

Les Cécilies

Amphibiens mystérieux

Musée d'histoire naturelle Fribourg, Suisse
Swiss Caecilian Research Berne

10 septembre 2005 - 15 janvier 2006

Textes et illustrations de l'exposition temporaire



Les Cécilies, des animaux mystérieux

Les Cécilies sont des Amphibiens allongés et apodes (sans patte), qui, du fait de leurs anneaux, peuvent être confondues avec des vers de terre (Photos A,B,C). Ces animaux ont des yeux souvent atrophiés (Photo J) et une queue minuscule voire inexistante (Photo I). Sauf quelques espèces aquatiques, les Cécilies sont généralement des animaux terrestres fousseurs. Elles vivent dans des régions équatoriales au climat tropical, subtropical ou tempéré.

Les Cécilies sont peu connues du grand public. Seul, les indigènes et les ouvriers agricoles, rencontrent parfois cette créature discrète dans les champs, les plantations ou la forêt tropicale.

En 1749 déjà, Carl von Linné (1707-1778), le célèbre naturaliste suédois, décrivait ce groupe d'animaux. Leurs moeurs sont discrètes, et elles vivent dans des régions reculées. Les Cécilies restent à ce jour des animaux mystérieux pour les spécialistes.

Le zoologue Edward Harrison Taylor (1889-1972), qui a étudié ces animaux, les décrit de la manière suivante : « En regardant superficiellement cet être vivant, je trouve qu'il ressemble à un ver de terre doté d'une colonne vertébrale. »



Dessin : Isabelle Clément, Fribourg, Suisse

Les Cécilies sont des Amphibiens

Parmi les Vertébrés, les Amphibiens (*Amphibia*) forment une classe à part entière. Celle-ci se compose de trois ordres : les **Anoures** (*Anura*), les **Urodèles** (*Urodela*) et les **Cécilies** (*Gymnophiona*).



Dessin : Isabelle Clément, Fribourg, Suisse

Les Anoures (grenouilles, crapauds...) ainsi que les Urodèles (tritons, salamandres...) sont indigènes. Par contre, les Cécilies, créatures étranges à l'aspect inhabituel pour des Amphibiens, vivent sous les tropiques et mènent une vie cachée.

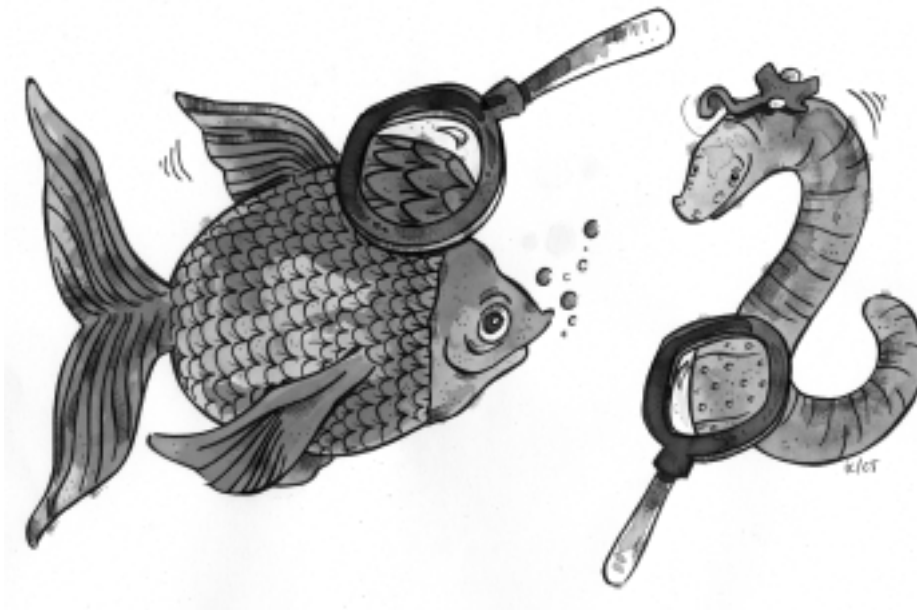
Tous les Amphibiens ont un certain nombre de caractéristiques communes :

