA CHAÎNE TROPHIQUE

Une chaîne trophique, ou chaîne alimentaire, montre le chemin possible entre plusieurs organismes en précisant qui mange qui.

Ce concept, jugé trop réducteur, n'est plus guère utilisé.

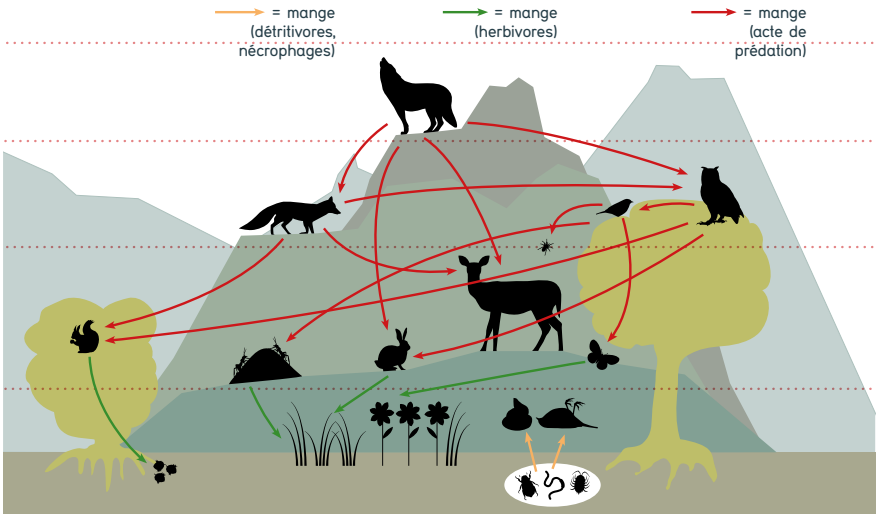


Le biologiste voit :

LE RÉSEAU TROPHIQUE

Un réseau trophique montre l'ensemble des relations alimentaires qui unissent dans un environnement donné plusieurs espèces.

Il permet notamment d'expliquer les conséquences de la raréfaction ou de la disparition d'une espèce sur les autres.

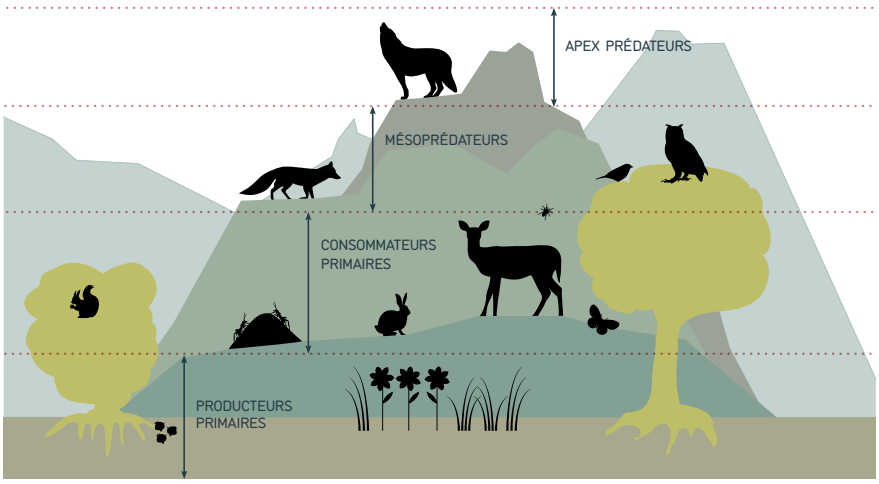


Le biologiste voit :

LES CATÉGORIES

Dans le système proie-prédateur, on distingue plusieurs catégories :

- Apex prédateurs = les prédateurs sans prédateurs
- Mésoprédateurs = à la fois prédateurs et proies (de prédateurs plus gros)
- Consommateurs primaires = animaux se nourrissant de végétaux
- Producteurs primaires = végétaux, c'est sur eux que tout repose

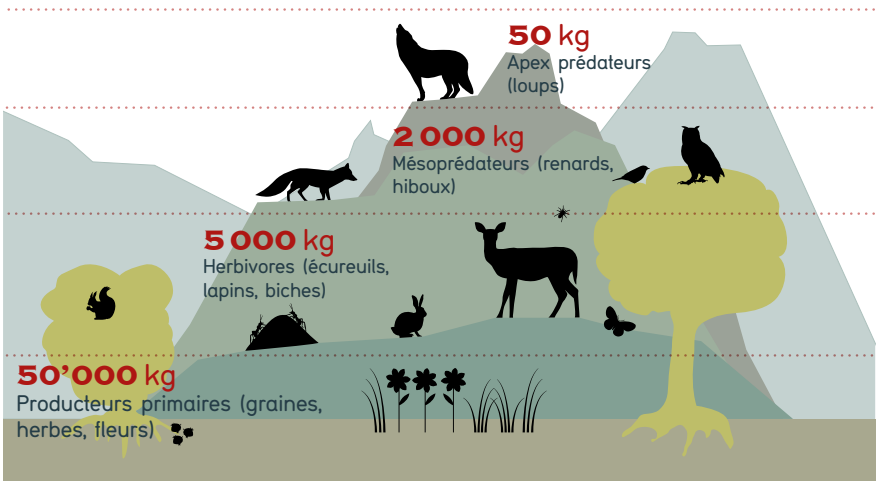


Le biologiste voit :

LA PYRAMIDE DES BIOMASSES

Le rapport entre les végétaux, les herbivores et les prédateurs peut être exprimé par la biomasse, autrement dit par le poids des organismes transformables en énergie, correspondant à chaque catégorie.

