



PODCAST 33 : SERPENT SOLIDE

Intro (Gu)

Serpents de mer et antivenins (Gu)

Deux mots sur l'expérimentation animale (Hermine)

INTRO

GU : Bienvenue dans ce nouvel épisode des Carencés, autour de la table je retrouve Hermine, Krapo, Simon et Badger pour vous parler de la cause animale. Faites coucou à la caméra ! Voilà ! Et ce soir c'est moi qui vais vous parler longuement d'herpétologie (ce n'est pas la science de l'herpès), de pluie saisonnière et de pisser le sang par les yeux (ce n'est pas une science non plus mais c'est pire que l'herpès vous verrez). Et tout ça n'a aucun rapport avec la nouvelle saison de Bear Grylls "You VS Wild" sur Netflix (spoiler : c'est nul regardez pas ça). Je crois qu'Hermine tu vas ensuite parler d'expérimentation animale je me trompe pas ?

Ssssalt

GU : Alors en hommaze à nos frères les serpents ze vais faire toute cette chronique comme si zavait la langue fourssue. Non pas du tout.

Je voulais vous parler de plusieurs articles que j'ai vu passer à propos des serpents.

Le premier concerne les [serpents de mer](#), et là, chers auditeurs, je dois vous soumettre une question cruciale : est-ce que vous vous êtes déjà demandés comment ces animaux buvaient ? Loin de toute terre pendant des semaines voire des mois, et donc de toute source d'eau douce, comment font ces animaux pour s'hydrater ? C'est la question que s'est posée [une équipe de chercheurs](#) menée par Harvey Lillywhite, du département biologie de l'Université de Floride. 76 ans le mec, et toujours affûté comme un tabouret, grand spécialiste des serpents puisqu'il a écrit entre autres le [dictionnaire de l'herpétologie](#). Ouvrage dont tu fais une lecture chaque soir Krapo à ton fils j'en suis sûr. Notamment le

passage sur les curiosités de la reproduction : certains serpents mâles ont deux pénis et leurs correspondantes femelles deux...[clitoris](#). Oui parce que la reproduction quand les ébats concernent des corps tubulaires tournoyants c'est pas plus mal d'être toujours du bon côté ! Je vous ai mis un article de [National Geographic](#) dans les sources promis, pour de vrai ! Et donc Lillywhite et les biologistes pensaient jusqu'à récemment que les serpents buvaient de l'eau de mer, aidés par des [glandes spéciales](#) situées sous la langue qui aident leur organisme à gérer le sel.

Et bien plot twist : pas du tout.

Ils [ont découvert](#) avec trois espèces en captivité qu'en leur mettant à disposition de l'eau de mer, aucune ne buvait, même assoiffées. Ces serpents buvaient uniquement de l'eau douce, ou de l'eau de mer très diluée, avec une teneur en sel maximale de 20%. Mais comment font-ils alors quand ils sont en pleine mer pendant des jours ou des semaines ? Hé bien ils boivent de l'eau de pluie, qui, quand elle tombe à la surface de l'océan, forme des petites lentilles d'eau éphémères flottant quelques secondes avant de se diluer ! Donc les serpents et probablement d'autres espèces pélagiques gobent ces petites lentilles d'eau douce à la saison des pluies, s'hydratent un max et essaient de tenir pendant les périodes de sécheresse. Et les auteurs de l'étude pensent que cette découverte ne se limite pas aux serpents, mais qu'il est possible que les tortues ou des mammifères boivent de cette façon aussi. C'est dingue non ?

Du coup, une inquiétude pèse sur ces espèces car l'une des conséquences du réchauffement climatique est de rendre les zones arides encore plus arides, et d'influencer la pluviométrie. Ces espèces auront bien du mal à survivre, et tous les étages trophiques seront touchés avec leur disparition, avec à la clé des dérèglements pour les écosystèmes.

On dénombre une soixantaine d'espèces de serpents de mer, toutes venimeuses. Ce qui m'amène à mon deuxième sujet du jour : on va parler de venin, d'anti-venin et de la cohabitation des serpents et des humains.