- Ils sont les descendants des Amphibiens ancestraux paléozoïques (*Labyrinthodontes*).
- Ils subissent, soit dans l'œuf soit après l'éclosion, une métamorphose. Une larve, respirant par des branchies, se transforme en un animal terrestre respirant par des poumons.
- Comparés à d'autres Vertébrés terrestres, les Amphibiens sont de petite taille.
- Les Amphibiens ont une peau perméable. Afin que l'animal ne se dessèche pas, la peau conserve son humidité grâce à des sécrétions. La plupart des Amphibiens vivent dans un environnement humide.
- Ils ne respirent pas uniquement par leurs poumons. Les Amphibiens absorbent de l'oxygène et expulsent du dioxyde de carbone par la peau ou les muqueuses du larynx et de la bouche.
- Afin de se protéger contre les infections liées à des champignons ou des micro-organismes et dissuader des ennemis potentiels, les Amphibiens sécrètent par la peau, des substances antibiotiques et venimeuses.
- L'anatomie de leur oreille moyenne les distingue de tous les autres Vertébrés terrestres. L'oreille interne a également une anatomie particulière avec des cellules auditives, les *Papilla amphibiorum*.
- Ils ont des dents pédicellées; dents, dont la base est séparée de la couronne par une zone de tissu filandreux.

Uniques, les Cécilies ont des écailles de poisson

Les Cécilies sont les seuls Amphibiens actuels à écailles. Ces minuscules écailles ont la même structure que celles des Poissons et se trouvent dans le derme (Photos D, G, H). Les Cécilies, comme tous les Vertébrés, sont donc des descendants des Poissons. Les écailles osseuses des Poissons et des Cécilies sont les vestiges d'un squelette externe primitif et se différencient de celles des Reptiles qui sont superficielles (épidermiques) et cornées.

La couverture écailleuse des Cécilies s'est atrophiée au cours de l'évolution : le corps des espèces primitives est intégralement recouvert d'écailles; les écailles des espèces plus évoluées sont plus petites et ne recouvrent qu'une partie du corps. Chez les Cécilies aquatiques (*Typhlonectidae*), les écailles ont quasiment disparu.



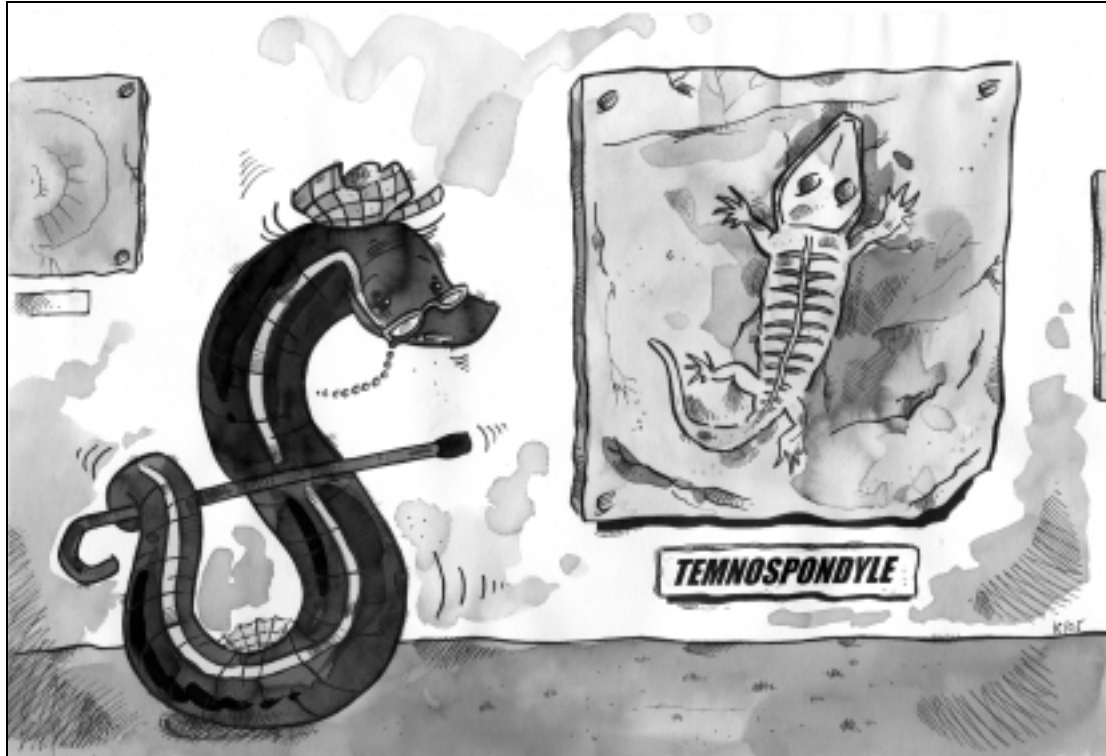
Dessin : Isabelle Clément, Fribourg, Suisse

Autres caractéristiques qui font que les Cécilies sont uniques :