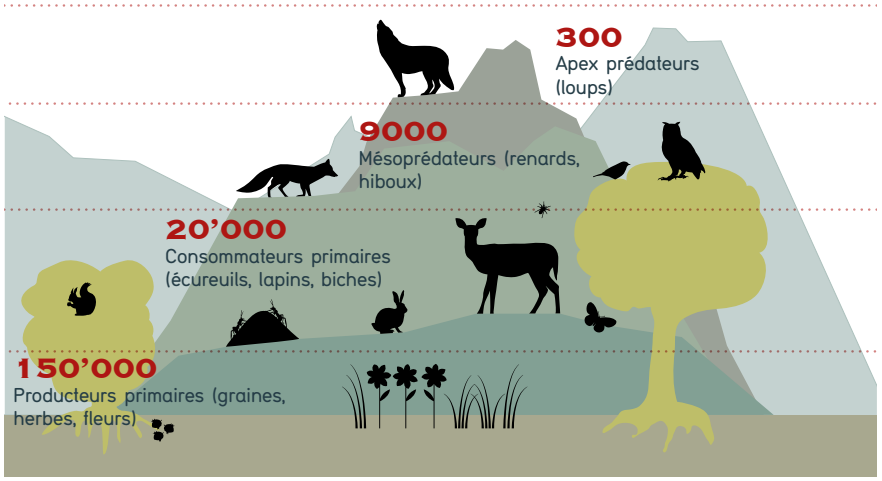
Pour obtenir 50 kilos de loup, il faut avoir au moins 50'000 kilos de végétaux.



Le biologiste voit :

LA PYRAMIDE DES NOMBRES

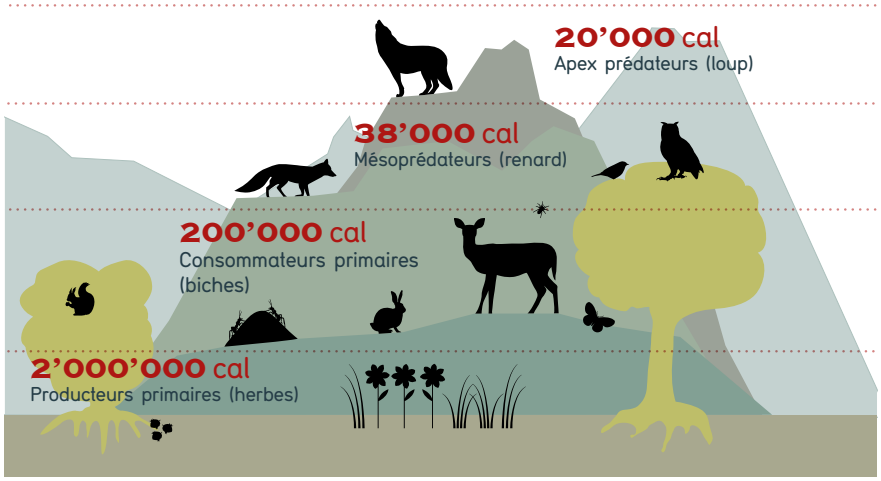
Plus on progresse vers le haut de la pyramide alimentaire, moins les individus sont nombreux.
On ne peut en effet avoir un écosystème « équilibré » si les prédateurs excèdent les proies. Il n'y aurait tout simplement pas assez à manger.



Le biologiste voit :

LA PYRAMIDE DE L'ÉNERGIE

La pyramide alimentaire peut aussi se voir comme un transfert d'énergie (exprimé en calories) d'un niveau vers l'autre.
Ce transfert s'accompagne de pertes caloriques importantes : pour 20'000 calories de loup, il faut 2'000'000 de calories végétales.



Vous avez dit «loup»? Le cas du parc de Yellowstone

Il doit exister un équilibre subtil entre les populations de proies et de prédateurs. Trop ou pas assez des uns peut avoir des effets sur le milieu dans son entier et menacer, pour un temps, sa biodiversité tant faunistique que floristique. Cet équilibre entre les populations de proies et de prédateurs est en perpétuelle évolution. Voilà pourquoi on parle d'équilibre instable. Le cas des loups du Yellowstone est flagrant.

Les loups du parc américain du Yellowstone ont été chassés jusqu'à ce que la population entière disparaisse dans les années 1920. Le nombre de cervidés a alors augmenté. Ils ont occupé les vallées et les bords des rivières, broutant toutes les jeunes pousses, provoquant ainsi un sérieux appauvrissement de la biodiversité. Il a suffi de réintroduire 14 loups en 1995 pour que les cervidés désertent les vallées et les bords de cours d'eau et que l'écosystème retrouve sa richesse initiale.

Vous avez dit «chat»? Le pire prédateur de Suisse

Grâce à la domestication, le chat n'a plus de prédateur naturel et sa population ne connaît plus de régulation naturelle. Il figure désormais sur la liste noire du Programme mondial sur les espèces envahissantes.

Aux Etats-Unis, les quelque 70 millions de chats domestiques tuent annuellement environ 2,5 milliards d'oiseaux et 14 milliards de micromammifères.

Une étude de 2016 a établi que les chats importés par l'être humain sur certains territoires sont responsables de la disparition de 63 espèces, parmi lesquelles des oiseaux, des mammifères et des reptiles. A ce jeu de massacre, les chats ne sont battus que par les rats.

La Suisse compte près de 1,5 million de chats, dont au moins les deux tiers peuvent se promener librement à l'extérieur. Ils sont soupçonnés de contribuer fortement à la baisse des populations d'oiseaux dans notre pays.

LE SAVIEZ-VOUS ?

Les premières sessions de chasse commencent à 3 mois. A 4 mois, ce sont des chasseurs confirmés. Contrairement aux chiens qui chassent en horde, les chats sauvages sont des chasseurs solitaires et opportunistes. Ils attrapent de petites proies qu'ils mangent seuls. Des études montrent qu'ils ratent souvent leurs proies: seulement 13 % des proies chassées seraient réellement prises.
Dans des conditions naturelles, les chats passent deux tiers de leur temps de veille à chasser et leur comportement se décompose en plusieurs séquences:

- suivre la proie
- l'approcher et la poursuivre
- l'attraper en bondissant (leur corps est à ras du sol et ils avancent lentement vers la proie, marquant une pose avant l'attaque)
- tuer par morsure au cou, après un éventuel combat
- le repas a rarement lieu sur le lieu de capture (pour des raisons de tranquillité).

(source Royal canin: https://www.ivis.org/advances/rcfeline_fr/A5213.0110.FR.pdf?LA=3)

* Les chiffres des oiseaux, reptiles et mammifères tués par les chats domestiques suisses chaque année sont une adaptation de statistiques obtenues par une étude britannique de 2012 (infographie FM).