INTERLUDE MUSICAL

<https://www.youtube.com/watch?v=cRqWeUJCvVs>

La bataille des antivenins

Je me suis basé sur un article de phys.org, qui n'est pas un site de bonbons acidulés, et qui s'intitule "[La bataille des antivenins en Afrique](#)"

Mais avant de parler de l'Afrique, savez-vous que les antivenins existent depuis plus de 125 ans ? C'est un certain [Albert Calmette](#) qui les a mis au point. Calmette est un illustre inconnu avec un tout petit CV : médecin et bactériologiste français il a mis au point le BCG, le vaccin contre la tuberculose, en collaboration avec un certain Camille Guérin.

D'ailleurs BCG ça vient de Bacillum Calmette-Guérin. Calmette a aussi concocté le premier sérum contre la peste bubonique, il a étudié la malaria et la maladie du sommeil, et a fondé la [société de pathologie exotique](#). Autant vous dire que :

- 1- ça fait un sacré PNJ pour vos parties de Cthulhu
- 2- le mec si il éternue tu réfléchis à deux fois avant de lui serrer la main.

Et donc grâce aux travaux de Calmette, entre autres, la médecine a mis au point des antivenins à grande échelle, pour quasiment chaque espèce de serpent.

Et là une autre question vous brûle les lèvres : [comment un antivenin est-il fabriqué](#) ? Depuis Calmette la recette n'a pas énormément évolué :

- 1- un technicien extrait manuellement le venin de serpents et le recueille dans un récipient

- 2- des petites doses de ce venin sont injectées progressivement à un gros mammifère, généralement un cheval, pour déclencher une réponse immunitaire via des anticorps qui luttent contre les toxines du poison

- 3- après plusieurs doses de ce traitement, le cheval produit tellement d'anticorps adaptés qu'il devient immunisé au venin.

- 4- on prélève du sang de ce cheval, via une ponction à la jugulaire de 3 à 6 litres. Le cheval survit.

- 5- dans un labo, on sépare les anticorps du sang avec une centrifugeuse, on les concentre et on les réfrigère à sec puis on les incorpore à une solution qui devient un produit injectable aux humains.

Ce processus long et coûteux aboutit à un prix situé entre 100 et 1600 dollars la dose. Sachant que certaines morsures nécessitent entre 20 et 30 doses...ça fait entre 3000 et 48000\$ le traitement. En plus ces flacons d'antivenin ont besoin d'être réfrigérés, notamment pour concentrer le principe actif et éliminer l'eau, et c'est un gros problème dans des pays avec de mauvais réseaux électriques, en Afrique notamment vous le devinez. Les antivenins sont donc difficilement accessibles dans certaines régions, notamment pour les populations pauvres. Et c'est une catastrophe humanitaire :

- 5 millions de personnes se font mordre chaque année
- 2 700 000 de ces morsures sont venimeuses
- entre [80 et 130 mille personnes](#) meurent chaque année des suites de ces morsures
- 400 000 personnes s'en sortent avec des séquelles handicapantes
- Une structure appelée [Global Snakebite Initiative](#) a estimé que seulement 2,5% des besoins en antivenin étaient couverts en Afrique.

Donc un labo qui fabrique des antivenins le fait à perte, n'ayant plus de débouchés pour le vendre. Car dans les pays pauvres les systèmes de santé très précaires ou inexistant limitent sa prise en charge. Et les citoyens ne peuvent pas se payer un traitement à 30000 dollars ! Sanofi a ainsi arrêté la production d'antivenins et les derniers flacons existants ont expiré mi-2016.

On est face à un gros dilemme éthique, puisque des labos, par ailleurs richissimes, ne distribuent plus d'antivenins pour des raisons financières, laissant sur le carreau, par exemple, des centaines de milliers d'africains aux revenus très faibles. Mais ce sont des entreprises, pas des oeuvres caritatives. Et il faut bien payer les médecins, les chercheurs, former les personnels, entretenir les structures, acheter le matériel. C'est aussi le rôle des instances internationales d'aider ces pays à se structurer et à mettre en place des couvertures maladie universelles ou

des services de santé adaptés pour que les gens soient couverts. Mais il y a aussi des problèmes de cotisations dans des économies instables...La réalité est complexe.