- Ce sont les seuls Amphibiens sans patte.
- Elles disposent d'une paire de petits tentacules très mobiles situés entre les yeux et les narines (Photos E, F). Parmi les Vertébrés, les Cécilies sont les seules à disposer de cet organe sensoriel.
- Les mâles disposent dans la région du cloaque d'un organe copulateur (*Phallodeum*), qui permet la fécondation interne (Photo H).
- Les Cécilies sont les seuls Amphibiens sans pigment vert à l'intérieur de l'oeil.
- Elles n'ont pas d'osselet (*Operculum*) supplémentaire près de la base de l'étrier (*Stapes*) dans l'oreille interne.
- Chez de nombreux Anoures et Urodèles, un muscle relie l'épaule à la capsule auditive. Ce système dit Operculum-Opercularis était probablement un système simple d'équilibre et sensoriel des Amphibiens ancestraux. Les Cécilies, qui aujourd'hui n'ont plus d'épaule, ne disposent plus de ce système.
- Il existe une segmentation nette temporaire au niveau du tronc durant l'embryogenèse. De ce point de vue, les Cécilies ressemblent aux Reptiles, aux Oiseaux et aux Mammifères.

Les ancêtres des Cécilies, des Amphibiens paléozoïques primitifs

Grâce à l'étude des particularités anatomiques du crâne, il est certain que les Amphibiens actuels sont les descendants des Temnospondyles qui font partie des Labyrinthodontes, les premiers Vertébrés avec de vraies pattes.



Dessin : Isabelle Clément, Fribourg, Suisse

Les Microsaures sont de petits Amphibiens fouisseurs du groupe des Lépospondyles. Ils sont polymorphes et probablement les ancêtres des Cécilies. Les Microsaures se développèrent il y a plus de 280 millions d'années. Ils ont toujours des pattes même si elles sont parfois minuscules.



Squelette du Microsaurien *Rhynchonkos*

Dessin : Bob Carroll – Courtesy of Robert L. Carroll, Redpath Museum, McGill University, Canada

De nombreuses ressemblances anatomiques entre les *Rhynchonkos* et les Cécilies s'expliquent par la nécessité de s'adapter à une vie souterraine (évolution convergente) et ne constituent aucunement une preuve de parenté entre les deux familles.

Même si les ancêtres des Cécilies avaient quatre pattes, on ne retrouve aujourd'hui aucune trace de ceinture scapulaire ou de bassin sur leur squelette. Seules des Cécilies fossiles étaient pourvues de pattes.



Radiographie d'une Cécilie actuelle (*Epicrionops bicolor*)

Préparation : Daniel Hofer, SCRB / Photo : Jean-Paul Zendali, Fribourg, Suisse

La répartition géographique des familles de Cécilies ne correspond pas à la disposition actuelle des continents. De ce fait, elle a dû avoir lieu avant les grands déplacements des continents. L'origine des Cécilies pourrait donc remonter au Paléozoïque ou au début du Mésozoïque (Âge : autour de 245 millions d'années).

Les Cécilies, des animaux tropicaux



Dessin : Isabelle Clément, Fribourg, Suisse

Les Cécilies vivent :

- **dans les régions proches de l'Equateur au climat tropical, subtropical ou tempéré :** Amérique Centrale et Amérique du Sud (du Mexique à l'Argentine), Afrique (avec les Seychelles, les îles São Tomé et Bioko), Inde, Sri Lanka et Asie du Sud-est (Myanmar, Thaïlande, Indochine, Malaisie, Indonésie, Philippines). En Europe, en Amérique du Nord, en Australie et à Madagascar, il n'y pas de Cécilies.
- **du niveau de la mer jusque dans les montagnes** (par exemple : dans le sud de l'Ethiopie jusqu'à 2800 mètres d'altitude).
- **également dans des régions caractérisées par des périodes de sécheresse.**



La distribution mondiale des Cécilies

Dessin : Emanuel Gerber, MHNF

Les familles de Cécilies et leur niveau évolutif

Les Cécilies primitives :

- **Rhinatrema**taidae NUSSBAUM, 1977
2 genres: *Epicrionops*, *Rhinatrema*
9 espèces
- **Ichthyophiidae** TAYLOR, 1968
2 genres : *Caudacaecilia*, *Ichthyophis*
37 espèces

Les Cécilies évoluées :

- **Uraeotyphlidae** NUSSBAUM, 1979
1 genre : *Uraeotyphlus*
4 espèces

Les Cécilies les plus évoluées :

- **Scolecophoridae** TAYLOR, 1969
2 genres : *Scolecophorus*, *Crotaphatrema*
5 espèces
- **Caeciliidae** RAFINESQUE, 1814
21 genres
88 espèces
- **Typhlonectidae** TAYLOR, 1968
5 genres : *Atretochoana*, *Chthonerpeton*, *Nectocaecilia*, *Potomotyphlus*, *Typhlonectes*
20 espèces