Ce chat vient de capturer une fauvette à tête noire (illustration CC)

La loi du plus fort, vraiment ?

Bien qu'elle soit encore en vigueur, Charles Darwin n'a jamais utilisé l'expression « loi du plus fort » dans son œuvre majeure « Sur l'origine des espèces par la sélection naturelle », publiée en 1859.

Malgré cela, l'image d'une nature partagée entre les forts et les faibles, les prédateurs et les proies s'est imposée. Vision évidemment fausse : être prédateur n'est pas une sinécure.

- **Chasser n'est pas jouer** : La survie du prédateur chasseur dépend de sa capacité à attraper une proie. Or les chasses ne sont pas toujours couronnées de succès et tout échec représente une dépense d'énergie critique pour l'animal.

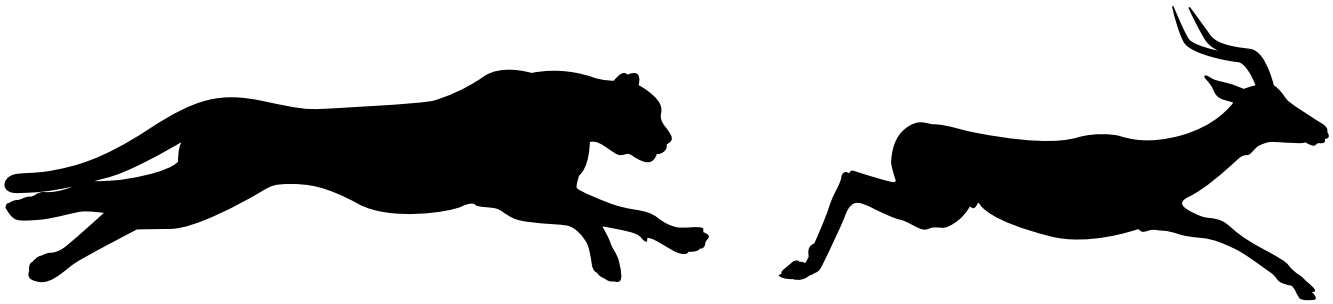
- **Les prédateurs n'ont pas le même taux de réussite** : Mais attention ! Cela ne veut pas dire que certains sont meilleurs que d'autres. Il faut se souvenir qu'une espèce est adaptée à son milieu et que son taux de réussite est suffisant s'il lui permet de survivre.

Ours blanc se nourrissant d'un phoque (photo A. Weith, Wikimedia Commons)

Voici quelques taux de réussite pour illustrer nos propos :

Léopard (Parc Kruger, Afrique du Sud) :	1/7
Tigre (Bengale, Inde) :	1/20
Ours blanc :	1/10
Guépard :	1/2*
Lionne seule :	1/8
Lionnes en groupe :	1/3
Lycaons (groupe de 20) :	2/3*
Libellule :	9/10

* se font souvent voler leur proie par des prédateurs plus forts



Guépard poursuivant une gazelle (illustration FM)

• **Prédateurs contre prédateurs**: Plusieurs espèces de prédateurs peuvent être en compétition pour les mêmes ressources alimentaires, les mêmes proies. Cette concurrence peut prendre la forme d'affrontements mortels. On parle de prédation intraguilde quand un prédateur d'une espèce tue un concurrent d'une autre espèce et le mange. Au Népal, les tigres et les léopards vivent dans des écosystèmes communs. Ils partagent certaines proies. Les rencontres, quand elles se produisent, donnent lieu à des affrontements mortels qui tournent généralement à l'avantage des tigres.

Alligator contre Python, Parc national des Everglades (photo L. Oberhofer, Wikimedia Commons)

- **Etres humains contre prédateurs**: Les êtres humains représentent une menace importante pour nombre de prédateurs:
  1) en les chassant
  2) en chassant leurs proies
  3) en détruisant leur habitat

La pression humaine sur les prédateurs a d'autres effets que leur raréfaction ou disparition. Une étude parue en avril 2018 montre en effet que la taille moyenne des mammifères – proies et prédateurs – n'a cessé de diminuer depuis environ 130 000 ans, depuis que nos ancêtres ont commencé à voyager hors d'Afrique. Depuis l'arrivée de l'être humain sur le continent américain, la taille moyenne des mammifères sauvages terrestres a diminué d'un facteur 10, passant de 98 kg à 7,6 kg. Si cette tendance se poursuit, dans 200 ans, le plus gros animal terrestre sera… la vache, car toujours sélectionnée et élevée par les Hommes.
(*Body size downgrading of mammals over the late Quaternary*, in: *Science* 20 Apr 2018 - Vol. 360, Issue 6386, pp. 310-313)

4. Homo predator

L'être humain est-il un prédateur comme les autres ? La viande doit-elle faire partie de son équilibre alimentaire ? Et si oui, dans quelle proportion ?

(illustration FM)

A l'heure où ces questions agitent les sociétés post-industrielles au nom de l'environnement ou de la morale, les sciences naturelles peuvent alimenter le débat de plusieurs façons. En interrogeant les plus proches cousins de l'être humain, les primates, par exemple. Ou en passant en revue le régime alimentaire de plusieurs de nos ancêtres. Ou encore en rappelant l'incroyable évolution des outils de chasse qui au final, a peut-être permis à l'être humain de devenir un *prédateur des milieux*.

La question de l'alimentation des êtres humains est donc un sujet d'actualité. Dans nos sociétés, elle se focalise souvent sur la viande. Faut-il en manger ou non ? Au-delà des arguments sociologiques, religieux, philosophiques, que peut dire la science naturelle sur le sujet ? L'être humain est-il un prédateur carnassier, oui ou non ? Et si oui, depuis quand ? Eléments de réponses.

Singes, à la barre !

Chimpanzé (photo libre de droit Pixabay)

Pour mieux connaître l'être humain, l'étude de nos plus proches cousins, les singes, est précieuse.
Même si la majorité des 514 espèces de primates est végétarienne (fruits et feuilles), certains primates se nourrissent aussi d'invertébrés (insectes, araignées, vers, escargots) et occasionnellement de vertébrés.
Ces primates prédateurs sont de toute taille et présents dans tous les écosystèmes. La viande ne constitue que 5 % de leur régime alimentaire en moyenne.