On peut aussi examiner l'aspect éthique de la fabrication de ces antivenins, et du fait de devoir empoisonner des milliers de chevaux pour produire les anticorps injectables plus tard aux humains. Des chevaux qui sont d'ailleurs choisis pour leur docilité, leur résistance, le fait qu'on en trouve partout. La réponse immunitaire marche aussi avec les requins, qui produisent de bons anticorps, mais la coopération est plus difficile...Il y a aussi la capture et la captivité des serpents concernés, qui n'ont rien demandé... Si les serpents nous mordent, c'est aussi parce que nous partageons un espace de vie. Mais qui pourrait prendre la décision de sacrifier directement les centaines de milliers de vie humaines en jeu dans cette problématique ? Serait-ce éthique de stopper l'expérimentation animale en regardant droit dans les yeux les 500000 personnes qui chaque année meurent ou sont amputées ?

Comment faire coïncider autant d'aspects éthiques quand nous sommes en compétition sur des territoires, ou que nos intérêts sont antagonistes ?

Un horizon positif pour la recherche pourrait se matérialiser via une alternative synthétique d'antivenins. Moins coûteuse, plus stable et plus simple. En attendant l'OMS essaye de rendre accessible les antivenins existants via [des programmes de financement](#) et des politiques de prévention et d'information. 500,000 traitements antivenin seront ainsi disponibles en Afrique sub-saharienne d'ici 2024, et de manière exponentielle jusqu'à 3 millions par an d'ici 2030.

INTERLUDE

<https://www.youtube.com/watch?v=XUoEGjyVz5s>

QUIZZ VENIN

J'ai préparé aussi du coup un petit rappel sur les 4 types de venins et leurs effets sur le corps humain, dans un espèce de quizz morbido-crado pour votre plus grand plaisir. Alors je vais vous citer les 4 grandes familles de venins, et vous devez me décrire ce que vous pensez qu'elles déclenchent sur le corps humain :

Le premier est le venin **hémotoxique**. Il va cibler les cellules sanguines et certaines protéines impliquées dans la coagulation du sang. Il permet ainsi de former des caillots sanguins, ou à l'inverse de provoquer de violentes hémorragies internes. Par exemple, la morsure du Boomslang vous déclenchera tout un tas de joyeusetés. D'ailleurs, je vous ai mis dans les sources le témoignage du docteur Karl Schmidt, qui a compilé dans un journal la description des effets de ce venin sur...lui-même, en 1957. C'est un *death diary* qui a duré 24h dont le lien est dans la description que je vous invite à voir. On y apprend qu'après fièvre et tremblements, il a expérimenté une hémorragie des gencives, des yeux, puis il s'est mis à pisser du sang, à vomir du sang, à saigner du nez, ses reins saignaient, ses poumons saignaient, son cerveau et son coeur saignaient (ça ils l'ont vu après autopsie) puis incapacité à parler, puis à respirer, et pour finir, la mort.

Deuxième effet : le venin **cytotoxique**. Son mode d'action est simple : il tue directement les cellules qui se trouvent à proximité de la morsure, ce qui entraîne une nécrose. La cible est donc littéralement pré-digérée. Là cette morsure occasionne donc une nécrose des tissus, une odeur pestilentielle, des oedèmes impressionnants, gangrène et donc amputations. Je vous raconte

pas mon historique google images est dégueulasse.

Tout ça juste parce que l'évolution a jugé cool de ne pas doter ces animaux de dents, comme tout le monde, et de leur filer des enzymes digestives externes à la puissance over 9000, pour ensuite avaler les proies tout rond alors qu'elles sont dissoutes de l'intérieur. Fun fact, certaines espèces crachent ce venin à distance, et on ne sait pas exactement si c'est défensif ou un comportement de prédation, je vous ai mis une étude dans les sources c'est n'importe quoi, chez certains cobras c'est de la défense mais d'autres non, ça s'est développé chez plusieurs espèces à différents endroits du monde. L'évolution quoi.