Les Cécilies, des animaux terrestres fouisseurs ou aquatiques

La majorité des Cécilies sont des animaux terrestres fouisseurs; on les trouve :

- **dans des sols humides et détrempés** : jusqu'à plusieurs dizaines de centimètres de profondeur, entre les racines, sous des pierres ou sous des troncs d'arbre. Les Cécilies, comme la plupart des Amphibiens, ont besoin d'humidité pour survivre.
- **à la surface du sol** : uniquement après des pluies abondantes, lorsque le sol est humide durant la saison des amours et lorsque les femelles se déplacent pour pondre leurs œufs.
- **à proximité des ruisseaux et des mares**. Les cavités dans lesquelles les Cécilies pondent leurs œufs se trouvent généralement aux abords de plans d'eau car les jeunes, après l'éclosion, sont amenés à vivre temporairement en milieu aquatique.
- **aux abords et dans les forêts, dans la savane, dans les pâturages et les plantations**. On peut même dire que certaines espèces profitent de l'agriculture pour améliorer leurs conditions de vie.



Dessin : Isabelle Clément, Fribourg, Suisse

Quelques espèces de Cécilies vivent dans l'eau ou les marécages. On les trouve :

- **dans les ruisseaux, les rivières et les eaux stagnantes**. Les Cécilies les plus adaptées au milieu aquatique sont les représentants de la famille des *Typhlonectidae*.
- **cachées entre les plantes aquatiques**.
- **dans la boue des marécages** et dans d'autres sols gorgés d'eau.
- **dans les savanes inondées régulièrement** (*Typhlonectes*).

Les Cécilies, des fouisseuses de galeries

La plupart des Cécilies sont bien adaptées à la vie souterraine. De par leur aspect et leur mode de vie, elles forment un groupe d'animaux bien différencié.



Dessin : Isabelle Clément, Fribourg, Suisse

Adaptations permettant une vie souterraine :

- **un crâne osseux et particulièrement résistant**, permettant de creuser des galeries en terrain humide et meuble.
- **un petit organe sensoriel mobile**, qui se trouve des deux côtés du crâne entre l'oeil et la narine (Photos E, F). Grâce à ces tentacules, que l'on ne retrouve chez aucun autre vertébré, les Cécilies sont capables de sentir, de goûter et de récolter des informations quant à la température et l'humidité.
- **des yeux atrophiés**. Alors que certaines espèces ont encore de bonnes facultés visuelles, d'autres ont les yeux recouverts de peau, de tissus (Photo G) ou même cachés par les os du crâne (Photo J).
- **un corps allongé sans patte**. Le squelette ne montre aucun reste de ceinture scapulaire ni de bassin. Le corps est généralement recouvert d'anneaux (*Annuli*). Le nombre d'anneaux (jusqu'à plusieurs centaines par individu) est un indicateur précieux pour la détermination des différentes espèces de Cécilies (Photos A, B, C, G).
- **une anatomie du corps (musculature et squelette)**, qui permet aux Cécilies d'avancer dans les galeries grâce à un mouvement en accordéon. La colonne vertébrale est uniforme sur toute la longueur du corps de l'animal. Le nombre de vertèbres est élevé en comparaison avec les serpents.
- **un corps capable de glisser sur les surfaces grâce à des sécrétions visqueuses de la peau**. Tout sol sec est évité par les Cécilies car il ne leur permet de se déplacer qu'au prix d'efforts importants. Elles n'apparaissent à la surface de la terre que lorsque l'humidité est suffisante.



Radiographie d'une Cécilie (*Siphonops annulatus*)

Préparation : Daniel Hofer, SCRB / Photo : Jean-Paul Zendali, Fribourg, Suisse

Un crâne osseux et particulièrement résistant et un corps allongé sans patte sont des adaptations permettant une vie souterraine. Le squelette ne montre aucun reste de ceinture scapulaire ni de bassin. La colonne vertébrale est uniforme sur toute la longueur du corps de l'animal. Le nombre de vertèbres est élevé en comparaison avec les serpents.

D'autres animaux mènent une vie souterraine

Le sol est un microcosme et abrite des formes très variées de vie. Parmi les espèces vivantes recensées, les microorganismes, les champignons et les Invertébrés dominent : protozoaires, vers, cloportes, acariens, myriapodes, insectes (collemboles, larves de diptères, larves de coléoptères, fourmis, termites), escargots.