La chasse en bande pratiquée par certains primates comme le chimpanzé répond peut-être à un besoin nutritionnel, mais elle a peut-être aussi un rôle social (diminuer l'agressivité au sein du groupe, valoriser les acteurs de la chasse, renforcer les liens, « jouer ») ou encore celui de réduire les populations d'espèces compétitrices.

Le cerveau viande ?

Le cerveau de l'homme moderne est le résultat d'une longue évolution. On a longtemps pensé que l'adoption d'un régime carné était à l'origine du développement du cerveau dans la lignée humaine, organe particulièrement énergivore. Cette hypothèse suggère un changement de régime alimentaire à l'occasion d'une modification climatique et environnementale, il y a environ 3 millions d'années. Confrontés à un milieu de savane plus sec, bien moins riche en fruits, en feuilles, les primates se seraient tournés vers les tubercules et la viande.

(infographie FM)

(illustration FM)

La théorie du « cerveau viande » est largement contestée aujourd'hui. D'autres hypothèses sur l'évolution du cerveau mettent en avant l'importance :

- des sucres contenus dans les aliments riches en amidon (riz, tubercules, graines) et dans les fruits
- de la cuisson (il y a 500'000 ans environ), surtout des végétaux, qui permet de réduire l'énergie de la mastication et d'accorder plus de « carburant » pour le cerveau.

Le paléobanquet : tu mangeais quoi, papi ?

La lignée de l'être humain se sépare de celle de ses cousins primates il y a environ 8 à 9 millions d'années. Depuis, les membres de cette famille ont vécu dans des environnements différents.
Sur la base de certains indices – avec une certaine marge d'erreur –, on peut recréer le régime alimentaire « moyen » de nos ancêtres.
Ces ancêtres étaient opportunistes et intelligents. Ils adaptaient leur alimentation en fonction des environnements et des saisons. Par exemple, en période froide, la part de viande devait augmenter.

Que mangeaient nos ancêtres hominidés plus ou moins directs ?
La science a trouvé plusieurs moyens de rassembler des indices sur le régime alimentaire de nos aïeux :

Molaire de *Paranthropus robustus* (photo D. Descouens, Wikimedia Commons)

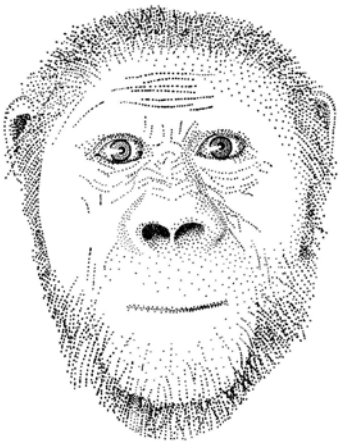
- **Les restes de nourriture** : Quand on découvre des vestiges de foyers anciens, on trouve parfois associés dans les mêmes couches des outils en pierre et des restes d'animaux (dents, fragments d'os) qui portent des traces de leur utilisation alimentaire pour l'homme, ainsi que des restes végétaux (fruits, graines, noix, pépins, feuilles, tiges, racines, tubercules…). Ceux-ci peuvent être autant d'indices sur le régime de ces hominidés.
- **La forme des dents** : La denture donne des indices sur l'alimentation. Par exemple, si les dents sont pointues, la part carnée dans l'alimentation est élevée. Si la denture est fine avec des canines réduites, des incisives développées et un grand nombre de dents différentes, cela suggère un régime omnivore. Une mâchoire puissante et de grandes prémolaires et molaires dotées d'un émail épais permettront de mastiquer plutôt des aliments coriaces comme des tubercules et des racines.
- **L'usure dentaire** : On ne coupe, arrache ou mastique pas de la même façon des feuilles, des graines, des racines ou de la viande. Certaines traces relevées sur les dents fossiles, appelées micro-usures dentaires, ainsi que des microrestes entre les dents donnent aussi une idée sur les derniers repas mangés par les premiers hominidés, sur les comportements alimentaires et les fonctions des dents.
- **Les isotopes** : Les habitudes alimentaires laissent aussi des traces chimiques, appelées isotopes, dans l'émail des dents et dans les os : on est ce que l'on mange ! En analysant les abondances de certains éléments chimiques, on peut déterminer si les protéines consommées sont d'origine végétale, animale terrestre, animale d'eau douce ou animale marine (avec distinction possible entre coquillages, poissons, mammifères marins !). Il est même possible de savoir si la nourriture végétale provenait plutôt d'arbres ou de graminées.

A table, les ancêtres !

(illustrations hominidés GR, menus FM)

Australopithecus afarensis

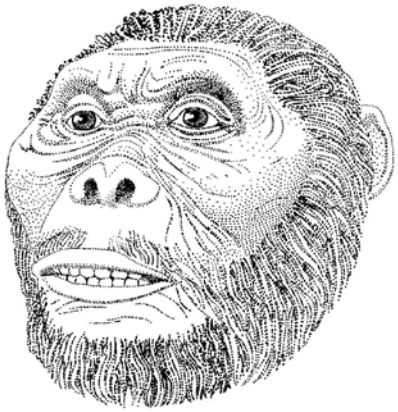
entre 3,5 et 2,5 millions d'années
Continent africain



Australopithecus afarensis se nourrissait principalement de végétaux. Des découvertes récentes indiquent que les australopithèques mangeaient des insectes et découpaient de la viande avec des outils en pierre. Il s'agirait vraisemblablement de charognage occasionnel.

Paranthropus robustus

entre 2,2 et 1 millions d'années
Continent africain



Parfois surnommé « Casse-noisette » pour sa supposée consommation de noix et autres fruits à coque, *Paranthropus robustus* serait en fait un mangeur de plantes graminées tropicales, de tubercules, de racines ou d'herbes du carex (équivalent du papyrus actuel).