Troisième type : le venin **neurotoxique**. Il cible préférentiellement le système nerveux et vient troubler la transmission de l'influx nerveux entre les nerfs. Résultats : ils ne transmettent plus les informations du cerveau ce qui provoque paralysies musculaires et insuffisances respiratoires. Là on parle des morsures de Mamba par exemple. En gros, ça commence par un goût métallique dans la bouche, puis vous bavez et ne pouvez plus déglutir, vous sentez votre sang bouillir, vous êtes en état de choc plus ou moins prononcé sans pouvoir réagir ou communiquer. Je vous ai mis deux récits de morsure de Black Mamba dans les sources.

Enfin le dernier type est le venin **protéolytique**. Il représente l'ancêtre des venins. Moins spécialisé que les autres, ses effets sont un mélange des trois venins présentés auparavant. Il s'attaque à certaines protéines du corps en les découpant en petits morceaux. Tous les venins en contiennent. Et là j'ai dû arrêter mes recherches car sur NCBI je suis tombé sur une publi relative à la mort d'une femme mordue au visage par une vipère au venin très toxique, avec photos et sans prévenir. Cette source n'est pas dans la description.

Et bien sûr, la plupart des venins combinent ces différentes toxines, rendant très difficile la fabrication des anti-venins, puisqu'il en faut un pour chaque serpent quasiment.

FIN DU QUIZZ

Pour finir sur une note moins lourde je voulais vous parler d'un mec qui s'appelle Bill Haast à travers deux anecdotes :

1- Il s'est injecté lui-même des doses de venin de cobra à partir de 1948, pour le fun. Exactement le même procédé qu'avec les chevaux. Il a ensuite survécu à 172 morsures de serpent, parmi les pires existants, et a donné son sang partout dans le monde, ce qui a permis de sauver 21 personnes ! T'imagines le choix du hobby quoi ? Allez, si je m'injectais du venin de cobra pour voir ?

2- Deuxième anecdote : récolter du venin c'est pas facile. Pour la mise au point de l'antivenin du serpent corail, ce même Bill Haast, directeur du serpentarium de Miami s'est vu commander une pinte de venin par l'Institut National de Santé américain. Ca lui a pris 3 ans et environ 69000 morsures dans son labo pour produire une telle quantité. Mais après ça, le premier sérum spécifique aux morsures de serpent corail a été fabriqué et a sauvé probablement de nombreuses vies.

Deux mots sur l'expérimentation animale (Hermine) :

Alors tu as très bien parlé de l'aspect éthique du procédé de fabrication de l'antivenin tout à l'heure, et je pense qu'on touche vraiment à une question intéressante dans la cause animale.

Beaucoup de choses sont dites concernant l'expérimentation animale ou plus largement l'utilisation des animaux dans la médecine, comme ici avec les fermes à serpents et l'exploitation des chevaux pour les anticorps.

Et en fait, je pense que ce que tu as présenté là est une découverte pour beaucoup de monde, puisque finalement je me suis rendue compte en discutant avec pas mal de gens qui réclamaient la fin de l'expérimentation animale qu'en fait ils n'avaient souvent absolument aucune mesure de notre **dépendance** réelle aux animaux, que ce soit pour la médecine, pour l'évaluation des risques toxicologiques et écotoxicologiques des produits chimiques, ou pour comprendre les animaux eux-mêmes et donc pouvoir mieux s'en occuper, voire même les défendre, ou alors connaître l'impact de certaines espèces dans l'écosystème où elles se trouvent, on en a eu un exemple parfait quand Badger nous a parlé des perches soleil.