Les Poissons, les Reptiles et les Mammifères ont aussi des représentants qui mènent une vie souterraine durant certaines phases de leur existence :

- Certains **Poissons** pondent des oeufs qui peuvent survivre dans le sol lorsque le plan d'eau s'assèche. Les poissons à poumons (Dipneustes) s'enterrent dans la boue et peuvent ainsi supporter des périodes de sécheresse de plusieurs années.
- Parmi les **Reptiles**, plusieurs espèces tropicales de lézards et de serpents vivent dans le sol. Chez nous, l'Orvet (*Anguis fragilis*) est partiellement fouisseur. Dans l'extrême sud de l'Europe, on retrouve des Reptiles tels que l'Amphisbène cendré (*Blanus cinereus*) et le Serpent aveugle (*Typhlops vermicularis*) vivant exclusivement sous terre.
- Beaucoup de **Mammifères**, comme par exemple les campagnols terrestres et les taupes, mènent une vie souterraine.



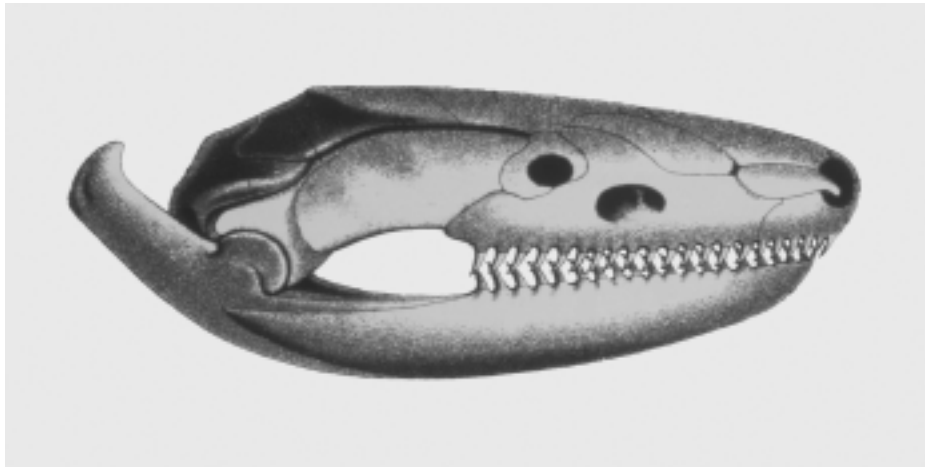
Dessin : Isabelle Clément, Fribourg, Suisse

On trouve régulièrement des Cécilies avec des mygales sous le même tronc d'arbre.

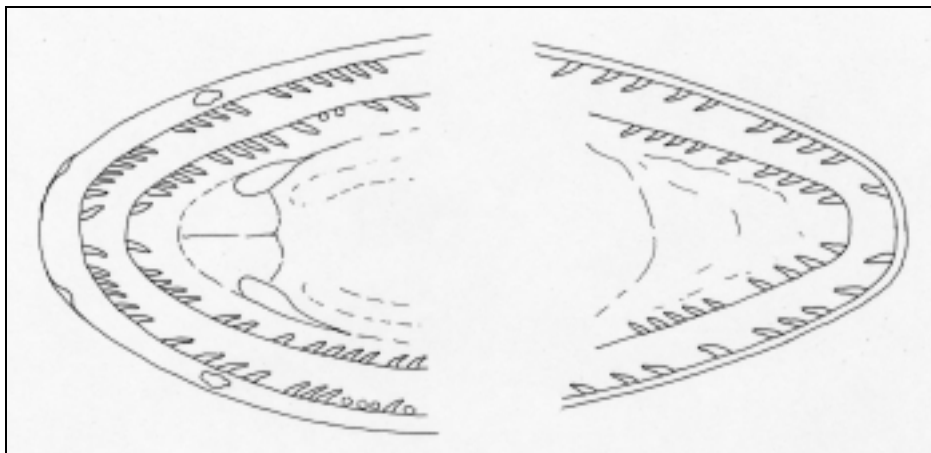
Sur l'île de São Tomé située au large des côtes de l'Afrique de l'Ouest, les Cécilies forment typiquement une communauté avec les serpents aveugles, les mygales et les lézards (scinques).

Les vers de terre, la proie préférée des Cécilies terrestres

La majorité des Cécilies terrestres fouisseuses se nourrissent de vers de terre, une source de nourriture intarissable en milieu humide. Quelques espèces pénètrent aussi dans les termitières et se nourrissent de larves et de termites adultes.



Les Cécilies ont une dentition qui ressemble, au premier coup d'oeil, à celle d'un requin. La mâchoire inférieure et supérieure ainsi que le palais comptent plusieurs rangées de dents orientées vers l'arrière.