Homo erectus

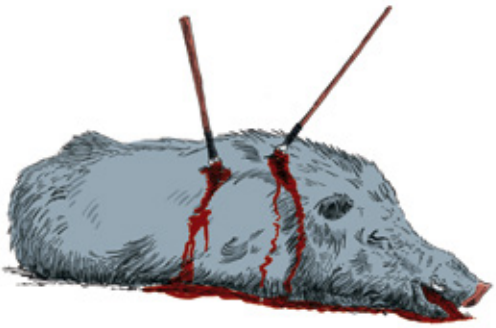
entre -1 et 0,3 million d'années
Asie

Homo erectus avait un régime alimentaire en grande partie végétarien qu'il pouvait enrichir occasionnellement de protéines animales en pratiquant une chasse active sur du gibier de toute taille ou en consommant des coquillages. Le charognage laisse progressivement la place à la chasse.

Homo neanderthalensis

-300'000 à -30'000 ans
Europe de l'Ouest

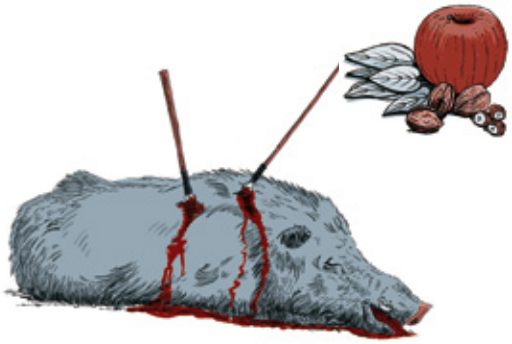
Physiquement, l'Homme de Néandertal était particulièrement adapté aux climats froids. La viande constituait souvent l'intégralité de son alimentation du fait de la rareté des végétaux, tout comme chez les peuples du cercle arctique aujourd'hui.
Néanmoins, on a pu démontrer que les *Homo neanderthalensis* vivant près de la Méditerranée ou au Proche-Orient mangeaient une part plus importante de végétaux.



Qu'en est-il de notre ancêtre ?

Homo sapiens
il y a -30'000 ans, à l'ère glaciaire
Europe occidentale

Cet *Homo sapiens* était plutôt chasseur/pêcheur-cueilleur nomade. La viande occupait une place importante dans son régime alimentaire. Cette alimentation variait beaucoup selon les zones géographiques et les saisons.



Homo sapiens
il y a -7000 ans, au Néolithique
Europe occidentale

Jusque-là, l'homme dépendait intégralement des ressources naturelles. Il y a 7000 ans, l'*Homo sapiens* européen devient le producteur de son alimentation grâce à la domestication des plantes – dont les céréales – et celle des animaux. Ces aliments ont contribué à l'augmentation de l'espérance de vie. Néanmoins, la consommation accrue de céréales, et donc de sucres lents, a fait apparaître les premières caries dentaires !

L'art de la chasse

L'être humain chasse depuis des centaines de milliers d'années. Il se distingue des autres prédateurs par son art de la chasse qu'il a développé grâce à l'invention et l'évolution de différents outils. Ces derniers lui ont permis de tuer plus de proies, plus vite et plus efficacement (oiseaux, poissons, mammifères, etc.). A ces outils de chasse, il faut aussi ajouter les outils utilisés pour préparer ce gibier afin d'en tirer le plus grand bénéfice diététique.

LE SAVIEZ-VOUS ?

Si l'abattage des animaux est généralement associé à l'obtention de matières carnées pour l'alimentation, il ne faut pas négliger la part importante des besoins techniques et symboliques : peau pour l'habillement et les tentes, tendons pour la couture, graisse pour l'éclairage, outillage en matières dures animales, parures et colliers en os et dents, objets sculptés, etc. Depuis le Paléolithique, les petits carnivores ne sont chassés que pour des besoins techniques et symboliques.

Du charognage à la chasse active

Australopithèques et premiers humains sont des omnivores opportunistes, c'est-à-dire essentiellement charognards ; peut-être chassaient-ils de petites proies. Avec l'*Homo erectus* les choses changent. Entre -400 000 et -300 000 ans, on trouve dans les sédiments lacustres du nord de l'Europe des javelines en bois très élaborées qui permettent une chasse mieux organisée et ciblée. Par la suite, les Néandertaliens développent une technologie de la taille du silex qui leur permet de disposer de tranchants et de pointes très efficaces pour la chasse ou la boucherie. Des résidus de goudron et de brais de bouleau témoignent d'emmanchements à partir de -80 000 ans.

Vers des armes plus performantes

Dans le sud de l'Afrique, il y a 70 000 ans, apparaissent des projectiles en os qui sont beaucoup plus perforants. A partir de -45000 ans, en Europe se développent plusieurs « cultures » qui rivalisent d'ingéniosité technique ; cela permet des abattages en masse d'ongulés migrateurs comme le renne, le cheval ou le bison. La pêche et la récolte des fruits de mer sont aussi documentées.

Petit harpon du Magdalénien supérieur (-15 000 à -13 000 ans) (photo PW)

Pointes de sagaie en silex (a), bois de cervidé (b) et composite (c) (photo PW)

Propulseur permettant de projeter les sagaies
Bois de genévrier, crochet sculpté en ramure de renne, peau de chevreuil (photo PW)

Nouveaux milieux, nouveaux chasseurs

Il y a 12 000 ans, dans nos régions, le retour du climat tempéré s'accompagne du développement de la forêt et d'espèces au comportement plus solitaires. L'arc, qui apparaît à ce moment-là, est particulièrement adapté à ces nouvelles conditions de chasse. Au Proche-Orient, avec le Néolithique, apparaissent les premiers animaux domestiques associés ou non à la culture des céréales. En Europe, la chasse reste souvent très importante dans l'alimentation carnée. Il y a 5000 ans, avec le développement de la métallurgie, la chasse ne perdure que dans les environnements peu propices au développement des économies de production (élevage et agriculture).

1. Arc mésolithique
2. Flèche avec pointe de Sauveterre et deux Triangles isocèles ; hampe en cornouiller, plumes de milan, ligature en crin de cheval
3. Flèche avec pointe tranchante sur Trapèze ; hampe en cornouiller, plumes de corneille et de cygne, ligature en crin de cheval
4. Flèche avec deux pointes Scalènes ; hampe en cornouiller, plumes de mouette, milan et cygne, ligature en crin de cheval (photos PW)

Le monde d'aujourd'hui et quel choix pour demain ?