Et du coup, si on ne comprend pas à quel point on dépend des animaux en sciences, est-ce qu'on réalise vraiment quelles conséquences il y aurait si on mettait en action la phrase « il faut bannir l'expérimentation animale », comme on voit souvent scandée ? **Est-ce qu'on serait réellement prêt à payer les conséquences d'une telle interdiction ?**

Il y a aussi beaucoup d'affirmations qui circulent sur les **alternatives**, qui sont en fait souvent présentées comme beaucoup plus nombreuses et performantes ou même opérationnelles qu'elles ne le sont en réalité. Et dans ce cas, ben si on se convainc que toute l'expérimentation animale peut en réalité être remplacée et que donc on ne subirait aucune conséquence d'une interdiction de l'utilisation d'animaux, alors oui, forcément c'est plus facile d'avoir cette posture et de s'ériger contre toutes les structures universitaires, industrielles ou réglementaires en partant du principe qu'elles n'ont que des intérêts à ne pas utiliser ces alternatives et à tout faire pour continuer de faire souffrir inutilement des animaux.

Sauf qu'en réalité c'est beaucoup plus compliqué que ça, et le dialogue est très difficile entre les personnes qui s'érigent contre l'expérimentation animale avec des analyses à l'emporte pièce et des structures de Recherche qui vont répondre à ces mauvais arguments de façon un peu trop facile en mettant uniquement en avant la nécessité de l'expérimentation animale, comme les besoins d'étudier sur un organisme entier, l'encadrement par un comité d'éthique, et même parfois la mise en avant de statistiques assez glauques qui comparent le nombre d'animaux tués en un an pour la Recherche par rapport au nombre de personnes soignées, par exemple.

Et du coup ça ne marche pas trop parce que d'un côté on est persuadé qu'il y a des alternatives pour tout parce qu'on a vu passer un article sur le développement d'un épiderme en 3D, et de l'autre on ne met en avant que les réussites de l'expérimentation animale sans parler de ses nombreuses limites, et c'est une réaction compréhensible quand on se fait reprocher de faire souffrir des animaux pour rien.

Mais le résultat c'est qu'on a deux murs qui sont incapables de communiquer, et que les efforts existants et les difficultés liées au développement de nouvelles approches sont passées sous silence.

Je pense que cette question mérite un épisode entier, même plusieurs, mais je vais essayer d'illustrer un tout petit peu pour que vous puissiez avoir un petit aperçu du **sac de noeuds** que ça représente.

Je parlais de l'épiderme en 3D tout à l'heure, c'est l'exemple d'alternative qui revient le plus, et pour cause : la méthode de test de sensibilisation cutanée est validée par la réglementation européenne, et c'est entre autres grâce à son existence que cette même réglementation européenne a interdit l'expérimentation animale pour les produits et ingrédients cosmétiques.

Sauf qu'en fait, ce n'est pas une méthode alternative qui existe, mais plusieurs, puisqu'un seul test in vitro ne peut pas reproduire exactement les différentes réactions amenant à un effet toxicologique comme le ferait un organisme vivant. Donc il faut ici **combiner plusieurs tests pour en remplacer un seul** (1). En fait, si je simplifie énormément le concept sur lequel ça se base, chaque test permet de tester la substance pour une des réactions au niveau moléculaire, qu'on appelle un événement-clé et que l'on sait impliquée dans une réponse cutanée. Alors vous avez sans doute entendu parler de la réglementation REACH (2), qui demande à tous les fabricants de substances chimiques de faire des évaluations de risque de ces substances. Et **depuis 2016, la partie sur la sensibilisation cutanée doit se faire avec les méthodes in vitro/in chemico par défaut** (1,3). Ça veut dire quoi « par défaut » ? Ben ça veut dire que malheureusement on sait très bien que les méthodes alternatives disponibles et validées ne sont pas forcément applicables à la substance, par exemple, ou qu'aucun test n'existe pour une réponse recherchée en particulier.

Et c'est tout le problème des idées de nouvelles approches qui sont publiées aujourd'hui, en particulier in vitro. Il y en a énormément qui sont publiées, tous les jours, le problème c'est qu'on n'arrive pas forcément à savoir si c'est reproductible, si c'est exploitable..., parce qu'en fait on se retrouve avec tellement de nouvelles données que **les auteurs eux-mêmes ne savent plus comment interpréter ces données** ni à quoi elles correspondent ou comment les retranscrire. Ben oui, comment vous faites pour retranscrire les données obtenues in vitro en données humaines ? Et puis les équipes qui voient éventuellement une nouvelle approche publiée dans leur domaine, comment peuvent-elles savoir si cette méthode va répondre à leurs besoins dans les paramètres qu'ils doivent étudier ? Donc ça veut dire qu'en plus des nouvelles méthodes de tests elles-mêmes, il va falloir développer des approches pour traiter et analyser ces données.