Mâchoire supérieure et inférieure d'une Cécilie

Dessin : Kurt Tanner, Tuléar, Madagascar

Lors de la chasse aux vers, une technique spéciale est utilisée. La Cécilie attrape sa proie avec agilité et s'enroule ensuite plusieurs fois sur elle-même, ce qui empêche tout mouvement du ver. Ensuite, la Cécilie n'a plus qu'à englober le ver. Bon appétit !

Les Cécilies aquatiques vivent dans les régions tropicales d'Amérique du Sud

Les représentants de la famille des *Typhlonectidae* sont les seules Cécilies aquatiques. Elles vivent toutes dans le centre et au nord de l'Amérique du Sud dans des régions parfois inondées, proches des fleuves Amazone, Paraná, Orinoko, Magdalena et Cauca.



Cécilie aquatique (*Typhlonectes sp.*)

Photo : Kurt Tanner, Tuléar, Madagascar

Les Cécilies aquatiques sont vivipares, n'ont quasiment pas d'écailles et ont des poumons bien développés; ce qui en fait, aujourd'hui, les Cécilies les plus évoluées. Elles doivent remonter régulièrement à la surface de l'eau pour respirer, et leur corps, proche de celui d'une anguille, est bien adapté à la vie aquatique. La partie postérieure du dos et l'extrémité du corps sont aplaties et avec un pli de la peau, forment une sorte de nageoire. Leur vision est relativement bien développée et leur odorat a une certaine efficacité sous l'eau.



Dessin : Isabelle Clément, Fribourg, Suisse

Les Cécilies du genre *Chthonerpeton* vivent dans les marais et occupent une place intermédiaire entre les Cécilies aquatiques et terrestres fouisseuses. Elles s'acclimatent aussi bien à la vie dans les sols qu'à la vie sous l'eau et se retrouvent souvent dans les prairies marécageuses.



Cécilie aquatique (*Chthonerpeton indistinctum*)

Photo : Kurt Tanner, Tuléar, Madagascar

Les Cécilies nageuses, du genre *Typhlonectes*, mangent des mollusques aquatiques mais aussi des poissons morts. Comme ces animaux ne requièrent qu'un minimum de soin et qu'ils peuvent être conservés avec des poissons tropicaux, ils font le bonheur des propriétaires d'aquarium et figurent parmi les Cécilies ayant été le plus étudiées.

De nombreuses Cécilies sont vivipares

La reproduction des Cécilies est très variée et se rapproche de celle des autres Amphibiens.



Dessin : Isabelle Clément, Fribourg, Suisse

- **Les Cécilies évoluées sont vivipares :** Les oeufs se développent dans l'utérus de la femelle. La courte métamorphose a lieu avant ou après l'éclosion mais toujours dans l'utérus. Après une période de gestation d'un maximum de dix mois, la femelle donne naissance à des jeunes.
- **Les Cécilies primitives sont ovipares :** La femelle pond des oeufs à proximité des ruisseaux et des mares, dans la boue ou sous des pierres. De nombreuses Cécilies ovipares couvent leurs œufs. La femelle s'occupe de sa couvée pendant plusieurs semaines. Sa peau produit une sécrétion qui protège les œufs contre l'apparition de champignons. La métamorphose des jeunes se passe à l'intérieur de l'œuf et c'est lors de l'éclosion qu'ils abandonnent la respiration par les branchies. A ce moment-là, les poumons sont déjà formés et fonctionnels.

Les mâles disposent d'un organe copulateur « télescopique » (Photo H) situé dans le cloaque (Photo I), le *Phallodeum*, permettant de féconder les femelles. Aussi bien les ovules des femelles vivipares que des femelles ovipares sont fécondés à l'intérieur de leur corps. Quant au comportement lors de l'accouplement, il reste méconnu des scientifiques.

Attention, nous sommes venimeuses !

Compte tenu de leur taille et de leur comportement peu agressif, les Cécilies constituent des proies intéressantes pour les Poissons, les Reptiles, les Oiseaux et les Mammifères. Mais elles ne sont pas totalement sans défense.

Le mot d'ordre pour assurer leur survie est :

- **se cacher sous terre pour éviter le danger.** Durant la journée, lorsqu'elles courent le plus grand risque, elles restent dans le sol. C'est durant la nuit qu'elles remontent à la surface.