Il est difficile de décrire un régime typique pour les *Homo sapiens* que nous sommes aujourd'hui, et ce pour trois raisons principales :

1) Nous sommes omnivores (= biologie)
2) Nous avons migré dans tous les coins du globe (= géographie)
3) Nous vivons dans des sociétés aussi diverses que nombreuses (= culture, religion)

Pour ces mêmes raisons, il existe aujourd'hui des différences régionales notables dans le régime alimentaire.

La part de viande que nous, êtres humains omnivores, mangeons est différente autour du globe. La consommation de viande dans le monde est en moyenne de 42 kg par habitant et par an, avec de fortes disparités.
Il existe, grossièrement, un gradient de consommation de la viande en fonction de la latitude. La part des sources carnées dans l'alimentation passe d'environ un quart à l'équateur à la quasi-totalité vers le cercle arctique.

Les êtres humains qui aujourd'hui doivent chasser pour ajouter de la viande à leur menu sont une minorité. L'essentiel de l'apport carné repose sur l'élevage d'animaux domestiques, ce qui reste un acte de prédation selon notre définition.

Alors qu'elle augmente dans les pays émergents, la consommation de viande tend à marquer le pas dans les pays dits riches ou postindustriels. Pourquoi cette baisse dans ces derniers pays ?

- Raisons économiques : La viande peut peser sur le budget des plus démunis.
- Raisons de santé : Certaines études, soutenues par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), ont conclu que la consommation excessive de viande transformée pouvait favoriser le développement de certains cancers. On se souvient aussi de la crise de la vache folle.
- Raisons culturelles : Certaines traditions, religions ou croyances excluent tout ou partie de l'alimentation carnée. Les raisons de ces interdits alimentaires sont nombreuses. Il peut s'agir d'anciennes règles d'hygiène ou de respect de principe comme la non-violence.
- Raisons écologiques : L'élevage de bétail mobilise énormément de ressources en eau notamment. En outre, une étude de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a démontré en 2006 déjà que l'élevage est responsable de 18 % des gaz à effet de

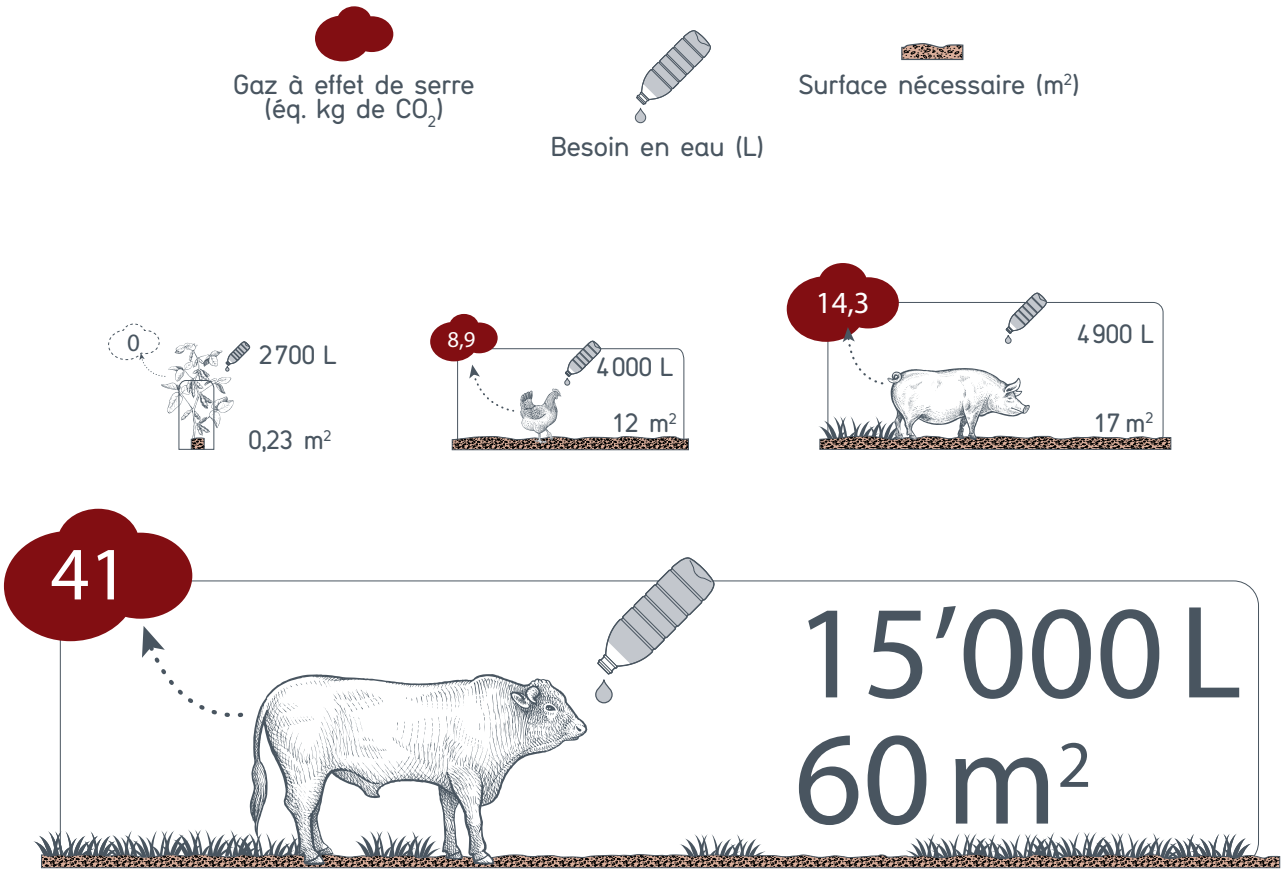
LE SAVIEZ-VOUS ?