C'est tellement l'inconnu que c'est devenu impossible de s'y retrouver, et les agences et structures réglementaires sont elles-mêmes un peu perdues par rapport à tout ça. Et **chaque agence a par exemple sa propre attente** en termes d'évaluation du risque chimique. Et ça on le voit déjà facilement puisqu'elles ont toutes un classement différent pour les produits cancérogènes, par exemple.

Pour l'anecdote, j'étais en décembre à un atelier sur les nouvelles approches d'évaluation de risque des substances chimiques, coorganisé par le centre anglais des 3R (4) et Unilever (donc vous voyez, finalement les grands groupes s'intéressent aux méthodes sans animaux hein, ils ne cherchent pas systématiquement à contourner tout ce qu'ils peuvent pour maintenir l'expérimentation animale), bref. Et pendant cet atelier on a fait une session de groupes de discussion, et dans mon groupe il y avait notamment un américain qui dirigeait un comité interagence de validation des méthodes alternatives (5,6). En fait il essaie de faciliter le développement, la validation et l'acceptation sur le plan réglementaire (et ça c'est un gros défi) de l'utilisation des méthodes de tests sans animaux par les différentes agences fédérales des États-Unis. Et ce monsieur expliquait par exemple qu'il s'était rendu compte dans les réunions interagences qu'en fait chaque agence avait sa propre compréhension ou attente d'un mot ou

d'un concept. Et que donc ils se parlaient sans se comprendre. Et il a fallu un an JUSTE pour que les différentes parties s'accordent sur les définitions des mots qu'ils utilisaient, rien que ça. Alors la validation des méthodes et leur acceptation, vous devinez que ça ne va pas être simple. Il y avait aussi dans mon groupe de discussion un monsieur de l'Agence européenne des produits chimiques, l'ECHA, qui traitait les dossiers envoyés par les fabricants. Et tout à l'heure je vous parlais de l'obligation par défaut d'utiliser la méthode sans animaux pour tester la sensibilisation cutanée, eh bien en fait il existe d'autres tests validés par la réglementation européenne, mais dont l'utilisation n'est pas obligatoire par défaut, mais fortement encouragée. Et donc ce monsieur était un peu blasé, parce qu'en fait, dans tous les dossiers qu'il a pu traiter, **aucun fabricant ne s'est tourné vers les méthodes sans animaux**. Donc il était clair pour lui qu'on avait assez poussé au fesses et encouragé et qu'il était **temps de passer à l'obligation**.

Donc on voit bien ici que l'acceptation sur le plan réglementaire est assez compliquée à obtenir. On a évoqué différentes pistes, mais ça va rester un petit teasing, puisque j'en parlerai plus en détail une autre fois dans un épisode dédié. Mais enfin voilà pour la faire courte, il y des gens (et j'en ai rencontrés quelques-uns) dans toutes les structures dénoncées un peu facilement qui se démènent pour pouvoir un jour tirer un trait sur l'expérimentation animale. Et ce sont des chercheurs, toxicologues, biochimistes, biologistes, universitaires, industriels, mais aussi des représentants des instances réglementaires, et pour le coup j'ai pu me rendre compte que c'était pas forcément évident d'être à leur place.

Bref, vous voyez que tout ça va se faire très progressivement, avec plein d'étapes et probablement pas mal de freins à chaque étape. On utilise beaucoup le terme d'alternatives, mais j'ai aussi entendu le terme "**nouvelles approches**", qui est beaucoup plus adapté je trouve. Puisqu'en fait il faut complètement changer d'approche d'évaluation des risques, pas simplement remplacer une méthode existante par une autre qui pourrait simplement s'y substituer.