Les chances de survie d'une Cécilie augmentent :

- **lorsqu'elle parvient à effrayer visuellement son agresseur.** La Cécilie de São Tomé avertit ses ennemis « Attention ! Ne t'approche pas ! » à l'aide de la couleur jaune vive de son corps. Dans la nature, le jaune est souvent associé à un avertissement (Photos B, E). L'animal de cette couleur n'est pas obligatoirement dangereux mais son apparence menaçante peut tromper plus d'un ennemi.
- **lorsqu'elle est non comestible ou toxique.** Dans le cas de la Cécilie multicolore de São Tomé, la couleur jaune ne constitue pas qu'un simple avertissement. Sa peau sécrète un poison qui peut être mortel pour certains animaux. Bien que les sécrétions de la peau des Cécilies n'aient été que peu étudiées, on peut affirmer que de nombreuses espèces sont des proies non comestibles, voire même toxiques.



Dessin : Isabelle Clément, Fribourg, Suisse

Connue depuis peu, une Cécilie sans poumon

Les Cécilies respirent généralement grâce à leurs poumons

Les Cécilies terrestres fouisseuses ont une peau épaisse et écailleuse qui favorise plus leur progression dans les galeries que leur respiration. Il est intéressant de noter que les Cécilies aquatiques (*Typhlonectidae*) ont les poumons les plus développés et ne disposent d'un système respiratoire par la peau que peu évolué. Ceci n'est en rien contradictoire puisqu'elles étaient auparavant terrestres et c'est au cours de leur évolution qu'elles sont retournées vivre en milieu aquatique.

Des salamandres sans poumon sont connues depuis de nombreuses années. Elles ne respirent que grâce à la peau et aux muqueuses du larynx et de la bouche. Il y a peu encore, seules des Cécilies avec poumons étaient connues.

Récemment le Musée d'histoire naturelle de Vienne (Autriche) trouva dans sa collection une Cécilie sans poumon. En 1995 ce spécimen a été baptisé *Atretochoana eiselti*.



Dessin : Isabelle Clément, Fribourg, Suisse

Sur l'étiquette du bocal contenant l'animal, aucune mention ne figurait quant à la date ni au lieu où fut trouvée cette Cécilie. Après des recherches, un autre spécimen d'*Atretochoana eiselti* fut découvert dans un musée brésilien. Là aussi, l'étiquette était malheureusement incomplète. Malgré tout, on sait aujourd'hui que des Cécilies sans poumon existent et qu'elles vivent, selon toute vraisemblance, en Amérique du Sud.

La Cécilie géante, un des plus grands Amphibiens

Les Amphibiens sont généralement de petite taille. Les deux plus grandes espèces sont les Salamandres géantes chinoises et japonaises. Le record est détenu par une Salamandre géante chinoise mesurant 175 cm et pesant 45 kg.

La plupart des Cécilies mesurent entre 20 et 40 cm de long. Les Cécilies géantes, vivant en Amérique du Sud, peuvent atteindre 150 cm de long comme par exemple *Caecilia thompsoni* que l'on retrouve en Colombie. Le mode de vie de ces Cécilies géantes, peuplant les régions montagneuses jusqu'à une altitude de 2000 mètres, reste méconnu.



Dessin : Isabelle Clément, Fribourg, Suisse

L'Amphisbène, un Reptile aux allures de Cécilie

Les Amphisbènes sont allongés et n'ont habituellement pas de patte. L'avant et l'arrière de ces animaux sont difficiles à distinguer. Pour cette raison, ils sont parfois appelés « serpent à deux têtes ». Leur peau est plissée à la manière d'un accordéon et recouverte d'écailles cornées. Ils vivent dans des sols trop secs pour les Cécilies et dans lesquels les vers de terre ne s'aventurent pas. En effet, les Amphisbènes se nourrissent de larves d'insectes qu'ils chassent comme les serpents en utilisant leur langue pour repérer et traquer leurs proies.

Les Amphisbènes sont les reptiles les plus adaptés à la vie souterraine. La plupart des 160 espèces vivent dans des régions au climat tropical ou subtropical. Leur adaptation à la vie souterraine les rapproche des Cécilies. Parfois même, des biologistes expérimentés ont des difficultés à différencier l'Amphisbène, un reptile, de la Cécilie, un amphibien.



Dessin : Isabelle Clément, Fribourg, Suisse

Au contraire des Cécilies qui ne mordent jamais, les Amphisbènes sont des créatures agressives. La morsure de l'Amphisbène rouge (*Amphisbaenia alba*), d'origine sud-américaine, peut provoquer des blessures sévères et sanglantes. L'Amphisbène rouge, mesurant jusqu'à 80 cm, est l'espèce la plus longue.

Lorsque des organismes n'appartenant pas à une même famille développent une forme semblable, les spécialistes parlent de **convergence**. C'est le cas par exemple pour les Cécilies et les Amphisbènes qui ont progressivement « perdu » leurs pattes. Il s'agit généralement d'une adaptation au milieu dans lequel les animaux sont amenés à vivre.