Selon Pro Viande, chaque Suisse a consommé en moyenne 51 kg de viande en 2016. 70 % des Suisses âgés de 15 à 70 ans mangent de la viande au moins 3 à 4 fois par semaine (consommation annuelle de viande porcine par habitant: 22,5 kg; volaille: 12 kg par habitant; bœuf: 11 kg par habitant).
Quatre cinquièmes de l'ensemble de la consommation de viande sont issus de la production indigène.

serre, soit plus que les transports. Le pâturage occupe 26 % des terres émergées du globe. Une surface qui augmente par la déforestation, laquelle représente une menace sur la biodiversité.

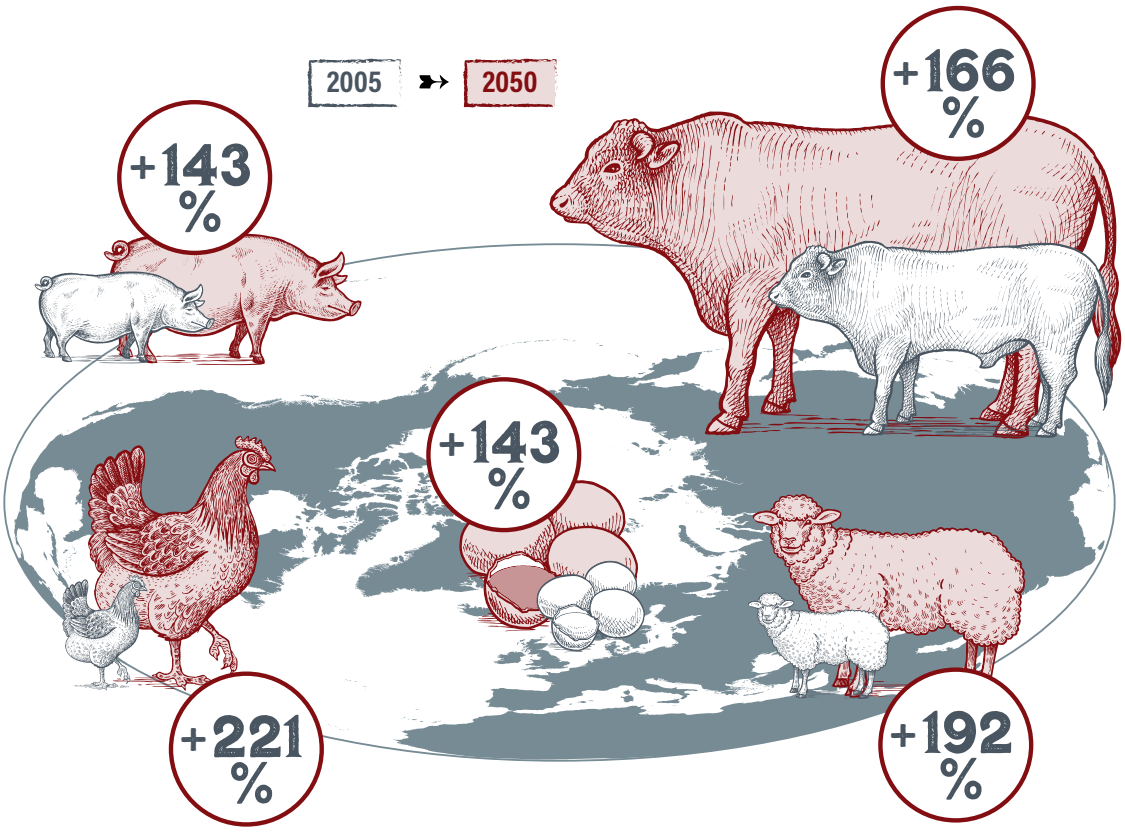
- Raisons morales: Les animaux d'élevage sont parfois élevés dans des conditions qui semblent indignes. Arrêter de manger de la viande permet de ne pas s'associer à l'éventuelle maltraitance d'animaux d'élevage.
- Raisons dogmatiques: L'antispécisme est une pensée radicale qui repose sur une affirmation: l'être humain n'est pas supérieur aux autres espèces animales. Dès lors, il n'a aucun droit de les exploiter à son avantage, de tuer une vache pour la manger ou de prendre le miel aux abeilles par exemple.

Produire 1 kg de protéines



(infographie FM)

Demande en viande dans le monde



(infographie FM)

Un steak à 330 000 francs

Une équipe des Pays-Bas a présenté le premier steak haché non issu d'un animal, mais cultivé en laboratoire grâce à des cellules souches.

Les cellules souches ont la capacité de générer des lignées de cellules de différents types de tissus biologiques. L'équipe néerlandaise a prélevé des cellules souches de muscle bovin et les a placées dans un milieu nutritif.

L'équipe a fini par obtenir une boîte de pétri pleine de viande et l'a ensuite confiée à un cuisinier pour qu'il l'apprête en hamburger. Prix du repas : CHF 330 000.-. Un steak haché du même poids produit par les moyens conventionnels coûte aujourd'hui environ CHF 5.-.

Mais les prix du steak en cellules souches pourraient dégringoler à mesure que la technique s'affine et que la demande pour ce produit se fait jour.

Quel choix ferez-vous demain ?
De plus en plus de Suisses diminuent ou arrêtent leur consommation de viande. Ils restent tout de même plus de 85 % à en consommer régulièrement.
Cette érosion du régime carné va-t-elle se poursuivre, s'accélérer ou au contraire s'inverser ? Tout dépendra de la sensibilité future des consommateurs à une quantité d'arguments en faveur ou en défaveur du régime carné.

(infographie FM)

Pour en savoir plus

Orientation bibliographique :

Très jeune public

Hutt Sarah, Andersaon Stéphanie (ill.), *Qui mange qui ?* éd. Phaidon, 2016.

Laurent Françoise, Cinquin Fabienne, *Les p'tits gloutons : la chaîne alimentaire*, éd. Du Ricochet, 2013.

Mizielinska Aleksandra, *Croque ! : la nourrissante histoire de la vie*, éd. Rue du Monde, 2010.

Jeune public

Alunni Bernard, Lemayeur Marie-Christine, Boccador Sabine, *Les prédateurs*, éd. Fleurus, 2011.

Burglin Ralf, *Ours, loup, lynx : ils sont de retour*, éd. du Gerfaut, 2018.