Et là je vous parle uniquement de toxicologie, ce sera encore plus compliqué sur le plan médical, même s'il y a des choses intéressantes qui sortent comme les organoïdes (utilisés aussi en médecine), qui sont un peut des versions miniatures d'organes, développés avec des cellules souches. Et pour une dernière anecdote, les organoïdes commencent à soulever de nouveaux problèmes éthiques (donc ça se complique encore) puisqu'on a par exemple développé des mini-cerveaux, avec toutes les questions que ça peut amener, comme par exemple : quel est son niveau de conscience ? Quelles conséquences éthiques dans le cadre des expérimentations ? (7,8)

Voilà un tout petit peu la pointe du sommet de l'iceberg de la question. Donc je pense vraiment qu'il faut **être prudent quand on appelle publiquement à l'arrêt de l'expérimentation animale**. Je ne dis pas que ce n'est pas une posture à prendre, mais que si on la prend, il faut au moins être capable d'appréhender la **complexité** de la question dans les discussions qui découlent de cette prise de parole.

Interludes musicaux :

<https://www.youtube.com/watch?v=XUoEGjyVz5s>

<https://www.youtube.com/watch?v=cRqWeUJCvVs>

Sources

Gu :

Serpents de mer

<https://phys.org/news/2008-11-zoologists-sea-snakes-freshwater-slake.html>

<https://phys.org/news/2019-02-sea-snakes-seawater.html>

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0212099>

<https://www.amazon.fr/Dictionary-Herpetology-Harvey-B-Lillywhite/dp/1575240238>

<https://www.nature.com/articles/215995a0>

<https://news.nationalgeographic.com/2018/02/snakes-alligators-reptiles-genitalia-animals/>

<https://bioone.org/journals/Journal-of-Herpetology/volume-49/issue-2/13-124/First-Report-of-Hemidictyocercus-in-Females-of-South-American-Liolaemid/10.1670/13-124.short>

Serpents venimeux

<https://phys.org/news/2019-03-antivenoms-africa.html>

<https://phys.org/news/2019-03-snakes-shatter.html>

https://fr.wikipedia.org/wiki/Albert_Calmette

<http://www.pathexo.fr/index.php>

<https://phys.org/news/2019-03-snakes-shatter.html>

<https://www.snakebiteinitiative.org/>

<https://www.popularmechanics.com/science/health/g561/how-to-make-antivenom-why-the-world-is-running-out/?slide=1>

<https://medicalxpress.com/news/2019-02-world-health-strategy-aims-halve.html>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5484289/> (attention crado)

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5371858/>

récit d'une morsure de Black Mamba :

<http://www.krugerpark.co.za/krugerpark-times-17-black-mamba-bite-18070.html>

https://www.researchgate.net/publication/51853650_Black_mamba_dendroaspis_polylepis_bite_a_case_report

<https://youtu.be/ZCWPnmQj6LE>

Hermine :

Vaccin paludisme : <https://www.nature.com/articles/d41586-019-01232-4>

Expérimentation animale :

(1) Tests de sensibilisation cutanée (guidelines européennes) :

https://echa.europa.eu/documents/10162/21650280/oecd_test_guidelines_skin_sensitisation_en.pdf/40baa98d-fc4b-4bae-a26a-49f2b0d0cf63

(2) REACh : <https://echa.europa.eu/fr/reach>

(3) Vidéo de vulgarisation : <https://www.youtube.com/embed/n9z-h2XafW4>

(4) Centre UK des 3R : <https://www.nc3rs.org.uk/about-us>

(5) ICCVAM :

<https://ntp.niehs.nih.gov/pubhealth/evalatm/iccvam/index.html>

(6) NICEATM : <https://ntp.niehs.nih.gov/go/niceatm>

(7) The ethics of experimenting with human brain tissue

<https://www.nature.com/articles/d41586-018-04813-x>

(8) Fresh urgency in mapping out ethics of brain organoid research :

<https://medicalxpress.com/news/2018-11-fresh-urgency-ethics-brain-organoid.html>

ILLUSTRATIONS

Badger's Burrow :

Boutique originaux : <https://www.etsy.com/fr/shop/BadgersBurrow3>

Site : <https://badgers-burrow.com/portfolio/>