A
Cécilie (*Dermophis oaxacae*)

Photo : Chris Grünwald, Colima, Mexico



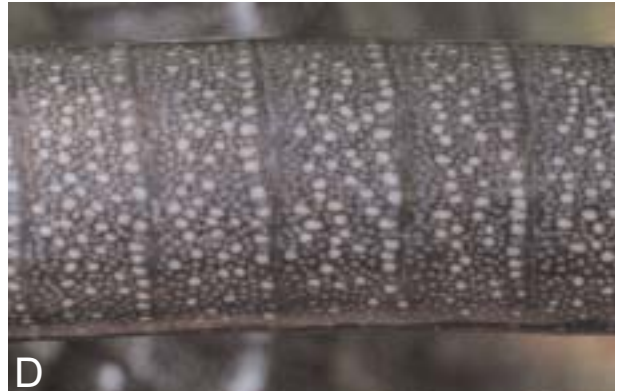
B
Cécilie avec couleur d'avertissement jaune (*Ichthyophis glutinosus*)

Photo : Kurt Tanner, Tuléar, Madagascar



C
Cécilie (*Siphonops annulatus*)

Photo : Janalee Paige Caldwell, Oklahoma, USA



D
Ecailles de Cécilies (*Herpele squalostoma*)

Photo : Emanuel Gerber, MHNF & Daniel Hofer, SCRB



E
Yeux, tentacules (*Schistometopum thomense*)

Photo : Emanuel Gerber, MHNF & Daniel Hofer, SCRB



F
Oeil, tentacule, narine (*Geotrypetes seraphini*)

Photo : Emanuel Gerber, MHNF & Daniel Hofer, SCRB



G
Crâne, écailles, anneaux (*Dermophis oaxacae*)

Photo : Chris Grünwald, Colima, Mexico



H
Phallodeum (*Chthonerpeton indistinctum*)

Photo : Kurt Tanner, Tuléar, Madagascar



I
Anneaux et cloaque (*Dermophis mexicanus*)

Photo : Emanuel Gerber, MHNF & Daniel Hofer, SCRB



J
Crâne sans yeux (*Herpele squalostoma*)

Photo : Emanuel Gerber, MHNF & Daniel Hofer, SCRB

Bibliographie

BREHM Alfred (1912): Brehms Tierleben - Allgemeine Kunde des Tierreichs, Vierte, vollständig neubearbeitete Auflage, Erster Band: Lurche und Kriechtiere, Bibliographisches Institut, Leipzig und Wien, 572.

CARROLL Robert L. (1988): An articulated Gymnarthrid microsauro (Amphibia) from the upper carboniferous of Czechoslovakia. Acta Zool. Crac., 31: 441-450

CARROLL Robert L. (1993): Paläontologie und Evolution der Wirbeltiere – Übersetzt und bearbeitet von W. Maier und D. Thies, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 684.

COGGER Harold G. & ZWEIFEL Richard G. (1992): Reptilien & Amphibien – Enzyklopädie der Tierwelt, Jahr-Verlag GmbH & Co., Hamburg, 240.

CUVIER Georges (1828): Le Règne Animal distribué d'après son organisation, seconde édition, Vol. 6, Reptiles – Atlas, Fortin, Masson et Cie, Libraires, Paris

EXBRAYAT Jean-Marie (2000): LES GYMNOPTERES – Ces curieux Amphibiens, Editions Boubée, Paris, 443.

GRZIMEK Bernhard (1980): GRZIMEKS TIERLEBEN – Fische 2 – Lurche, Band 5, Deutscher Taschenbuch Verlag, München, 568.

HILDEBRAND Milton & GOSLOW George E. (2004): Vergleichende und funktionelle Anatomie der Wirbeltiere, Springer, 709.

HOFER Daniel (1998): Blindwühlen im Freiland und in Gefangenschaft - Beobachtungen aus 20-jähriger Amateurforschung, Herpetozoa 11 (1/2), 37-46

HOFRICHTER Robert, Hrsg. (1998): AMPHIBIEN – Evolution, Anatomie, Physiologie, Ökologie und Verbreitung, Verhalten, Bedrohung und Gefährdung, Naturbuch-Verlag, Augsburg, 264.

JENKINS Farish A. & WALSH Denis M. (1993): An Early Jurassic caecilian with limbs, Nature – Letters to Nature, 365, 246-250

TAYLOR Edward H. (1968): THE CAECILIANS OF THE WORLD – A Taxonomic Review, University of Kansas Press, Lawrence, 848.