Fraisse Frédérique, *L'univers animé des prédateurs*, éd. Quatre Fleuves, 2013.

Guillaume Jean, *Ils ont domestiqué plantes et animaux : prélude à la civilisation*, éd. Quae, 2011.

Guillope Antoine, *Prédateurs*, éd. Thierry Magnier, 2007.

Lumpkin Susan, Seidensticker John, *Les animaux prédateurs*, éd. Larousse 2014 (coll. A la loupe).

Mahieu Priscille, Le Brun Eric, *Ticayou : chasseur de la Préhistoire*, éd. Milan Jeunesse, 2009.

Woodward John, Rey Martine, *Les animaux prédateurs*, éd. Nathan, 2006 (Miroirs de la connaissance).

Miniguide la Salamandre (N°16) : *Pister les carnivores*, 2009.

Adulte

Cordon Jean-Pierre, Gall Dominique, *Les grands prédateurs d'Afrique : biologie, éthologie et chasse*, éd. Gerfault 2006.

Le Guyader Hervé ; Norwood Julien, *L'aventure de la biodiversité : de Ulysse à Darwin, 3000 ans d'expéditions naturalistes*, éd. Belin, 2018 (Beaux Livres).

Macagno Gilles, *En route vers l'extinction finale ! Et si on misait plutôt sur la biodiversité ?* éd. Delachaux et Niestlé, 2018 (Planète Graphique).

Moriceau Jean-Marc, Le loup en questions : fantasme et réalité, éd. Buchet-Chastel, 2015 (Dans le vif). Patou-Mathis Marylène, *Mangeurs de viande : de la préhistoire à nos jours*, éd. Perrin, 2017.

Servigne Pablo, Chapelle Gauthier, *L'entraide - L'autre loi de la jungle*, éd. Les liens qui libèrent, 2017.

Silvertown Jonathan, *Dîner avec Darwin : des cavernes aux cuisines, ce que racontent nos assiettes*, éd. Quanto, 2018.

Ungar Peter S., « Le vrai régime paléo », dans : Pour la science N° 494, décembre 2018, pp. 48-56.

Films et webliographie

Prédateurs, la partie n'est jamais gagnée !
Alastair Fothergill, Huw Cordey, une production de la BBC 2015
Cette série documentaire de qualité nous révèle les difficultés des animaux pour chasser leur proie, en fonction de leur habitat, avec des images à couper le souffle !
8 épisodes de 50 minutes (durée totale 6h45 minutes)

Redoutables prédateurs François Moutou, BBC éd. Livre avec 1 DVD (éd. Fleurus 2006,
En dix reportages, ce DVD fait découvrir des méthodes de chasse très variées. Dès 6 ans, sans images choquantes

jeu interactif : The Food Chain Game
http://www.sheppardsoftware.com/content/animals/kidscorner/games/foodchaingame.htm

Choix de séquences sur Youtube

https://www.youtube.com/watch?v=GcXen1PehTs (5'15 - scorpion et fennec)

https://www.youtube.com/watch?v=AyIBFsA0Fzk (3'50 - lion contre buffle)

https://www.youtube.com/watch?v=GP4H2vX01YM (4'55 - un jaguar attaque un caïman)

https://www.youtube.com/watch?v=EDR9fbNLeds (6'46 - insectes)

https://zoom.disneynature.fr/cinema/blue/blue-extrait-les-dauphins (1'25 - dauphins)

https://www.youtube.com/watch?v=gGludGaPKag (4'05 - loups)

https://www.youtube.com/watch?v=r1m6IKiO26c (4'13 - poissons)

https://www.youtube.com/watch?v=o-9TlYUrH98 (1'56 - chenille ou serpent ?)

https://www.youtube.com/watch?v=8CqxwsHCZ1o (5'58 - attaques)

https://www.youtube.com/watch?v=DZ2idjIBgKk (1'47 - guépards)

https://www.youtube.com/watch?v=LhSDxp0oQK8 (4' - léopard et gazelle)

https://www.youtube.com/watch?v=zNO0kxTClYo (3'41 - ours polaire)

Organiser votre visite au Muséum

A. Pour les écoles

Ateliers de médiation gratuits, sur inscription

B. Pour tous les publics

Visites découvertes payantes pour groupes

Aperçu des sujets de visites guidées et réservation :
http://institutions.ville-geneve.ch/fr/mhn/votre-visite/preparer-votre-visite/museum/visites-et-rendez-vous/
Réservation obligatoire au minimum 10 jours à l'avance. Merci de nous communiquer très précisément la(les) date(s), l'horaire et le(s) thème(s) souhaité(s) de la visite guidée de votre choix, ainsi que vos coordonnées postales et téléphoniques complètes.

Informations pratiques

Visites payantes sur rendez-vous, dès l'âge de 6 ans et pour des groupes n'excédant pas 25 personnes par groupe

Tarifs

Règlements en espèces ou par carte de paiement. Euros acceptés

120 CHF

Tarif pour une visite d'une heure et pour le groupe entier. Le coût de la visite guidée des expositions temporaires ne comprend pas le prix du billet d'entrée aux expositions temporaires.

Accès par car

Le Muséum dispose de quelques places de parking pour les cars. Pour la procédure d'accès, nous vous prions de vous annoncer dès votre arrivée auprès des huissiers à l'accueil (+41 22 418 64 00).

ROUTE DE MALAGNOU 1-1208 GENÈVE
TÉL: +41 (0)22 418 63 00
FAX: +41 (0)22 418 63 01
WWW.VILLE-GE.CH/MHNG

DU MARDI AU DIMANCHE
DE 10H À 17H – ACCÈS FACILITÉ POUR
LES PERSONNES HANDICAPÉES
CAFÉTÉRIA-BOUTIQUE-BIBLIOTHÈQUE

BUS: 5, 25, ARRÊT MUSÉUM OU
1-8, ARRÊTS TRANCHÉES ET MUSÉUM
TRAM: 12, ARRÊT VILLEREUSE
PARKING: VILLEREUSE

Une institution
Ville de Genève

www.museum-geneve.ch

VILLE DE
GENÈVE